



ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ – ОТ ТЕОРИИ К ПРАКТИКЕ

*Сборник статей по материалам
LIX международной научно-практической конференции*

№ 6 (54)
Июнь 2016 г.

Издается с октября 2011 года

Новосибирск
2016

УДК 62
ББК 30
Т 38

Ответственный редактор: Васинович М.А.

Председатель редакционной коллегии:

Ахметов Сайранбек Махсатович – д-р техн. наук, проф. Евразийского национального университета им. Л.Н. Гумилева, г. Астана, академик РАЕН, действительный член (академик) Национальной инженерной академии Республики Казахстан, советник президента Казахского университета инновационных и телекоммуникационных систем (КазУИТС), заместитель председателя Западно-Казахстанского филиала НИА РК, руководитель Отделения научной школы «Устойчивое инновационное развитие в инновации» Международного государственного университета природы, общества и человека «Дубна» в КазУИТС.

Редакционная коллегия:

Ахмеднабиев Расул Магомедович – канд. техн. наук, доц. Полтавского национального технического университета им. Ю. Кондратюка;

Елисеев Дмитрий Викторович – канд. техн. наук, доцент, бизнес-консультант Академии менеджмента и рынка, ведущий консультант по стратегии и бизнес-процессам, «Консалтинговая фирма «Партнеры и Боровков»;

Копылов Алексей Филиппович – канд. техн. наук, доц. кафедры Радиотехники Института инженерной физики и радиоэлектроники Сибирского федерального университета;

Максимов Сергей Павлович – канд. техн. наук, доцент, декан факультета техники и технологии филиал Южно-Уральского государственного университета в г. Златоусте.

Т 38 Технические науки – от теории к практике / Сб. ст. по материалам LIX междунар. науч.-практ. конф. № 6 (54). Новосибирск: Изд. АНС «СибАК», 2016. 118 с.

Учредитель: АНС «СибАК»

Сборник статей «Технические науки – от теории к практике» включен в систему Российского индекса научного цитирования (РИНЦ). Статьи, принятые к публикации, размещаются в полнотекстовом формате на сайте научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU, а также индексируются в Google Scholar.

При перепечатке материалов издания ссылка на сборник статей обязательна.

ISSN 2308-5991

© АНС «СибАК», 2016

Оглавление

Секция «Безопасность жизнедеятельности человека, промышленная безопасность, охрана труда и экология»	6
УСТОЙЧИВОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ В НАХЧЫВАНСКОЙ АР Казымов Махбуб Гашим оглы	6
Секция «Инженерная графика, САПР, САД, САЕ»	11
ТРЕБОВАНИЯ К ФОРМИРОВАНИЮ ЧЕРТЕЖА ДЕТАЛИ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ Запорожцева Нина Ивановна Новиков Сергей Павлович	11
Секция «Информатика, вычислительная техника и управление»	16
ПРИМЕР ВЫЧИСЛЕНИЯ СТЕПЕНИ СООТВЕТСТВИЯ ЛИЧНОСТНЫХ КАЧЕСТВ МОРЯКА ПВК НА ДОЛЖНОСТЬ «КАПИТАН СУДНА» Ганина Яна Олеговна Лаптев Валерий Викторович	16
ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ШИМ СИГНАЛОВ В МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ Маханько Андрей Анатольевич	20
ОСОБЕННОСТИ ВЫБОРА ТЕХНОЛОГИИ ДОСТУПА К ДАННЫМ В АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ Набатчикова Александра Дмитриевна	29
УПРАВЛЕНИЕ WINDOWS-ПРИЛОЖЕНИЯМИ В ОС LINUX Сирант Ольга Васильевна Тихонов Дмитрий Игоревич	34
УПРАВЛЕНИЕ ДОСТУПОМ К ПРОГРАММНОМУ ОБЕСПЕЧЕНИЮ ЧЕРЕЗ РХЕ-СЕРВЕР Шпаков Александр Витальевич Сирант Ольга Васильевна	39

Секция «Материаловедение и металлургическое оборудование и технологии»	45
К ВОПРОСУ О ПРОБЛЕМЕ КОМПЛЕКСНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА РФ	45
Верхотуров Анатолий Демьянович	
Крюков Виктор Глебович	
Коневцов Леонид Алексеевич	
Секция «Машиностроение и машиноведение»	62
ПОКАЗАТЕЛИ ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ КОНСТРУКЦИЙ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ И ПОСТАНОВКЕ НА ПРОИЗВОДСТВО НОВЫХ ИЗДЕЛИЙ	62
Гурьев Иван Александрович	
Бочкарев Сергей Васильевич	
Секция «Нанотехнологии и наноматериалы»	69
МОДЕЛЬ РОСТА НИТЕВИДНЫХ НАНОКРИСТАЛЛОВ ЖЕЛЕЗО-КОБАЛЬТОВОГО СПЛАВА	69
Бубликов Евгений Илиодорович	
Ушакова Светлана Анатольевна	
Попов Сергей Александрович	
Секция «Организация производства и менеджмент, системы управления качеством»	77
«ТУШИТЬ ПОЖАРЫ» ИЛИ СТРОИТЬ СИСТЕМУ?	77
Жильцов Сергей Николаевич	
Глухов Иван Георгиевич	
Секция «Приборостроение, метрология, радиотехника»	83
КЛАССИФИКАЦИЯ ПРИБОРОВ И МЕТОДОВ ИЗМЕРЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА КОМПОНЕНТОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ	83
Мажренова Найля Рахимбековна	
Нугыманова Айжан Олжабековна	
ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ СОГЛАСОВАНИЯ СОПРОТИВЛЕНИЙ ЛИНИЙ ПЕРЕДАЧ С ПОМОЩЬЮ ОТРЕЗКА ЗАПРЕДЕЛЬНОГО ВОЛНОВОДА	99
Петухова Наталья Александровна	

**Секция «Сельское и лесное хозяйство,
агроинженерные системы»** **112**

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЗАЗОРОВ
В КОРПУСНЫХ ДЕТАЛЯХ ПОСТАНОВКОЙ
ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ЭЛЕМЕНТА 112
Дмитриев Сергей Андреевич

СЕКЦИЯ
«БЕЗОПАСНОСТЬ
ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА,
ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ,
ОХРАНА ТРУДА И ЭКОЛОГИЯ»

УСТОЙЧИВОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ
В НАХЧЫВАНСКОЙ АР

Казымов Махбуб Гашим оглы

*научный сотрудник, Нахичеванского отделения НАН Азербайджана,
Азербайджанская Республика, г. Нахчыван
E-mail: mahbukkazimov@yahoo.com*

SUSTAINABLE USE OF NATURAL RESOURCES IN THE
NAKHCHIVAN AR

Mahbub Kazimov

*researcher, Nakchivan branch of ANS of Azerbaijan
Azerbaijan, Nakhcivan*

АННОТАЦИЯ

В статье рассмотрены наиболее важные природные особенности находившийся в котловине Нахчыванской АР. Проанализирована динамика антропогенных изменений котловины и влияние указанных изменений на природопользования.

ABSTRACT

The article deals with the most important natural features was in the valley of Nakhchivan AR. The dynamics of human-induced changes in the basin and the impact of these changes on the natural resources.

Ключевые слова: котловина, экология, загрязнение атмосферы, природопользование.

Keywords: depression, ecology, pollution, natural resources.

В связи с освоением природных ресурсов, создания современной энергетической, промышленной и транспортной инфраструктуры ландшафт территорий Нахчыванской АР постепенно стало меняться [1].

Целью экологической науки и культуры в Нахчыванской АР является решение проблем рационального использования природных ресурсов и предотвращение загрязнения окружающей среды. Важнейшей задачей предотвращения загрязнения окружающей среды является:

- экономический анализ и контроль загрязнения окружающей среды;
- определение источников загрязнения и уменьшение их вредных выбросов путем применения экологически чистых технологий;
- очистка воздуха и воды от загрязняющих веществ;
- решение проблем захоронения промышленных и бытовых отходов.

Для решения этих проблем в Нахчыванской АР используется систематический экологический контроль состоянии окружающей среды. Целью экологического контроля является сбор и анализ информации о состоянии окружающей среды в районе работ, анализ вероятных изменений окружающей среды и допустимость этих изменений. При систематическом контроле совершенствуется программы по охране окружающей среды и уменьшается размер экологического вреда [2].

Внизу показано схема проведения экологической экспертизы при выделении площадок под строительство промышленных объектов (Рис. 1).

Основной проблемой промышленной экологии находившийся в котловине Нахчыванской АР является вопрос снижение загрязнение окружающей среды, загрязнении атмосферного воздуха, водных объектов и утилизации отходов производства. Основным источником негативного воздействия окружающей среде являются предприятия ТЭС, строительства и жилищно-коммунальных хозяйств.

Уровень загрязнения окружающей среды на территории Нахчыванской АР определяются высокой концентрацией продуктов сгорания природного газа, диоксида азота, выбросом загрязняющих веществ от автотранспорта.

Рост объемов потребления топлива связан с темпом роста автопарка, который является одним из источников загрязнения окружающей среды. При эксплуатации автомобилей в Нахчыванской АР выбросы вредных веществ с учетом действующих норм выше допустимого. Наиболее опасным воздействием на окружающую среду оказывают вещества сернистые, азотистые соединения. Сгорая

в двигателях эти вещества, вызывают коррозию металлов, разрушение соединений и дорог [4].

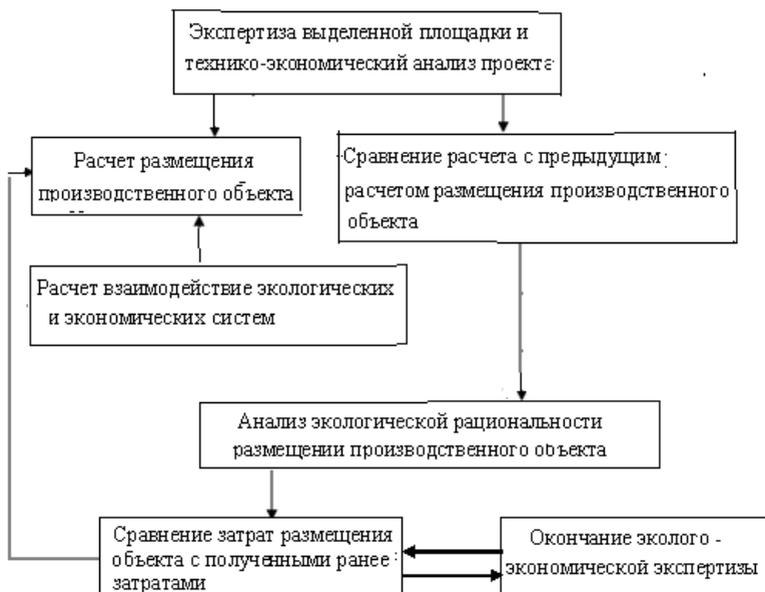


Рисунок 1. Схема проведения экологической экспертизы

Все имеющийся предприятия в Нахчыванской АР используют водные ресурсы в разных технологических процессах и загрязняют их своими специфическими отходами.

В структуре водоснабжения Нахчыванской АР забор свежей воды из поверхностных водных объектов составляет 25 % (села и населенные пункты), из подземных водных объектов – 75 % (города).

Одним из наибольших опасностей Нахчыванской АР является загрязнения грунтовых вод. Наиболее распространенными загрязняющими веществами поверхностных вод являются органические вещества и вредные химические вещества.

Водохранилище (Арпачай, Араз, Вайхыр, Узуноба) так же оказывают мощное неблагоприятное воздействие на экосистему Нахчыванской АР.

В Нахчыванской АР одним из важных проблем является загрязнения окружающей среды при разработке месторождений полезных ископаемых и строительных материалов (гипс, травертин,

мрамор, строительный песок, керамзитовый и кирпичная глина, цемент), поваренной соли и т. д.

Добыча этих строительных материалов открытым карьерным способом, а также технологические процессы при их добыче негативно влияют на окружающую среду. Добыча этих полезных ископаемых требует природоохранные мероприятия, направленные на минимизацию экологической нагрузки и восстановление нарушенной экосистемы.

При проведении работ необходимо наблюдения за атмосферой. Важнейшим показателем экологического неблагополучия является загрязнение атмосферы. Высокие горы вызывают мощных инверсий температуры в котловине. При застое воздуха на определенной высоте воздух становится стабильным и загрязняющие вещества не могут подняться выше и рассеяться в атмосфере. Стабильный воздух препятствует развитию вертикальных движений воздуха и переносу загрязняющих веществ в атмосфере. При застое воздуха все химические загрязнители скапливаются в атмосфере котловины [6].

Горно-котловинный рельеф Нахчыванской АР очень неблагоприятен для рассеивания вредных веществ в атмосфере и способствуют их накоплению в приземном слое атмосферы [3].

Максимальной нагрузкой на атмосферный воздух является метеорологический потенциал атмосферы. МПА способствует к накоплению загрязняющих веществ в атмосфере и самоочищению приземного слоя атмосферы:

При размещении новых промышленных предприятий в Нахчыванской АР, для определения оптимального значения загрязнения атмосферы учитывается метеорологические показатели атмосферы (МПА) данной местности:

$$\text{МПА} = \frac{P_{\text{зк}} + P_{\text{д}}}{P_{\text{y}} + P_{\text{к}}}$$

где: $P_{\text{зк}}$ – повторяемость скоростей ветра, от 0 м/с, до 1 м/с, %;

$P_{\text{д}}$ – повторяемость дней с туманами, %.

P_{y} – повторяемость дней с осадками, более > 0,5 мм, %;

$P_{\text{к}}$ – повторяемость скоростей ветра, более > 6 м/с, %.

- При $\text{МПА} < 1$ происходит рассеивания вредных веществ в атмосфере.

- При $\text{МПА} > 1$ происходит накопление вредных веществ в атмосфере.

- При МПА > 3.0 создаются неблагоприятные условия для рассеивания вредных веществ в атмосфере [5].

При выборе площадки, для размещения предприятия сравнивают значения МПА, выбирают место, имеющее наименьшее значение МПА.

При размещении производственных объектов на территории Нахчыванской АР для уменьшения техногенных загрязнений надо также учитывать климат региона. Поскольку при жизнедеятельности человека в котловине климат становится самым чувствительным.

Степень загрязнения окружающей среды рассчитывается по формуле О.А. Евтеева методом расселения населения:

$$K_{xn} = N_x + \sum_{x=1}^{x=n} \frac{N_{xn}}{2D_{ab}}$$

где: n – число поселений.

N_x – численность населения в населенном пункте;

N_{xn} – численность населения в других населенных пунктах;

D_{ab} – расстояние от точки (а) до точки (b) (км).

Анализируя плотности каждого населенного пункта находим его значимость в сети населенных пунктов данного района, развитие его промышленности, сельского хозяйства, инфраструктуры. Тем самым степень загрязнения окружающей среды этим населенным пунктом.

Список литературы:

1. Будагов Б.А., Азербайджан тебиети, Баку, Maarif, 1988, С. 17–69.
2. Баденков Ю.П., Устойчивое развитие горных территорий, Изв. РАН, 1998, № 6, С. 7–21.
3. Егорина А.Н., Качество природной среды в условиях горных барьеров, его влияние на состояние здоровья населения, Горно-Алтайск, 2004, С. 94–97.
4. Рудский В.В., Природопользование в горных странах, Новосибирск, Наука, 2000, С. 207.
5. Селегей Т.С., Потенциал рассеивающей способности атмосферы, География и природные ресурсы, № 2, 1990, С. 132–137.
6. Тажетдинова Н.С., Экономическая эффективность природоохранных мероприятий при разработке месторождений строительных материалов, Краснодар, 2011, С. 37–39.

СЕКЦИЯ

«ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА, САПР, САД, САЕ»

ТРЕБОВАНИЯ К ФОРМИРОВАНИЮ ЧЕРТЕЖА ДЕТАЛИ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ

Запорожцева Нина Ивановна

канд. техн. наук, доц.,
Волжский государственный университет водного транспорта,
РФ, г. Нижний Новгород
E-mail: nina24643@mail.ru

Новиков Сергей Павлович

канд. техн. наук, доц.,
Волжский государственный университет водного транспорта,
РФ, г. Нижний Новгород
E-mail: novsp78@yandex.ru

REQUIREMENTS FOR THE FORMATION OF DRAWING DETAILS AT THE PRESENT STAGE

Nina Zaporoztceva

candidate of Science, assistant professor of associate professor
of department of theory of constructing of engineerings constructions
of Volzhsk state university of water-transport,
Russia, Nizhniy Novgorod

Sergey Novikov

candidate of Science, assistant professor of associate professor
of department of theory of constructing of engineerings constructions
of Volzhsk state university of water-transport,
Russia, Nizhniy Novgorod

АННОТАЦИЯ

С целью оптимизации формирования сети размеров на чертеже предлагается использовать структурный подход, теорию параметризации и теорию базирования, что позволит студентам развивать профессиональное мышление.

ABSTRACT

In order to optimize the formation of the dimensions network in the drawing it is proposed to use a structural approach, theory of parameterization and theory basing, which allows students to develop professional thinking.

Ключевые слова: структура детали, параметрический подход, теория базирования, размерная сеть, классификация изделий.

Keywords: structure of detail, method of parameters, theory of bases, network of sizes, classification of details.

Дисциплина «Инженерная графика» предполагает выполнение работ: эскизы деталей сборочного узла, чертежи деталей по чертежу общего вида.

Целью работ является формирование у студентов конструкторского мышления, умений:

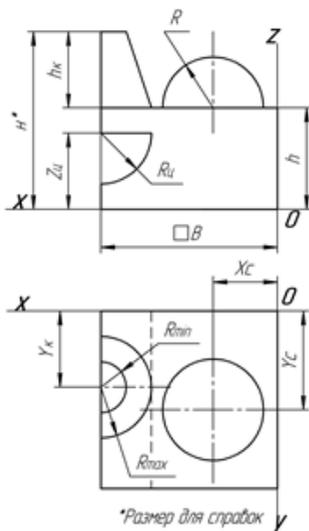
- анализировать структуру изделия,
- определять взаимосвязи элементов структуры детали,
- понимать значения используемых в конструкции размерных баз.

Каждый чертеж содержит изображение геометрической модели, размерную сеть, технические требования к изготовлению, испытанию и контролю. Исследованием формы изделия занимается начертательная геометрия, которая позволяет представлять трехмерные элементы конструкции на плоскости. Под термином деталь подразумевают изделие из однородного материала без применения сборочных операций [1] и представляющее собой структуру конструктивных элементов, простых или сложных, (рисунок 1).

Использование структурного подхода позволяет оптимизировать процесс формирования размерной сети конструктивных элементов детали [5]. При этом, необходимо уделять внимание стандартным элементам конструкции с использованием нормативной документации и библиотек по стандартным конструктивным элементам, например, наружная и внутренняя резьба, цилиндрические и конические отверстия, фаски, наружные и внутренние, различные канавки и проточки и др.



Рисунок 1. Конструктивные элементы структуры детали



Геометрические примитивы	Параметры формы	Параметры положения	Сумма параметров	Параметрическое число модели
Правильная призма	h , $\square B$	$X_{пр} = 0$, $Y_{пр} = 0$, $Z_{пр} = 0$	2	11
Полусфера	R	X_c , Y_c , $Z_c = h$	3	
Усеченный полуконус	h_k , R_{max} , R_{min}	$X_k = 0$, Y_k , $Z_k = h$	4	
Четверть цилиндра	R_k	$X_k = 0$, $Y_k = 0$, Z_k	2	

Рисунок 2. Параметры формы и положения геометрических 3-D элементов пространственной модели

Вопросами количества размеров занимается теория параметризации [4], которая предполагает знания необходимых базовых понятий, определений и методов расчета минимально необходимого количества параметров. Пример расчета параметров учебной 3-D модели приведен на рисунке 2.

На вопрос, «какие размеры» необходимо проставить на чертеже отвечает теория базирования. Оптимальное назначение размерных баз отражается на производственном процессе изготовления, контроле изделия и его жизненном цикле. Базой может быть назначена поверхность (обычно плоскость) или такие элементы как прямая и точка [3]. Базы отсчета в совокупности с параметрами составляют систему параметризации детали. Здесь важно помнить, что количество параметров изделия при замене баз отсчета не изменяется. Размеры наносятся от конструкторских баз, которые, также, могут являться измерительными и технологическими. Примеры назначения размерных баз в учебных чертежах приведены на рисунке 3.

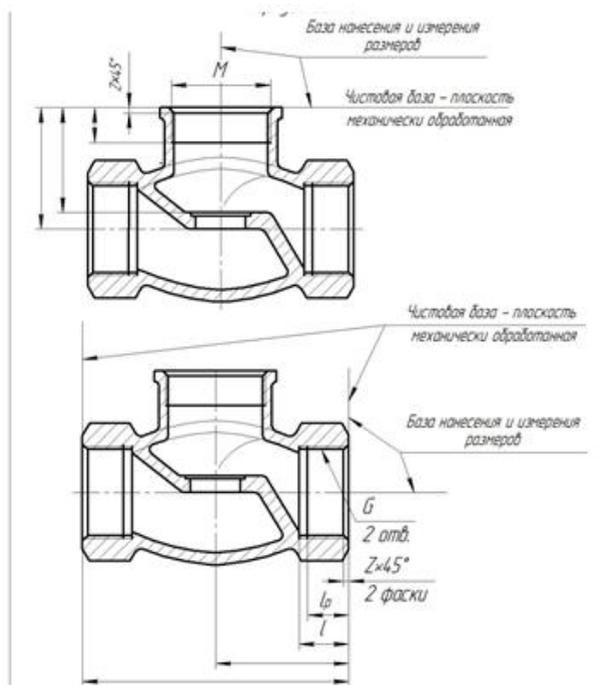


Рисунок 3. Размерные базы для нанесения размеров резьбовых отверстий корпуса вентиля

Подводя итоги, необходимо отметить, что профессиональное отношение к процедуре формирования чертежа позволяет определить классификационные признаки деталей общемашиностроительного использования, к которым в соответствии с классификатором ЕСКД [5] относятся следующие:

- геометрическая форма,
- конструкция составляющих элементов,
- взаимосвязи конструктивных элементов,
- параметрическая характеристика,
- выполняемая функция.

Перечисленные признаки используются для классификации изделий [2] всех отраслей техники с целью эффективной процедуры поиска необходимой конструкторской информации [6] в архивах электронных библиотек всех отраслей техники.

Список литературы:

1. ГОСТ 2.001-70 и др. Единая система конструкторской документации. Общие положения: – М.: Изд-во стандартов, 1988. – 274 с.
2. ГОСТ 2.201-80. Обозначение изделий в конструкторских документах. – М.: Изд-во стандартов, 1988. – 27 с.
3. ГОСТ 21495 – 76. Базирование и базы в машиностроении. Термины и определения. – М.: Изд-во стандартов, 1987. – 35 с.
4. Инженерная геометрия с элементами теории параметризации / Михайленко В.Е. и др. – К.: УМК ВО, 1989. – 84 с.
5. Классификатор ЕСКД. Приложение. Алфавитно-предметный указатель. Термины и толкования. Условные обозначения. – М.: Изд-во стандартов, 1986. – 36 с.
6. Развитие системы единой функциональной систематики для хранения данных о техническом состоянии объекта. Манцеров С.А., Панов А.Ю.: Вестник Нижегородского университета им. Лобачевского. № 6. Часть 1. – Н. Новгород: Изд-во ННГУ им. Лобачевского, 2013.

СЕКЦИЯ

«ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ»

ПРИМЕР ВЫЧИСЛЕНИЯ СТЕПЕНИ СООТВЕТСТВИЯ ЛИЧНОСТНЫХ КАЧЕСТВ МОРЯКА ПВК НА ДОЛЖНОСТЬ «КАПИТАН СУДНА»

Ганина Яна Олеговна

магистрант

Астраханского государственного технического университета,

РФ, г. Астрахань

E-mail: yana-kuranova@outlook.com

Лаптев Валерий Викторович

*канд. техн. наук, доц. кафедры «Автоматизированные системы
обработки информации и управления»*

Астраханского государственного технического университета,

РФ, г. Астрахань

E-mail: laptev@ilabsltd.com

DEVELOPMENT OF MATHEMATICAL MODEL OF SELECTING A CANDIDATE FO THE POSITION “CAPTAIN OF THE SHIP”

Yana Ganina

undergraduate of Astrakhan State Technical University,

Russia, Astrakhan

Valery Laptev

candidate of Technical Sciences, associate Professor of the Department

“Automated Systems of Information Processing and Management”

of Astrakhan State Technical University,

Russia, Astrakhan

АННОТАЦИЯ

В работе рассматривается пример вычисления соответствия личностных качеств испытуемого профессияльно важным качествам должности «капитан судна».

ABSTRACT

The paper deals with an example of calculating compliance with the personal qualities of the test subject's professional qualities the position of "master of the vessel"

Ключевые слова: профессионально важные качества, моряк, нечеткий вывод, нечеткие множества, лингвистические переменные.

Keywords: professional qualities, sailor, fuzzy inference, fuzzy sets, linguistic variables.

Для каждой профессии определены профессионально важные качества, которыми должен обладать человек, чтобы успешно справляться с должностными обязанностями. Для моряков дальнего плавания также выделяют такие качества. Более того, соответствие личностных качеств ПВК важно в данной профессии, т. к. подавляющее большинство аварий происходит из-за отсутствия готовности к экстремальным ситуациям. В данной работе рассматривается пример для должности «капитан судна».

Для оценки личностных качеств предлагается использовать тестирование по Кеттелу с последующим применением нечеткого вывода по Мамдани.

Рассмотрим пример применения нечеткого вывода для двух лингвистических переменных A_1 (фактор А — «замкнутость / общительность») и A_2 (фактор В — «интеллект»). Опишем их (см. таблицу 1).

Таблица 1.

Описание лингвистических переменных

Обозначение переменной	Название лингвистической переменной	Терм-множество
A_1	Фактор А – «замкнутость / общительность»	Замкнутый, недостаточно общительный, общительный
A_2	Фактор В – «интеллект»	Низкий интеллект, интеллектуально развит, высоко интеллектуально развит
В	Степень соответствия личностным качествам капитана	соответствует, частично соответствует, не соответствует

Диапазон от 1 до 10 составляет множество возможных значений x_i и является универсальным множеством U .

Значение выходной переменной B может принимать от 0 до 1.

Сформируем базу правил:

L_1 : Если $A_1 =$ «замкнутый» и $A_2 =$ «низкий интеллект», то $B_1 =$ «не соответствует»;

L_2 : Если $A_1 =$ «замкнутый» и $A_2 =$ «интеллектуально развит», то $B_2 =$ «частично соответствует»;

L_3 : Если $A_1 =$ «общительный» и $A_2 =$ «интеллектуально развит», то $B_3 =$ «частично соответствует»;

L_4 : Если $A_1 =$ «замкнутый» и $A_2 =$ «высоко интеллектуально развит», то $B_4 =$ «частично соответствует»;

L_5 : Если $A_1 =$ «недостаточно общительный» и $A_2 =$ «низкий интеллект», то $B_5 =$ «не соответствует»;

L_6 : Если $A_1 =$ «недостаточно общительный» и $A_2 =$ «интеллектуально развит», то $B_6 =$ «частично соответствует»;

L_7 : Если $A_1 =$ «недостаточно общительный» и $A_2 =$ «высоко интеллектуально развит», то $B_7 =$ «частично соответствует»;

L_8 : Если $A_1 =$ «общительный» и $A_2 =$ «низкий интеллект», то $B_8 =$ «не соответствует»;

L_9 : Если $A_1 =$ «общительный» и $A_2 =$ «высоко интеллектуально развит», то $B_9 =$ «соответствует»;

База правил содержит правила с одинаковыми значениями выходной переменной, это можно исправить объединением таких правил в одно, но это объединение не является обязательным.

Таким образом, получим три правила:

L_1 : Если $A_1 =$ «замкнутый» и $A_2 =$ «низкий интеллект» или $A_1 =$ «недостаточно общительный» и $A_2 =$ «низкий интеллект» или $A_1 =$ «общительный» и $A_2 =$ «низкий интеллект», то $B_1 =$ «не соответствует»;

L_2 : Если $A_1 =$ «замкнутый» и $A_2 =$ «интеллектуально развит» или $A_1 =$ «общительный» и $A_2 =$ «интеллектуально развит» или $A_1 =$ «замкнутый» и $A_2 =$ «высоко интеллектуально развит» или $A_1 =$ «недостаточно общительный» и $A_2 =$ «интеллектуально развит» или $A_1 =$ «недостаточно общительный» и $A_2 =$ «высоко интеллектуально развит», то $B_2 =$ «частично соответствует»;

L_5 : Если $A_1 =$ «недостаточно общительный» и $A_2 =$ «низкий интеллект», то $B_5 =$ «не соответствует».

Рассмотрим случай, когда тестируемый набрал следующее количество стен после прохождения опросника Кеттела: $A_1 = 5$ стен, $A_2 = 8$ стен.

На основе данных результатов, проведем этап фаззификации.

Вычислим функции принадлежности для каждого термина лингвистической переменной (см. таблицу 2).

Таблица 2.

Функции принадлежности для каждого термина

Название термина	Результат вычислений
Замкнутый	0,5
Недостаточно общительный	0,5
Общительный	1
Низкий интеллект	0
Недостаточно высокий интеллект	0
Высокий интеллект	1

Далее вычислим степени истинности левой части каждого правила сначала применив операцию \min , а потом к полученным значениям применив операцию \max , кроме правила L_3 , для этого правила применяем только операцию \min (см. таблицу 3).

Выполняя этапы аккумуляции, дефаззификации получим значение, соответствующее терму «частично соответствует».

Таблица 3.

Степень истинности подзаклучений

Правило	Название переменной	Результат
L_1	α_1	$\max\{\min\{0.5,0\}, \min\{0.5,0\}, \min\{0,0\}\}=0$
L_2	α_2	$\max\{\min\{0.5,0\}, \min\{0,0\}, \min\{0.5,1\}, \min\{0.5,0\}, \min\{0.5,1\}\}=0.5$
L_3	α_3	$\min\{0,0\}=0$

Таким образом, применение нечеткого вывода позволяет отображать результаты тестирования на языке, понятном человеку без специальных знаний в психологии. Выбранный тип функции принадлежности подлежит тестированию на статистических данных, что в будущем позволит сделать вывод о точности применимости для данной задачи.

Список литературы:

1. Аверкин А.Н. и др. Нечеткие множества в моделях управления и искусственного интеллекта [Текст]. – М.: Наука. гл. ред. физ-мат. лит., 1986. 312 с.

2. Кофман А. Введение в теорию нечетких множеств. – М.: Радио и связь, 1982. – 432 с.
3. Никитина Н.Ш., Бурмистрова Е.В. Методика отбора персонала на вакансию на основе нечетких показателей, Университетское управление – 2004. – № 3 (31).
4. Пегат А. Нечеткое моделирование и управление. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. – 655 с.
5. Энциклопедия психологических тестов. Личность, мотивация, потребность. – М.: Издательство АСТ, 1997. – 300 с.

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ШИМ СИГНАЛОВ В МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ

Маханько Андрей Анатольевич

*канд. техн. наук, доц., Казанский национальный исследовательский
технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ,
РФ, Республика Татарстан, г. Казань
E-mail: andmahanko@mail.ru*

PECULIARITIES OF PWM SIGNALS FORMATION IN MICROPROCESSOR CONTROL SYSTEM

Andrei Makhanko

*candidate of Science, assistant professor in Kazan National Research
Technical University named after A.N. Tupolev-KAI,
Russia, Republic of Tatarstan, Kazan*

АННОТАЦИЯ

В современных системах управления нашли широкое применение сигналы широтно-импульсной модуляции, но в отсутствие специальной аппаратуры на это требуется много машинного времени. В статье рассматривается алгоритм, позволяющий экономить машинное время при формировании ШИМ сигналов.

ABSTRACT

Modern control systems are widely used signals PWM, but in the absence of special equipment required too many computer time. The article

discusses the algorithm allows saving machine time during the formation of the PWM signals.

Ключевые слова: широтно-импульсная модуляция, система управления, дискретные, аналоговые, сигналы, программное формирование.

Keywords: pulse-width modulation, control system, discrete, analog, signals, software formation.

При формировании аналоговых управляющих сигналов, часто используемых в современных системах управления [2], возникает проблема – для управления сильноточными нагрузками необходимо формировать мощный аналоговый сигнал. Дополнительные сложности возникают из-за того, что большинство выпускаемых микроконтроллеров не имеют аналоговых выходов, что требует высокой квалификации специалистов [4] при проектировании систем на основе таких микроконтроллеров.

Вариантом формирования управляющего сигнала является использование цифро-аналоговых преобразователей (ЦАП) и пропорционального усилителя, но такая система крайне сложна и имеет низкий КПД, так как для пропорционального управления требуется промежуточные режимы работы усилителя – не желательные с точки зрения энергопотребления.

Альтернативой ЦАП является использование сигналов широтно-импульсной модуляции (ШИМ), которые сейчас широко используются в цифровых системах управления. Они удобны тем, что могут вырабатываться дискретными системами и имеют только два уровня (активный – «1» и пассивный – «0»), но при этом могут без дополнительных преобразований подаваться на исполнительные устройства, требующие аналогового сигнала постоянного тока, а в качестве усилителей мощности могут использоваться дискретные ключи, обеспечивающие малое рассеивание мощности на управляющих элементах схемы.

Сигналы ШИМ особенно удобны для микроконтроллеров, так как позволяют объединить в одном корпусе вычислительное устройство и устройство формирования управляющего сигнала.

Для формирования управляющего ШИМ сигнала в составе некоторых типов микроконтроллеров предусматриваются специальные устройства. На рисунке 1 приведён пример схемы такого устройства, использованного в семействе микроконтроллеров PIC16 фирмы Microchip.

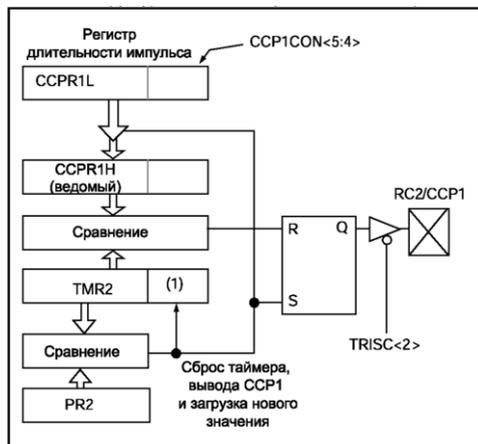


Рисунок 1. Устройство формирования ШИМ сигнала

Как правило, такое устройство имеет в составе регистр длительности импульса (CCPR) и таймер с ограничением периода переполнения (TMR2).

Функционирует такое устройство следующим образом: в регистр длительности импульса записывается число. На таймер заводятся сигналы системы синхронизации и тактирования контроллера.

При работе таймера пока значение, накопленное в таймере, меньше значения записанного в регистре на выходе устройства устанавливается единица. Когда число в таймере превышает значение в регистре, на выходе устанавливается ноль. Когда число в таймере достигает значения в регистре ограничения периода, тогда таймер автоматически сбрасывается, и операция начинается с начала. В такой системе скважность определяется соотношением чисел, содержащихся в регистре длительности импульса и в регистре ограничения периода. Значение регистра ограничения периода позволяет регулировать частоту импульсов.

Подобная аппаратура позволяет формировать ШИМ высокой частоты большого разрешения и практически не требует дополнительных вычислительных мощностей. Однако эта аппаратура существенно усложняет и удорожает контроллер, поэтому применяется недостаточно широко (например, в микроконтроллерах PIC16 используется не более двух независимых формирователей ШИМ).

Для того чтобы восполнить недостаток аппаратных средств формирования ШИМ, как правило, используется следующий алгоритм программного формирования ШИМ. (рисунок 2).

Каждый период ШИМ делится на кванты, отсчитываемые одним из аппаратных таймеров, который настраивается так, чтобы генерировать прерывания через определённые промежутки времени, соответствующие длительности одного кванта сигнала ШИМ. В памяти контроллера резервируются следующие ячейки памяти: два регистра для каждого канала ШИМ, и один регистр для отсчёта периода ШИМ.

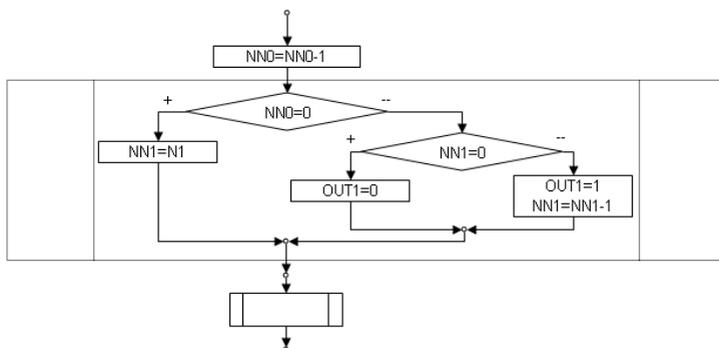


Рисунок 2. Блок-схема алгоритма формирования ШИМ сигнала

В данном алгоритме используется явление переполнения разрядной сетки. При каждом прерывании таймера значение регистра периода ШИМ уменьшается на единицу ($NN0=NN0-1$). Это приведёт к тому, что для восьмиразрядного процессора если исходное значение $NN0$ равно 0, то после вычитания получится 255, таким образом, происходит переполнение (рисунок 3). Формирование сигнала ШИМ происходит следующим образом - в момент времени, когда $NN0=0$ происходит запись числа из буферного регистра ($N1$) в регистр счётчик ($NN1$), после чего на каждом прерывании происходит уменьшение регистра счётчика на единицу, до тех пор, пока он не станет равен нулю, после этого уменьшение прекращается. Пока значение регистра счётчика не равно нулю на выходе ($OUT1$) установлена единица, когда значение приравняется нулю, на выходе устанавливается ноль. Этот алгоритм повторяется для каждого канала ШИМ.

Для реализации этого алгоритма необходимо, чтобы контроллер имел доступ к поразрядному управлению портами ввода-вывода. Управление частотой осуществляется настройкой периода прерывания

таймера. Скважность импульсов равна отношению числа, записанного в буферный регистр и максимального числа при данной разрядной сетке (для восьмиразрядного контроллера это 255).

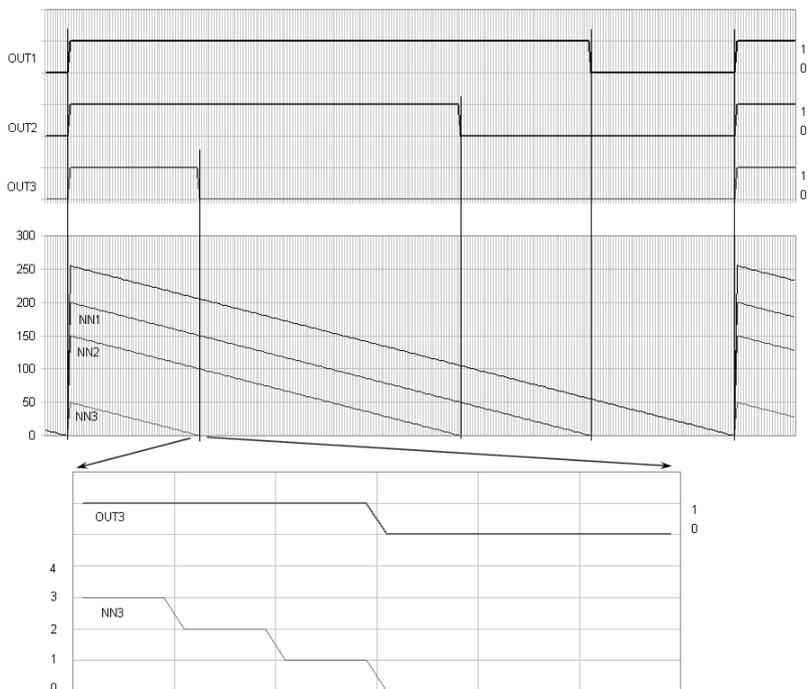


Рисунок 3. Временная диаграмма формирования ШИМ сигнала

Главным недостатком такого алгоритма является то, что на отрезке времени между двумя прерываниями таймера много времени и вычислительных возможностей тратится на обслуживание сигналов ШИМ. Это существенно ограничивает количество генерируемых сигналов ШИМ и их частоту, так как требуется резервировать большие промежутки времени, что приводит к увеличению периода ШИМ сигнала.

Рассмотренный алгоритм использовался при проектировании системы управления колёсного погрузчика ПК-60.01Я [3]. В системе имелось 6 каналов управления, все были выполнены как ШИМ сигналы. В качестве управляющего устройства использовался контроллер PIC18F8680 с тактовой частотой 16 МГц, частота ШИМ задана была 100 Гц. Для обеспечения заданной частоты ШИМ

потребовалось задать длительность кванта ШИМ – 39,22 микросекунд (627 тактов генератора или 156 командных циклов). Программа обслуживания одного канала содержала 11 операторов. Для сохранения состояния процессора и последующего его восстановления необходимо 14 операторов. Вся подпрограмма обслуживания ШИМ состояла из 80 ($11 \cdot 6 + 14$) операторов, на выполнение которой требовалось 20 микросекунд. Следовательно, на формирование ШИМ тратилось $20 \text{ мкс} / 39,22 \text{ мкс} = 51 \%$ вычислительных возможностей контроллера.

Если бы требовалось обслуживать 12 каналов, процедура формирования ШИМ состояла бы из 146 операторов, занимала бы 36,5 микросекунд и забирала бы более 93 % времени контроллера. Это означает, что для выполнения остальных функций контроллера в системе управления не хватало бы времени. Для решения этой проблемы можно было бы предложить поднять тактовую частоту, что сократит время исполнения подпрограммы, но контроллеры имеют ограничение максимальной тактовой частоты (например, для семейства PIC18 до 25 МГц). К тому же, при повышении тактовой частоты увеличивается потребление энергии и нагрев контроллера.

Выходом из возникающего затруднения может стать предлагаемый новый экономичный алгоритм (рисунок 4).

Для использования этого алгоритма необходимо организовать массив, содержащий записи $\{N_i M_i\}$. В этой записи M_i – маска, которая при выполнении операции «логическое И» с текущим состоянием порта обнуляет один или несколько разрядов порта, а N_i – число, характеризующее момент применения маски, то есть момент переключения очередного сигнала. Кроме массива необходимо использовать счётчик времени (NN0) и указатель массива (i). Так же, как и в предыдущем алгоритме используется аппаратный таймер, который отсчитывает промежутки времени, соответствующие квантам сигнала ШИМ.

При каждом прерывании счётчик времени увеличивается на единицу. Период ШИМ сигнала соответствует переполнению счётчика (для восьмиразрядных систем 255). В начале цикла указатель массива устанавливается на начало массива, а текущее значение счётчика времени сравнивается с выбранным значением N_i . Как только значение счётчика превышает N_i , производится операция «И» между текущим значением порта вывода, в котором должны быть сосредоточены сигналы ШИМ, формируемые этим алгоритмом, и маской M_i , в результате чего некоторые разряды порта вывода будут

обнулены. Так же в этот момент указатель «передвигается» на следующий элемент массива ($i = i+1$).

После завершения цикла ШИМ ($NN0=0$) производится анализ команд выданных основной программой (составляется новый массив $\{N_i M_i\}$). Значения N_i сортируются по возрастанию и определяются маски M_i соответствующие каждому переключению. В начале нового цикла все каналы ШИМ устанавливаются в единицу. В дальнейшем каждый из них будет сброшен в момент времени, определённый состоянием соответствующего регистра N_i .

Таким образом, частота ШИМ определяется периодом между прерываниями, заданным таймером. Скважность каждого импульса определяется соотношением соответствующего регистра N_i и максимального значения счётчика времени при данной разрядной сетке (для восьмиразрядных систем – 255).

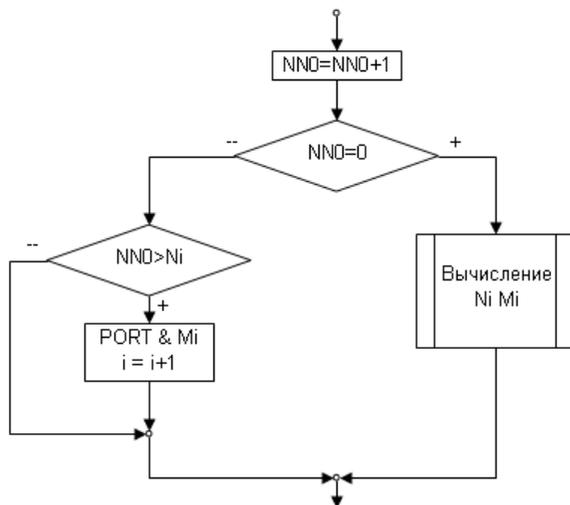


Рисунок 4. Экономичный алгоритм формирования ШИМ сигнала

Для реализации такого метода необходимо чтобы порт вывода, используемый для формирования ШИМ, был доступен для операций считывания и модификации.

Достоинством данного метода по сравнению с предыдущим является то, что на каждом прерывании (кроме начала цикла) выполняется только одна операция сравнения и не больше трех математических операций. Это существенно экономит вычислительные ресурсы системы.

Например, при реализации системы управления длина программных ветвей процедуры обработки прерывания не превышает 16 операторов (при выполнении переключения сигнала 16 операторов, без выполнения переключения 12). Моменту начала цикла ШИМ соответствует довольно длинная процедура подготовки массива, но эта процедура выполняется один раз за полный цикл ШИМ и поэтому не отнимает много времени контролера, также эту процедуру можно вынести в основную программу тем самым избежать конфликта между основной программой и задачей формирования ШИМ.

Для сравнения – рассмотренный выше алгоритм формирования 6 управляющих сигналов укладывается в 32 оператора (16 операторов – процедура формирования ШИМ и 16 операторов процедура входа и выхода из прерывания), что составляет всего 20,4 % времени контроллера. Это соотношение не меняется, независимо от количества каналов, до тех пор, пока количество каналов не превышает разрядности шины данных контроллера.

Если число каналов больше разрядности контроллера, то потребуется несколько магистральных операций для применения маски. Длина ветвей программы в этом случае будет составлять: 12 операторов без выполнения переключения сигналов, 18 операторов при выполнении переключения сигналов, собранных в два порта ввода-вывода. В этом случае процедура обслуживания прерывания составит 34 оператора, то есть потребует 21,675 % рабочего времени контроллера.

Использование дискретного по сути сигнала ШИМ позволяет существенно упростить аппаратную реализацию системы управления. В этом случае формователи выходного сигнала представляют собой мощные транзисторные ключи.

Основное требование к выходным ключам для ШИМ сигналов – малое время переключения, а, следовательно, высокая частота коммутации. Это требование обусловлено необходимостью формировать короткие импульсы при малом уровне сигнала и короткие паузы при большом уровне сигнала.

При разработке блока управления «Омега-1» колёсного погрузчика ПК-60.01 использовались ключи на полевых транзисторах с частотой переключений до 6 МГц. Это позволило формировать сигналы большой точности. В одном из вариантов системы использовался электрогидрораспределитель с двумя выходными каналам в каждой секции. Это позволило управлять шестью бустерами коробки передач (1, 2, 3, 4 передачи и бустеры переднего и заднего хода) с помощью трёх секций распределителя. Однако это потребовало формирования выходного сигнала так, что диапазон от $U_{пит}/2$ до $U_{пит}$ использовался

как команда для одного канала управления, а от 0 до $U_{\text{пит}}/2$ для другого. Это уменьшило разрешающую способность каждого из сигналов ШИМ в 2 раза, но этого оказалось достаточно для обеспечения требуемого уровня точности формирования управляющих сигналов.

В дальнейших модификациях системы управления применялись индивидуальные электрогидравлические распределители для каждого канала управления, что позволило использовать в каждом канале полную разрешающую способность восьмиразрядного формирователя ШИМ сигнала.

Модифицированный блок «Омега-1» использовался в системе управления трансмиссией бульдозера-рыхлителя Т-40.01ЯБР. В этом случае высокое разрешение сигнала ШИМ позволило обеспечить плавность управления поворотом трактора.

Кроме разрешающей способности и частоты коммутации большое значение для выходных цепей блока управления имеет защита от коротких замыканий и перегрузок.

При разработке системы управления трансмиссией бульдозера-рыхлителя Т-40.01КБР был использован микропроцессорный блок фирмы Sauer-Danfoss марки Plus1 MC 050-010, в котором используется система защиты выходных ключей от короткого замыкания в нагрузке. Это позволило существенно повысить надёжность системы.

Наиболее удобным решением с точки зрения защиты является использование интеллектуальных транзисторных ключей. Они имеют встроенную защиту от перегрузки и позволяют без дополнительных аппаратных затрат организовать обратную связь по току в нагрузке. Это позволяет организовать управление током, а не напряжением в нагрузке, что важно при управлении электромагнитными устройствами, например, электромагнитами гидроклапанов.

Однако, интеллектуальные ключи имеют низкую частоту переключения, что затрудняет их использование для формирования сигналов ШИМ.

В данном случае возможно два решения.

В первом случае используется обычный полевой транзистор, который формирует ШИМ сигнал, а вместе с ним работает система защиты и измерения тока. Такая система получается громоздкой, сложной и дорогой.

Другим вариантом решения этой проблемы служит совместное использование транзисторного и интеллектуального ключа. В этом случае ключи включаются последовательно, интеллектуальный ключ постоянно открыт, а формирование ШИМ выполняется транзисторным ключом. Интеллектуальный ключ используется для защиты системы

формирования сигнала аварии в канале управления и формирования сигнала обратной связи по току.

В результате получен алгоритм пригодный для формирования ШИМ сигналов в системах управления авиационными, автотракторными, корабельными устройствами и системами [1], а также применимый в других видах приборов и систем, в том числе в педагогике в наглядных пособиях [5].

Список литературы:

1. Алпаров А.У., Благов А.Е., Дегтярев Г.Л., Маханько А.В., Маханько А.А., Руденко С.А., Харитонов А.Ю. Микропроцессорная система управления самоходной моделью тримарана. Вестник казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева, Казань, 2014. № 3.
2. Благов А.Е., Земляков А.С. Синтез управления механическими системами на основе декомпозиции-агрегирования. Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. 2004. № 2.
3. Дегтярёв Г.Л., Маханько А.А. Опыт применения микропроцессорных систем управления на тяжёлых транспортных машинах. Вестник казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева, Казань, 2007. № 1 (45).
4. Морозов С.А., Соколова Г.П. Особенности создания системы дистанционного обучения. Математические методы в технике и технологиях – ММТТ. 2013. № 9-1 (59).
5. Соколова Г.П. Использование информационных технологий при изучении графических дисциплин. Математические методы в технике и технологиях – ММТТ-21: сб. трудов XXI Международ. науч. конф. в 10 т. Т. 9. Саратов: изд-во Саратов. гос. техн. ун-та, 2008.

ОСОБЕННОСТИ ВЫБОРА ТЕХНОЛОГИИ ДОСТУПА К ДАННЫМ В АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ

Набатчикова Александра Дмитриевна

программист ООО «УНИАР»,

РФ, г. Москва

E-mail: alexandran1993@mail.ru

ISSUES OF THE CHOICE OF DATA ACCESS TECHNOLOGY OF IN THE AUTOMATED INFORMATION SYSTEM

Alexandra Nabatchikova
programmer of LLC "UNIAR",
Russia, Moscow

АННОТАЦИЯ

При выборе технологии доступа к данным необходимо учитывать, что она должна способствовать расширению функциональности автоматизированной информационной системы без ущерба для ее надежности и быстродействия. В статье приводится обзор преимуществ и недостатков выбранного способа доступа к данным посредством технологии LINQ to SQL. Выбранная технология позволила на примере рассматриваемой системы найти приемлемое соотношение между надежностью, расширяемостью и быстродействием системы.

ABSTRACT

When choosing data access technology it is necessary to consider that it shall promote expansion of functionality of the automated information system without prejudice to its reliability and speed. The overview of benefits and shortcomings of the chosen data access method by means of the LINQ to SQL technology is provided in article. The chosen technology has allowed to find on the example of the considered system an acceptable ratio between reliability, expansibility and speed of system.

Ключевые слова: LINQ to SQL; выбор технологий; база данных.
Keywords: LINQ to SQL; choice of technology; database.

При разработке автоматизированных информационных систем (АИС) с большим количеством разнообразных объектов и значительным числом пользователей требуется учитывать множество различных факторов, влияющих на выбор технологии разработки АИС.

Для того чтобы обеспечить постоянный интерес пользователей, требуется постоянно расширять функциональность, автоматизируя все больше и больше бизнес-процессов, что особенно актуально и выгодно для предприятий, использующих АИС. Выбираемые для проектирования технологии должны обеспечивать легкое расширение функциональных возможностей, а главное — способствовать выявлению

ошибок, которые потенциально могут возникнуть при изменении структуры данных в связи с появлением новой функциональности. Кроме этого, система наполняется данными, это приводит к постепенному росту нагрузки, что должно учитываться в требованиях к используемым технологиям.

В данной работе особенности выбора и применения технологии доступа к данным будут показываться на примере АИС «Документарная база знаний» (АИС ДБЗ), которая представляет собой базу данных (БД), заполняемую различными электронными документами и интерактивными материалами, и интерфейс для работы с этой базой данных, предусматривающий возможность получения справочно-аналитической информации по ним. Таким образом, необходимо сформулировать преимущества и недостатки использования выбранной технологии доступа к базе данных для рассматриваемой системы.

Серверная часть анализируемой АИС ДБЗ реализована на языке программирования C# с применением технологии разработки веб-приложений и веб-сервисов ASP.NET. Клиентская часть реализована на сценарном языке программирования JavaScript с применением асинхронных запросов по технологии AJAX (Asynchronous Javascript and XML).

ASP.NET – технология разработки веб-приложений, являющаяся важной составляющей платформы .NET. В отличие от предшествующей версии ASP (Active Server Pages – «Активные страницы сервера»), эта технология предлагает унифицированную платформу, существенно упрощающую построение крупных веб-приложений [2]. Из языков программирования, доступных в платформе .Net, выбор сделан в пользу C#. Этот язык имеет строгую типизацию данных, что исключает возможные ошибки непредсказуемого преобразования типов. Также он полностью объектно-ориентирован, что положительно сказывается на надежности системы. Учитывая большое количество нововведений, этот язык позволяет быстро разрабатывать приложения без ущерба для качества кода приложения, но при этом сохраняет лаконичность, свойственную C-подобным языкам.

В качестве системы управления базами данных (СУБД) используется Microsoft SQL Server (MS SQL). Непосредственно запросы о доступе к данным выполняются не напрямую, посредством запросов на языке SQL, а через технологию LINQ, а именно LINQ to SQL. Такой подход имеет свои преимущества и недостатки. Следует отметить, что аналогичные реализации LINQ существуют и для других

СУБД, поэтому выбор MS SQL Server не обусловлен выбором технологии LINQ to SQL.

«LINQ to SQL – это API-интерфейс для работы с базами данных SQL Server. В современном мире, где господствуют объектно-ориентированные языки программирования, существует несоответствие между языком программирования и реляционной базой данных. При написании приложения мы моделируем классы как представления объектов реального мира, таких как заказчики, счета, политики и полеты. Нам нужен способ сохранения этих объектов, чтобы при перезапуске приложения все эти объекты с их данными не были потеряны. Однако большинство баз данных промышленного масштаба остаются реляционными и хранят свою информацию в виде записей в таблицах, а не в виде объектов» [3, с. 359].

Например, полями объекта «Акт» являются категория и набор рубрик, связанных отношением «многие к одному», то есть массив, который является унаследованным свойством родительского класса «Документ». При сохранении такая информация может быть записана, например, в 4 таблицы: «Документы», «Рубрики», «Категории», а также в таблицу дополнительных свойств акта по отношению к обычному документу.

```
class Rubric { //Рубрика
}
class Category { //Категория
}
class Document { //Документ
    int Id;
    string Name;
    //Список рубрик, к которым
    // относится документ
    Rubric[] DocRubrics;
}
class Act : Document { //Акт
    DateTime ActDate;
    //Категория
    Category ActCategory;
}
```

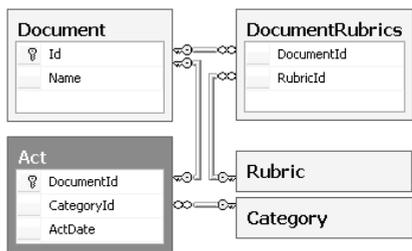


Рисунок 1. Структура базы данных и соответствующие ей классы

Ввиду существенных отличий типов данных, поддерживаемых языком приложения, от используемых в СУБД, при разработке требуется реализовать специальные конверторы данных, которые выполняют отображение типов, данных приложения на соответствующие поля таблиц реляционной базы данных и обратно при записи и, соответственно, считывании объекта из БД. Это кропотливый и потому подверженный ошибкам этап разработки. Проблема объектно-реляционного отображения (object-relational mapping – ORM)

привела к необходимости использования программных ORM-фреймворков [1]. В АИС ДБЗ в качестве такого решения выбрана технология LINQ to SQL – реализация ORM от Microsoft на основе LINQ, предназначенная для работы с SQL Server.

К недостаткам LINQ to SQL можно отнести снижение производительности. Однако стоит отметить, что речь идет о максимальной производительности, которой можно добиться, используя все возможности оптимизации запросов. Это связано с тем, что при использовании LINQ to SQL, как и других ORM, затрачивается дополнительное время на формирование оптимального запроса, плана его выполнения в СУБД, маппинг и компиляцию при том, что формируемый SQL-запрос не всегда оказывается в итоге оптимальным. Разработчику всегда необходимо контролировать, какие именно запросы формируются, например, используя Sql Server Profiler, чтобы обеспечить производительность, приближенную к той, которая может быть получена при использовании чистого T-SQL. Также к недостаткам LINQ to SQL следует отнести отсутствие возможности использования в рамках LINQ-запроса некоторых функций MSSQL, которые при применении чистого T-SQL могут давать существенное увеличение производительности запроса, в частности использование временных таблиц и таблиц переменных. Однако все эти недостатки являются платой за указанные выше возможности контролировать целостность модели данных, что особенно актуально при расширении функциональности, связанной с изменением структуры БД, а также с удобством проецирования объектов на таблицы реляционной БД.

Выбор технологии для реализации программных решений, несомненно, имеет ключевое значение для быстродействия, надежности и расширяемости системы. Выбор LINQ to SQL оправдан в случае ориентации на надежность и расширяемость системы, однако эта технология уступает в быстродействии чистому T-SQL. Рассмотренные преимущества и недостатки в той или иной мере присущи всем ORM, которые в свою очередь развиваются, сглаживая недостатки, связанные с подготовкой и компиляцией запросов. В частности, на данный момент Microsoft на смену LINQ to SQL предлагает Entity Framework. Он имеет лучшие параметры быстродействия, похож по синтаксису на LINQ to SQL, что облегчает переход на эту технологию. Тем не менее следует учитывать, что для крупных систем со значительным количеством функций переход на новую технологию связан с необходимостью дополнительных трудозатрат, что далеко не всегда экономически обосновано в связи с необходимостью последующего тестирования всей системы.

Список литературы:

1. Введение в ORM (Object Relational Mapping) – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://internetka.in.ua/orm-intro/> (Дата обращения: 15.06.16).
2. Глава 10. ASP.NET и Web-формы – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://cpu.h17.ru/net/10/> (Дата обращения: 15.06.16).
3. Фримен А., Раттц-мл Д.С. LINQ: язык интегрированных запросов в C# 2010 для профессионалов. – М.: ООО «И.Д. Вильямс», 2011. – С. 656.

УПРАВЛЕНИЕ WINDOWS-ПРИЛОЖЕНИЯМИ В ОС LINUX

Сирант Ольга Васильевна

*доц. кафедры «Информатика и вычислительная техника»,
ФГБОУ ВО «Поволжский государственный университет
телекоммуникаций и информатики»,*

РФ г. Самара

E-mail: sirant@aport.ru

Тихонов Дмитрий Игоревич

*студент 4 курса, ФГБОУ ВО «Поволжский государственный
университет телекоммуникаций и информатики»,*

РФ г. Самара

MANAGEMENT WINDOWS-APPLICATIONS IN THE OPERATING SYSTEM LINUX

Olga Sirant

*assistant professor of “Povolzhsky State University
of Telecommunications And Informatics”,
Russia, Samara*

Dmitry Tihonov

*4th year Student, “Povolzhsky State University
of Telecommunications And Informatics”,
Russia, Samara*

АННОТАЦИЯ

В статье рассматривается способ установки и управления Windows-приложениями в ОС Linux, автоматизация, отслеживание и устранение ошибок установки.

ABSTRACT

The article discusses how to install and manage Windows-based applications on Linux, automation, tracking and eliminating installation errors.

Ключевые слова: Windows-приложения в ОС Linux, управление, установка.

Keywords: Windows-based applications on Linux, automation, tracking.

В последнее время все больше и больше как домашних, так и корпоративных пользователей рассматривает вопрос о миграции с ОС семейства Windows на Linux. Изначально сама процедура установка Linux'a была затруднена и доступна только профессионалам. Современные же дистрибутивы этой операционной системы инсталлируются, чуть ли не проще, чем Windows.

Самой же, пожалуй, актуальной проблемой на сегодняшний день является замена привычных Windows-приложений аналогами для Linux. Проблема заключается в том, что для Linux'a на сегодняшний день существует множество приложений, но далеко не все они полнофункциональны и удобны в использовании [1].

Кроме того, нельзя забывать, что многие пользователи уже используют проверенные и привычные им по Windows'у интерфейс и функциональность. Они не хотят переучиваться и привыкать к абсолютно новым решениям.

Для того чтобы запустить такие приложения, как: 1С Предприятие, КриптоПРО, Контур Экстерн Лайт было выбрано программное обеспечение Wine компании Etersoft. Пакеты WINE@Etersoft Local можно скачать с официального сайта разработчика. На почту приходит список пакетов для установки, имеющие расширение '.deb', и файлом лицензии [3].

Для того чтобы установить все эти пакеты можно воспользоваться несколькими способами, такими как:

- Центр приложений Ubuntu – представленный графическим интерфейсом, с помощью которого устанавливается все программное обеспечение для операционной системы Ubuntu.
- Терминал – интерфейс командной строки, с помощью которого можно управлять всеми файлами, каталогами и приложениями.

Для того чтобы автоматизировать установку всех пакетов, которые были загружены с сайта разработчика, был создан скрипт `install.sh`, который и был использован.

Данный скрипт запускает последовательную установку всех пакетов, которые были представлены в заказе.

Для проверки правильности установки была использована функция `check_fail`. Функция `check_fail` выполняет проверку в процессе установки каждого пакета на наличие ошибки, и, если она встречается, то выводится информация о том, что в процессе установки произошла ошибка.

О том, какая ошибка произошла в процессе установки можно посмотреть в консоли, из которой выполнялся запуск скрипта.

```
function check_fail()
{
if test $1 -ne 0;
then
echo «Произошла ошибка»
exit $1
fi
}
```

При установке основных пакетов Wine и пакетов Wine Local. В каталоге необходимо провести поиск файлов, которые содержат в названии “`wine-etersoft`” и записать их в отдельный временный файл `winelist` для дальнейшей работы. Для этого служит следующий код программы:

```
echo “Installing Wine”
ls | grep 'wine-etersoft' | sort > winelist
```

Следующая часть кода служит для построчного считывания названия пакетов из созданного файла `winelist` и их установки. В это же время идет проверка на наличие ошибок с помощью функции `check_fail`.

```
while read line;
do
dpkg -i $line || check_fail $?
done < winelist
```

Если установка основных пакетов прошла успешно, то выводится соответствующее сообщение с помощью команды **echo**, которая выводит на экран указанный текст:

```
echo «Установка пакетов Wine прошла успешно.»
```

Установка модуля `haspd`, пакетов со шрифтами и проверка на наличие ошибок в процессе установки происходит также, как и для предыдущих пакетов, что видно из дальнейшего кода.

```
ls | grep 'haspd' | sort > hlist
while read hline;
do
dPKG -i $hline || check_fail $?
done < hlist
echo «Установка пакетов haspd прошла успешно.»
echo «Установка пакетов со шрифтами..»
ls | grep 'fonts-ttf-liberation' | sort > flist
while read fline;
do
dPKG -i $fline || check_fail $?
done < flist
echo «Установка шрифтов прошла успешно.»
```

Оставшиеся два пакета устанавливаются просто с помощью команды `dpkg -i` и также происходит проверка на наличие с помощью функции `check_fail`

```
echo «Установка пакета etercifs»
dPKG -i etercifs_5.4.14-eter2ubuntu_all.deb || check_fail $?
echo "Установка пакета dkms-aksparlNX"
dPKG -i dkms-aksparlNX_3.2-eter1ubuntu_all.deb || check_fail $?
```

После окончания установки необходимо удалить временные файлы, которые находятся с помощью команды `grep` и удаляются с помощью команды `xargs -I rm '{}'`, т. к. они больше не нужны.

```
cd /home/d1mx/Загрузки | ls | grep 'list' | xargs -i rm '{}'
```

```
echo «Установка пакетов WINE@Etersoft прошла успешно.»
```

Для запуска созданного скрипта, предназначенного для автоматизации установки выбранных пакетов, необходимо сделать его исполняемым файлом. Это делается с помощью команды `chmod`:

```
# chmod +x install.sh
```

где: `#` – означает, что выполнение команды происходит с правами суперпользователя.

Команда **chmod** нужна для изменения прав доступа к файлам и директориям.

Ключ `+x` означает, что файл может быть выполнен пользователем.

Команду достаточно выполнить один раз.

Программа КриптоПРО, загруженная с официального сайта <https://www.cryptopro.ru/products/esp/downloads> для операционной системы Linux в виде архива с установочными `rpm`-пакетами, имеющими суффикс `.rpm`.

Для того, чтобы установить пакеты данного формата в терминале нужно прописать команду:

```
# rpm -i name-of-rpm-file.rpm
```

где: # – означает, что команда выполняется с правами суперпользователя.

Ключ – i (-install) означает, что данный пакет будет выполнен для установки.

В операционной системе Ubuntu 14.04 при попытке установки пакета с форматом .rpm возникает ошибка:

```
rpm: RPM should not be used directly install RPM packages, use Alien instead!
```

Данная ошибка говорит о том, что установка данного формата пакета невозможно и следует конвертировать его в формат .deb с помощью вспомогательной утилиты Alien.

Для того, чтобы минимизировать затраченное время и автоматизировать установку всех пакетов КриптоПРО был создан специальный скрипт, который позволяет распаковать архив с установочными пакетами, проверку дистрибутива Ubuntu на принадлежность в операционной системе. Создается одноименная переменная для выбора варианта дальнейшей установки, данный пакет будет сначала конвертирован, с помощью ранее установленной утилиты alien и установлен.

После установки всех пакетов необходимо удалить созданные временные файлы. Для этого выполняется поиск файла archive [2], с помощью команды `grep`, в том же каталоге, где находится сама программа и удаляется с с помощью команды `xargs -i rm '{}'`.

В конце установки, если она прошла без ошибок, выводится соответствующее сообщение:

```
echo «Установка СcryptPRO прошла успешно»
```

Для того, чтобы данный скрипт можно было выполнить, нужно его поместить в каталог, где находится архив с установочными пакетами.

В результате был создан программный модуль для автоматизации установки пакетов WINE@Etersoft, реализован запуск приложения 1С: Предприятия в ОС Linux, для определения возможных ошибок и для их разрешения, а также автоматизации установки пакетов КриптоПРО.

Результаты проделанной работы, программные модули были отработаны на практике.

Список литературы:

1. WINE@Etersoft: привычные программы на свободной платформе – [Электронный ресурс] // Решение для перехода на Linux и свободное ПО – Режим доступа URL: <http://etersoft.ru/products/wine> – (Дата обращения: 24.04.2016).

2. КриптоПро – Alt Linux Wiki – [Электронный ресурс] // КриптоПро – Режим доступа URL: <https://www.altlinux.org/КриптоПРО> – (Дата обращения: 23.04.2016).
3. Способы запуска Windows-приложений в среде Linux – [Электронный ресурс] // Wi-Lift. Time – Режим доступа URL: <http://pro-spo.ru/-windows-linux/2337--windows-linux> – (Дата обращения: 23.04.2016).

УПРАВЛЕНИЕ ДОСТУПОМ К ПРОГРАММНОМУ ОБЕСПЕЧЕНИЮ ЧЕРЕЗ PXE-СЕРВЕР

Шпаков Александр Витальевич

*студент 4 курса, факультета информационных систем и технологий,
ФГБОУ ВО «Поволжский государственный университет
телекоммуникаций и информатики»,
РФ, г. Самара
E-mail: alex512849@gmail.com*

Сирант Ольга Васильевна

*доц. кафедры «Информатика и вычислительная техника»
ФГБОУ ВО «Поволжский государственный университет
телекоммуникаций и информатики»,
РФ, г. Самара
E-mail: sirant@aport.ru*

ACCESS MANAGEMENT TO SOFTWARE THROUGH PXE SERVER

Alex Shpakov

*4th year Student, “Povolzhsky State University
of Telecommunication and Informatics” (PSUTI),
Russia, Samara*

Olga Sirant

*assistant professor of “Povolzhsky State University
of Telecommunication and Informatics” (PSUTI),
Russia, Samara*

АННОТАЦИЯ

В статье рассматривается способ установки операционной системы и программного обеспечения на группу компьютеров по сети с использованием PXE сервера, особенности этой установки.

ABSTRACT

The article discusses how to install the operating system and software on the computer group on the network using the PXE server, the features of this unit.

Ключевые слова: установка программного обеспечения по сети, PXE сервер, настройка TFTP и DHCP – серверов.

Keywords: setting of software on a network, PXE server, configure DHCP server, configure TFTP server.

Для решения задачи одновременного развёртывания на несколько компьютеров операционной системы или программного обеспечения, необходимо наличие инструмента, который бы свёл к минимуму количество любых действий.

Если в качестве хранилища образов будет использоваться винчестер, то время на установку нового программного обеспечения будет тратиться nepозволительно много: на новом компьютере необходимо открыть корпус, подключить винчестер, настроить порядок загрузки в BIOS, развернуть образ, отключить винчестер, закрыть корпус, исправить порядок загрузки. Таким образом – винчестер в роли хранилища образов можно использовать лишь в тех случаях, когда образы разворачиваются крайне редко и на одну машину. Одновременное развёртывание образа на две машины невозможно – нужен ещё один винчестер [2].

Можно использовать DVD-диск в качестве носителя образа, что немного ускорит одновременное развёртывание за счёт того, что нет необходимости во вскрытии корпуса. Это преимущество сводится на нет, при развёртывании образа на несколько офисных машин без DVD-привода. Помимо этого, требуется количество DVD-дисков с образами, соответствующее количеству машин, на которые одновременно планируется их разворачивать, умноженное на количество конфигураций программного обеспечения, которое необходимо для работы разных подразделений.

Таким образом, лучшее решение – доставка образа на новый компьютер по локальной сети. Для решения подобной задачи оптимальным видится развёртывание образа на новый компьютер

(образ – полная точная копия содержимого винчестера эталонного компьютера). Предварительно подготовленный образ представляет собой, так называемый – LiveCD, который может быть развернут на компьютере без операционной системы.

Preboot Execution Environment (PXE) это набор стандартов, которые описывают загрузку по сети. Новые материнские платы и сетевые карты, практически все, поддерживают эти стандарты, что позволяет без использования жёсткого диска и сменных накопителей загрузить «пустой» компьютер с сервера [1]. Использование PXE значительно упрощает создание эталонных образов и загрузку новых компьютеров, на которые должен быть развёрнут эталонный образ. Единственное требование – компьютеры должны иметь поддержку PXE.

PXE (англ., произносится пикси) – среда для загрузки компьютера с помощью сетевой карты без использования локальных носителей данных (жёсткого диска, USB-накопителя и т. п.).

Развертывание с предварительно подготовленного носителя позволяет выполнить развертывание операционной системы на компьютере, подготовка которого еще не завершена.

Существуют возможности для развертывания программного обеспечения из ОС Windows, например, с помощью носителя в Configuration Manager, Acronis Snap Deploy Agent, и т. д.

В данном случае поставлена задача по развертыванию ОС Ubuntu. Была использована ОС Ubuntu-14.04-desktop-i386 и виртуальная машина VMware.

Установка необходимых компонентов и их редактирование происходит из терминала.

Для редактирования был использован редактор файлов vim. Этот редактор был выбран, т. к. он прост и удобен в использовании. Можно использовать и стандартный редактор файлов.

Дальнейшая установка требует отключения виртуальной машины DHCP-сервера. Если не выполнить данные настройки, то, в дальнейшем, при запуске PXE-сервера будет происходить конфликт DHCP-адресов, что приведет к неработоспособности сервера.

Следующим шагом необходимо выбрать редактор виртуальной сети и установить тип сетевого взаимодействия в режим bridged (мост).

Поскольку в дальнейшем требуется пересылать файлы по сети, то необходимо выполнить установку TFTP-сервера.

Установка TFTP-сервера выполняется командой: `sudo apt-get install tftpd-hpa`

Настройка TFTP: `vim /etc/default/tftpd-hpa`

Настройка корневой директории производится в строке `TFTP_Directore="/srv/tftp/".` Всё остальное остаётся без изменений. Затем необходимо перезапустить TFTP-сервер следующей командой:
`service tftpd-hpa restart`

Следующим шагом необходимо произвести установку DHCP-сервера:

```
sudo apt-get install isc-dhcp-server
```

Затем производится указание интерфейса:

```
vim /etc/default/isc-dhcp-server
```

Редактируем интерфейс по-умолчанию – строчку: `Interfaces="eth0"`

Настройка интерфейса "eth0":

```
vim /etc/network/interfaces
```

```
auto lo
```

```
iface lo inet loopback
```

```
auto eth0
```

```
iface eth0 inet static
```

```
address 192.168.1.200
```

```
netmask 255.255.255.0
```

```
network 192.168.1.0
```

```
broadcast 192.168.1.255
```

```
gateway 192.168.1.200
```

```
dns-nameservers 192.168.1.254
```

```
dns-search home
```

Также необходимо произвести настройку файла конфигурации – `dhcpd.conf`:

```
vim /etc/dhcp/dhcpd.conf
```

```
authoritative;
```

```
subnet 192.168.1.0 netmask 255.255.255.0 {
```

```
option subnet-mask 255.255.255.0;
```

```
option broadcast-address 192.168.1.255;
```

```
option routers 192.168.1.254;
```

```
option ntp-servers 192.168.1.254;
```

```
option domain-name-servers 192.168.1.254;
```

```
option domain-name "lan";
```

```
range 192.168.1.200 192.168.1.250;
```

```
class "pxeclients" {
```

```
match if substring (option vendor-class-identifier, 0, 9) = "PXEClient";
```

```
filename "/boot/grub/i386-pc/core.0";
```

```
next-server 192.168.1.200;
```

```
}
```

```
}
```

Далее необходимо перезапустить сервер командой: `service isc-dhcp-server restart` и `/etc/initrd.d/isc-dhcp-server restart`

В корневую папку TFTP-сервера (`/srv/tftp/`), поместим файлы. Из скаченного образа с официального сайта <http://ubuntu.ru/Ubuntu-14.04.2-desktop-i386>: `vmlinuz` и `initrd.lz`

Для создания каталога со всеми необходимыми файлами. Необходимо перейти в корневую папку нашего TFTP-сервера и выполнить команду:

```
Grub-mknetdir--net-directory=.
```

Чтобы загружать систему, необходимо использовать `grub` – загрузчик ОС. Для этого создадим файл в директории TFTP-сервера: `/srv/tftp/boot/grub/grub.cfg` и отредактируем его содержимое следующим образом:

```
menuentry "Memtest86+" {linux 16 (pxe)/ubuntu/install/mt86plus}
menuentry "Reboot ..." {reboot}
menuentry "Ubuntu 14.04 i386" {
set root=(pxe)
linux /ubuntu/casper/vmlinuz
root=/dev/nfsip=dhcpnetboot=nfsnfsroot=192.168.1.200:/srv/tftp/ubun
tu boot=casper locale=ru_RU splash=verbose
initrd /ubuntu/casper/initrd.lz
}
```

Загрузка ОС потребует использования сетевой файловой системы, в роли которой выступает `nfs`: `apt-get install nfs-kernel-server nfs-common`

Редактируем файл `/etc/exports`: `vim /etc/exports`

Правим строчку: `/srv/tftp 192.168.1.0/24(ro, async, no_subtree_check)`

Указываем параметры:

- `ro (readonly)` – каталог `/srv/tftp` только для чтения. Это необходимо, чтобы клиенты не смогли править этот файл.
- `async` – включенный по умолчанию, этот параметр не позволяет серверу отвечать на запросы до того, как изменения, внесённые запросом будут записаны на диск. Этот параметр соответствует указанию `sync`. Если этот параметр не установлен, используется режим `async`.
- `no_subtree_check` – если экспортируется подкаталог файловой системы, но не вся файловая система, сервер, проверяет, находится ли запрошенный файл в экспортированном подкаталоге. Эта проверка называется проверкой подкаталога. Это необходимо, чтобы запретить проверку подкаталогов. Если экспортируется вся файловая

система, запрет проверки подкаталогов может увеличить скорость передачи. Этот параметр соответствует указанию `no_subtree_check`.

Далее перезапускаем `nfs: service nfs-kernel-server restart`.

В итоге видим PXE меню:



Рисунок 1. PXE меню

В результате проведённой работы был установлен и настроен PXE-сервер на компьютер-сервер. Что позволяет подключаться по локальной сети компьютерам-клиентам и использовать заранее подготовленный LiveCD с необходимым пакетом программ, необходимым для работы.

Список литературы:

1. Анатольев А.Г.Бездисковые рабочие станции. Удаленное представление. – [Электронный ресурс] – Режим доступа URL: <http://www.4stud.info/networking/discless-workstation.html> (Дата обращения 20.04.2016) – Заглавие с экрана.
2. Обзор Acronis Snap Deploy – [Электронный ресурс] – Режим доступа URL: <http://www.windowsfaq.ru/content/view/478/> (Дата обращения 21.04.2016) – Заглавие с экрана.

СЕКЦИЯ

«МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ»

К ВОПРОСУ О ПРОБЛЕМЕ КОМПЛЕКСНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА РФ

Верхотуров Анатолий Демьянович

*д-р техн. наук, гл. науч. сотр., Федеральное государственное
бюджетное учреждение науки Институт водных и экологических
проблем Дальневосточного отделения Российской академии наук,
РФ, г. Хабаровск
E-mail: verhoturov36@mail.ru*

Крюков Виктор Глебович

*канд. геол.-минерал. наук, ст. науч. сотр.,
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт горного дела Дальневосточного отделения
Российской академии наук,
РФ, г. Хабаровск
E-mail: kryukov-vg@mail.ru*

Конеццов Леонид Алексеевич

*канд. техн. наук, науч. сотр., Федеральное государственное
бюджетное учреждение науки Институт материаловедения
Хабаровского научного центра Дальневосточного отделения
Российской академии наук,
РФ, г. Хабаровск
E-mail: konevts@narod.ru*

TO A QUESTION ON A PROBLEM OF COMPLEX USE OF MINERAL RAW MATERIALS OF THE FAR EAST OF THE RUSSIAN FEDERATION

Anatoly Verhoturov

dr. Sci. Tech., the main scientific employee. Federal state budgetary establishment of a science, Institute of the Water and Ecology Problems, Far Eastern Branch of Russian Academy of Sciences, Russia, Khabarovsk

Victor Kryukov

the candidate of geologo-mineralogical sciences, the senior scientific employee. Federal state budgetary establishment of a science, Institute of Science Mining, Far Eastern Branch of Russian Academy of Sciences, Russia, Khabarovsk

Leonid Konevtsov

candidate of Tech.Sci., the scientific employee. Federal state budgetary establishment of a science, Institute of the Materials science of the Khabarovsk scientific center, Far Eastern Branch of Russian Academy of Sciences, Russia, Khabarovsk

АННОТАЦИЯ

Показана оценка приоритетной позиции горного дела в реализации конечной цели – получения из исходного сырья материалов и изделий из них в условиях Дальнего Востока РФ, которая прогнозируется на длительную перспективу. Это обуславливается громадным потенциалом недр, возможностью решения проблемы комплексного использования сырья на основе развития нового научного направления в науке о материалах, применения новых технологий, малоформатного металлургического производства.

ABSTRACT

The estimation of a priority position of mining in ultimate goal realisation - making from initial raw – of the materials and from them the of products in the conditions of the Far East of the Russian Federation, which is predicted on long prospect is shown. It is caused by enormous potential of mineral wealth, possibility of the decision of a problem of complex solution use of raw materials on the basis of development of a new scientific direction in a science about materials, exploitation of new technics, small metallurgical manufacture.

Ключевые слова: минеральное сырье; комплексные исследования; металлургия; новые технологии; материалогия.

Keywords: mineral raw materials; complex explorations; metallurgy; new technics; materialogical.

Введение.

Громадными минерально-сырьевыми запасами полезных ископаемых обладает Дальний Восток (ДВ) России, поэтому особая роль в его развитии отводится горнодобывающей отрасли производства. Так, в многоаспектном исследовании под руководством академиков В.И. Сергиенко, П.А. Минакира [8] показано, что речь “по сути, должна идти о создании на ДВ динамичного промышленно-транспортного комплекса на основе использования прогрессивных технологий переработки сырья и высокотехнологичных видов деятельности”.

Авторы данной статьи считают, что в таких ресурсодобывающих регионах как ДВ, необходима не только добыча минерального сырья, его переработка, но и получение материалов и изделий. Цель настоящего исследования заключается в создании модели развития высокотехнологичного комплексного добывающего и перерабатывающего производства в регионе добычи исходного сырья.

Анализ развития технологий переработки сырья и отходов, новых тенденций в получении материалов из сырья и отходов с использованием принципиально новых технологий, позволил сформулировать новую идею по дальнейшему развитию ресурсодобывающих регионов [7]. Суть идеи заключается в превращении ресурсодобывающего региона из поставщика сырья в поставщика материалов и изделий, полученных с использованием высоких технологий. В ряде институтов ДВО РАН: ИМ ХНЦ, ИМиМ, ИВЭП, а также в вузах ДВГУПС, КнАГТУ выполнен значительный объем теоретических и экспериментальных исследований по решению этой проблемы. Использовались технологии получения материалов методами порошковой металлургии, алюминотермии, электрошлакового переплава, СВС-метода. Исследования подтвердили возможность производства различных материалов и изделий непосредственно из минерального сырья в регионе его добычи.

Минерально-сырьевые запасы ДВ региона.

ДВ регион является богатейшей минерально-сырьевой базой РФ (рис. 1), поэтому формирование перерабатывающих и машиностроительных отраслей производства является одной из первоочередных задач его развития.

На схеме (рис. 1) символами отмечены месторождения, содержащие запасы: 1. Золото. 2. Вольфрам. 3. Порфировые медно-золотые. 4. Медно-никелевые. 5. Олово. 6. Серебро. 7. Сурьма. 8. Каменный уголь. 9. Редкие земли. 10. Титан. 11. Железо. 12 – Ареал Нижнего Приамурья. 13 – Границы субъектов России.

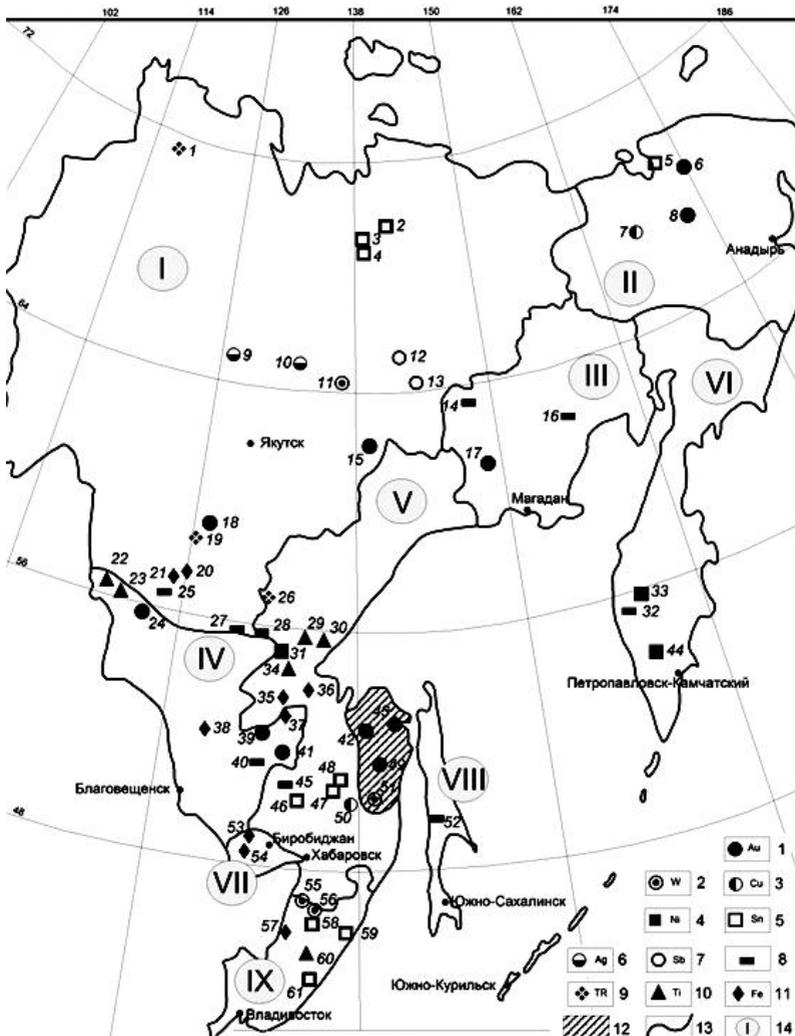


Рисунок 1. Схема размещения полезных ископаемых на ДВ РФ

Показаны субъекты РФ ДВ региона (рис. 1): I. Республика Саха (Якутия). II. Чукотский АО. III. Магаданская область. IV. Амурская область. V. Хабаровский край. VI. Камчатский край. VII. ЕАО. VIII. Сахалинская область. IX. Приморский край. Следующие месторождения отмечены номером на карте (рис. 1): 1. Томтор. 2. Одинокое. 3. Депутатское. 4. Тирехтях. 5. Пыркакайское. 6. Майское. 7. Песчанка. 8. Купол. 9. Прогноз. 10. Верхнее Менкече. 11. Агылкинское. 12. Сектачан. 13. Сарылах. 14. Верхне Аркагалинское. 15. Нежданинское. 16. Булурское. 17. Наталкинское. 18. Эльконские. 19. Селигдар. 20. Дёсовское. 21. Таёжное. 22. Куранахское. 23. Бол. Сейим. 24. Бамское. 25. Чульмаканское. 26. Арбарастах. 27. Эльгинское. 28. Худурканское. 29. Богидэ. 30. Маймаканское. 31. Кун-Маньё. 32. Крутогорское. 33. Шанучское. 34. Давакит. 35. Гербикинское. 36. Мильканское. 37. Итматинское. 38. Гарь. 39. Маломырское. 40. Огоджинское. 41. Албынское. 42. Албазино. 43. Многовершинное. 44. Кувалорог. 45. Ургальское. 46. Правурмийское. 47. Фестивальное. 48. Соболиное. 49. Дяппе. 50. Малмыжское. 51. Зимовье. 52. 53. Кимканское. 54. Сутарское. 55. Лермонтовское. 56. Восток-2. 57. Липовское. 58. Тигриное. 59. Зимнее. 60. Ариадненское. 61. Арсеньевское.

Многие из отмеченных месторождений вызывают значительный коммерческий и научный интерес. На основе минеральных концентратов месторождений Комсомольского рудного района в Хабаровском крае разработана технология изготовления железомедных сплавов и лигатур. Это направление определяется подготовленностью сырьевой базы таких металлов как вольфрам, медь, молибден, железо, хром, никель и кобальт. Практически все металлы выявлены в качестве месторождений в южной части ДВ.

Вольфрам в настоящее время добывается из руд месторождений «Восток-2» и «Лермонтовское». Приморье ежегодно поставляет на рынок около 4000 т. вольфрамового концентрата. Месторождение вольфрама Восток-2 находится в северо-западной части Приморского края. Рудные тела локализуются в скарнированных терригенно-осадочных породах мезозойского возраста. Руды месторождения комплексные, содержат вольфрам (3,9 % оксида вольфрама), медь, свинец, цинк, висмут, кадмий, серебро, золото, таллий и другие компоненты. Минеральные формы вольфрама – шеелит, в меньшей мере вольфрамит.

К этому объекту близки по составу руд Лермонтовское, Скрытое, Малиновское и др., расположенные в северо-западной части Приморья. Подобные проявления выявлены и изучаются в Амурской

области (Геткачинское). В недалеком прошлом при добыче золота на Харгинском месторождении попутно получали шеелитовый концентрат. В Хабаровском крае шеелитовый концентрат получали из руд олово-сульфидного месторождения Фестивального. Следует отметить наличие в крае недоизученного месторождения Богучанского. Весьма перспективным объектом представляется месторождение Зимовье.

Медь и молибден образуют как собственные месторождения медно-молибден-порфировой формации (месторождение Малмыж в Хабаровском крае), так и участвуют в сложении руд комплексных, чаще всего, олово-сульфидных объектов. К числу последних относятся эксплуатируемые месторождения Комсомольского рудного района (Фестивальное и Перевальное), а также не осваиваемые объекты (Соболиное, Октябрьское).

Наиболее представительным в ряду комплексных является месторождение Фестивальное. Оно располагается в центральной части Хабаровского края. В пределах рудного поля выявлено свыше 30 субпараллельных минерализованных зон дробления и смятия мощностью до 30 метров. Они формируют субмеридиональную зону кварц-турмалиновых тел, секущих меловую туфогенно-осадочную толщу. Эти рудные зоны содержат основные запасы олова, меди, вольфрама и ряда других рудных компонентов. Руды месторождения включают (в %): олово 1,41; медь 0,65–1,48; вольфрам 0,05–0,12; висмут 0,021–0,044; свинец 0,05; цинк 0,11; серу, мышьяк. В повышенных количествах присутствуют (в г/т): индий 18; золото 0,16; серебро 20,0–55,3; скандий, молибден, сурьма, кадмий и другие элементы. По технологическим особенностям руды месторождения Фестивального относятся к труднообогатимым.

Основная масса оставшихся от эксплуатации руд Фестивального месторождения, сконцентрирована в зоне Геофизической и насчитывает более 12000 т меди. На половину выработано рудное тело Водораздельное. В настоящее время отрабатывается зона Красивая с запасами меди более 50000 тонн. Достаточно велики перспективы медно-порфирового оруденения. Этот тип объектов до начала XXI века не представлял интереса для горной промышленности ДВ. Однако разведка рудопроявления Малмыж в Хабаровском крае позволила перевести его в разряд уникального по запасам месторождения. Возможности выявления подобных объектов существуют практически в каждом ДВ регионе России. Месторождение Малмыж представляет протяженную, более 15 км, линейную рудоносную структуру, состоящую из отдельных участков –

потенциальных месторождений [10]. Оно пространственно и генетически связано со штоками гранодиоритов и кварцевых диоритов, прорывающих алевролиты, песчаники и гравелиты. В границах тел метасоматитов локализуются штокверки двух типов: магнетит-сульфидный существенно медный и кварц-сульфидный золото-медный. Первичная рудная минерализация представлена магнетитом, пиритом, халькопиритом, в подчиненном количестве отмечаются борнит, сфалерит и пирротин, галенит, очень редко молибденит. Наиболее перспективными считаются проявления «Центральное», «Долина» и «Плоское», в пределах которых рудная минерализация осталась не оконтуренной как по площади, так и на глубину (при максимальной глубине скважин 476 м). Авторские запасы и ресурсы, категории C_2 и P_1 , составляют 5,7 млн. т меди и 230 т золота при средних содержаниях меди 0,4 % и золота 0,1–0,3 г/т.

Цирконий. Алгаминоское месторождение [3] расположено на севере Хабаровского края. К субгоризонтально залегающим доломитам юдомской свиты нижнего кембрия приурочены циркониевые руды. В их составе отмечаются бадделлит до 50 %; циркон и гельциркон до 45 %; кварц и карбонаты. Руды комплексные, содержания элементов (в %): оксид циркония 0,1–12; вольфрам до 1,5; иттрий до 0,3; уран до 0,1; гафний – 0,066; ниобий – 0,052; тантал. Запасы оксида циркония категорий C_1+C_2 составляют 73 тыс. т, ресурсы категории P_1 – 200 тыс. тонн. В зоне окисления формируется природный концентрат. Цирконий обнаруживается в рудах многих комплексных месторождений редкометалльно-редкоземельного сырья. Такие проявления известны на севере Хабаровского края: Арбарастах, Красная Горка, Улканское, Бугундя и др. Это источники сырья на достаточно далекую перспективу. В более освоенных районах следует отметить Чергиленское месторождение комплексных бериллий-редкоземельных руд. Содержания оксида циркония в этом объекте в среднем составляет 0,46 %. Учитывая близость железной дороги и востребованность такого сырья, можно прогнозировать доизучение этого месторождения и последующее его освоение.

Титан. Коренные месторождения титансодержащих руд это магматические, метаморфические и россыпные (континентальные, прибрежно-морские) месторождения [1; 2; 9], они сосредоточены в пределах Восточно-Азиатского анортозитового пояса. На сегодня в западной, Каларской, части пояса разведаны и уже осваиваются месторождения Куранахское и Большой Сейим. Запасы по Куранахскому месторождению титана составляют 1,6–2,1 млн т, при содержании TiO_2 9,2–13,7 %, по месторождению Большой Сейим –

22,8 млн. т. Прогнозные ресурсы TiO_2 превышают 30 млн. т. Прерывистая цепь крупных габбро-анортозитовых массивов приурочена к тектоническим блокам архейских пород, где с большинством из массивов связано образование около двух десятков комплексных апатит-ильменит-титаномагнетитовых месторождений. В восточной Джугджурской части пояса выявлены Гаюмское, Маймаканское, Богиде, Геранское, Джанинское. Месторождения Давакит и Урожайное относятся к южной Баладекской части анортозитового пояса.

Наиболее полно изучено Куранахское месторождение. Оно представлено рядом протяжённых рудоносных зон размерами (5,5–6,5) x (1,5–2,0) км, в составе которых выделяется несколько десятков локальных рудных тел мощностью до 25 м при протяжённости 300–400 м. Доля массивных руд в их составе варьирует в пределах 4–80 %, чаще составляя 20–45 %. Руды легкообогатимы, пригодны для последующего передела и химико-металлургической переработки с получением ильменитового концентрата, пигментного диоксида титана.

Никель и кобальт. Медно-никелевые месторождения, представленные рудами пирротин-пентландит-халькопиритового состава, выявлены на границе Хабаровского края и Амурской области. В пределах Восточной Становой зоны установлена никеленосность тел мафит-ультрамафитов [5]. Запасы подготовлены на месторождении Кун-Маньё. Содержания основных компонентов: никель 0,5–1,0 (до 1,5) %, кобальт и медь – десятые доли процента. Запасы категорий C_1 и C_2 составляют (тыс. тонн): 121,9 никеля, 2,2 кобальта и 23,7 меди. Проявления никеля установлены в Амурской области – Лукиндинское и др., но промышленная ценность их невелика.

Бор. В Приморье Дальнегорского рудного поля известны борсодержащие геденбергит-датолит-волластонитовые скарны с концентрически-полосчатой текстурой (Рудник Бор, Дальнегорск). Верхнее месторождение (Верхний рудник), Дальнегорск (Дальнегорское рудное поле) – кристаллы кальциевых силикоборатов (датолита, данбурита, аксинита) и апофиллита. Расположено в центральной части Дальнегорского района. Под скарновой залежью на глубине 1100–1400 м скважинами выявлены биотит-роговообманковые гранитоиды. Геденбергитовые, гранатовые, волластонитовые и другие скарны развиты по известнякам и алюмосиликатным породам и преимущественно сосредоточены в надинтрузивной зоне этого гранитоидного массива. Зона гроссуляр-волластонитовых скарнов сформировалась, заместив часть тела триасовых известняков, на тонкослоистых почковидных агрегатах которых отлагались данбурит с подчиненным количеством датолита. Выше зоны скарнирования сформировались

протяжённые карстовые полости, в которых образовался крупнокристаллический данбурит, размер кристаллов от 1–2 до 20–25 см в поперечнике. На втором этапе формировались андрадит-геденбергитовые скарны, связанные со становлением гранитоидов палеогенового возраста. Данбурит полностью замещается гранатом, геденбергитом, ортоклазом, даптолитом, кварцем, кальцитом и аксинитом.

Графит в настоящее время не добывается, но имеются месторождения в ЕАО (Союзное, Сутарское, Бирское и др.) и в Приморском крае (Тургеневское). Месторождение Союзное относится к числу крупнейших в России по запасам графита. Рудой считаются графитсодержащие породы, в которых количество углерода превышает 5 %. Они наблюдаются в виде тел мощностью от нескольких десятков метров до 550 метров. Запасы графита по объекту оцениваются в 1044 млн. тонн. Главными минералами графитсодержащих пород являются кварц и графит, второстепенными полевой шпат, биотит и флогопит, а также пирротин. В меньших количествах отмечаются актинолит, роговая обманка, эпидот хлорит, серицит, пирит, халькопирит, магнетит.

Алюминий. Источником алюминия могут служить вторичные кварциты (алунитовая фация), анортозитовые массивы, силлиманитовые сланцы. Наиболее подготовленным для освоения считается Шелеховское месторождение вторичных кварцитов. Объект располагается в освоенном районе, в 20 км от ст. Шелехово. Вторичные кварциты развиваются по позднемеловым эффузивам кислого состава. Авторские запасы алунита по категории С₂ превышают 4,64 млн. т. Состав руд довольно прост: главные минералы – кварц, алунит, пирофиллит, серицит, попутные – пирит, гематит, рутил, гидрослюда, диксит, диаспор, андалузит. Содержание алунита колеблется в пределах от 15–20 до 50–60 %. Среднее содержание составляет 28,3 %. Запасы оксида алюминия составляют 1,69 млн. тонн.

Перспективны для получения глинозема анортозиты. Это комплексные железо-титан-фосфорные руды со значительным количеством алюминийсодержащих минералов андезина и лабрадора (содержание оксида алюминия 27–32 %) во вмещающих андезинитах. Такие месторождения известны в Амурской области (Куранахское, Большой Сейим) и Хабаровском крае (Маймаканское, Богидэ, Гаюмское, Урожайное и др.). В 2009 году начато освоение Куранахского месторождения. Андезиниты складированы в отвалах. Технологические исследования таких пород во Всесоюзном алюминиево-магниевом институте (ВАМИ) показали принципиальную возможность извлечения из них глинозёма.

Флюорит добывался на месторождении Вознесенском, расположенном в Приморском крае. После кризиса 2008 г. эксплуатация периодически прекращается из-за убыточности предприятия. Месторождение считается одним из крупнейших в РФ: в недрах и хвостах, осталось более 20 млн. т. флюорита. Оруденение локализуется в нижнекембрийских известняках, прорванных массивом лейкократовых гранитов вознесенского комплекса. Рудная зона имеет протяжённость около 1,5 км. Морфология рудных тел – залежи, штоки. Границы их проводятся по изоконцентрате флюорита в 20 %. В рудах установлены флюорит, кварц, карбонаты, литиевые слюды, топаз, а также тантало-ниобаты, берилл, сфалерит, касситерит. В качестве примесей отмечаются рубидий и цезий. На фланге главного рудного тела обособляются сфалеритовые руды.

Такое же комплексное оруденение устанавливается на соседнем Пограничном месторождении плавикового шпата. Более сложный состав руд свойствен Лагерному месторождению (F, Be, W, Ta, Nb, Sn, V), расположенному в пределах этого рудного района. Известны также комплексные с флюоритом месторождения олова (Хинганское в ЕАО, Тигриное, Арсеньевское, Искра и др. в Приморье, Правоурмийское в Хабаровском крае), бериллия (Преображенское в ЕАО, Учаминское в Хабаровском крае), вольфрама (Богучанское в Хабаровском крае, Забытое в Приморье, Гетканчинское в Амурской области).

Новый подход к проблеме переработки минерального сырья.

В ДВ регионе функционирует металлургическое предприятие со сталелитейным и прокатным производством – ОАО «Восток-металл». Компаниями ГК «Петропавловск» начато освоение железо-титанового месторождения Куранахское в Амурской области и готовится к эксплуатации Кимканское и Сутарское месторождения железных руд. На этой базе планируется создание Дальневосточного металлургического кластера. Это крупные базовые структуры чёрной металлургии. Их развитие требует постоянной поддержки со стороны государства и тщательно сбалансированной стратегии действий каждого комплекса.

Вопрос ставится о возрождении индустриализации в таком сырьевом регионе как ДВ РФ. Под индустриализацией авторы понимают высокотехнологичное получение материалов из минерального сырья, промышленных отходов на основе применения концентрированных потоков энергии (рис. 2). При этом используются технологии и оборудование, обеспечивающие комплексную, рациональную переработку сырья в экологически приемлемых условиях, исключающих экологически опасные химические, пиро- и гидрометаллургические производства. Технологии и оборудование позволяют выпускать материалы из минерального сырья и отходов на мини-предприятиях.



Рисунок 2. «Высокие технологии» «новой индустриализации»

К высокотехнологичным способам относятся плазменные процессы, металлотермия, электрошлаковый переплав, другие. Индустриализация, в понимании авторов, предполагает комплексный подход, сближение и совершенствование геологического, горного, металлургического, материаловедческого и машиностроительного циклов круговорота вещества и материалов во «второй природе» и обеспечение экологической безопасности в процессе получения материалов и изделий.

Однако для обоснованного, целенаправленного получения материалов из минерального сырья, продукции первого передела и отходов в ресурсодобывающих регионах необходима углублённая проработка теоретических и практических вопросов, комплексное решение проблемы на базе вклада средств в развитие в этом направлении науки (рис. 3).



Рисунок 3. Схема развития ресурсодобывающего региона при поддержке развития науки с целью получения из местного сырья перспективных материалов и изделий из них

В связи с чем, нами предложен новый раздел науки о материалах «Энтропийно-экологическая материаловедение» (ЭЭМ), являющийся научной базой индустриализации и комплексного решения проблемы ресурсодобывающих регионов [6; 7]. Основой ЭЭМ являются современные данные в области наук о материалах: 1) циклический круговорот вещества и материалов во «второй природе» (ЦКВМ) (рис. 4); 2) эволюция парадигм в области горного дела, металлургии, материаловедения [7]; 3) уточнённая парадигма материаловедения: состав – технология – структура – свойства [6]; 4) данные модельных экспериментов по воздействию концентрированных потоков энергии на минеральное сырьё и отходы [7].

Производственно-экологический ЦКВМ (рис. 4) предполагает комплексное изучение циклов получения материалов из минерального сырья и отходов в цепочке: геология – горное дело – металлургия – материаловедение – машиностроение – экология.

Для формирования ЭЭМ и её практического использования необходимо предварительное проведение исследований, приведённых в таблице 1.

В настоящее время в качестве перспективных технологий получения материалов и изделий “новой индустриализации” можно использовать порошковую металлургию, металлותרмию, электрошлаковый переплав, электроискровое и дуговое воздействие. На их основе изучены возможности переработки сырья месторождений, содержащих промышленные запасы вольфрама, бора, титана и циркония [4; 7].



Рисунок 4. Схема составляющих звеньев производственно-экологического ЦКВМ во «второй природе» – методологической основы современного этапа развития наук о материалах

Вместе с тем, в металлургической отрасли могут функционировать малые предприятия, производящие композиционные, сварочные и наплавочные материалы, ферросплавы, электроискровое легирование, а также малоформатные предприятия, приближенные к местам добычи полезных ископаемых. Эти направления обеспечивают достаточно высокую рентабельность и перспективу использования «высоких технологий» и «инновационных процессов» на базе концентрированных потоков энергии. Следует подчеркнуть, что объёмы минерального сырья для отмеченных направлений определяются первыми тоннами, реже – десятками тысяч тонн.

Таблица 1.

Модель новой индустриализации на ДВ России

Основное содержание работ по этапам	Ожидаемые результаты
Анализ современных экологических и технологических проблем переработки минерального сырья и отходов и тенденций их дальнейшего развития. Разработка методики исследования перерабатывающих комплексов, использующих инновационные технологии. Выяснение позитивных и негативных факторов в деятельности наиболее успешных предприятий	Основные тенденции в развитии технологии по переработке минерального сырья и отходов в условиях устойчивого развития Дальнего Востока. План мероприятий по ликвидации негативных факторов производства
Совершенствование модельных экспериментов по воздействию концентрированных потоков энергии на минеральное сырьё и отходы. Определение влияния энергетических параметров обработки и содержания восстановителей на эффективность переработки минерального сырья и отходов. Установление основных закономерностей технологии их переработки.	Регламент лабораторных исследований, проект нормативных положений полупромышленных исследований.
Разработка технологии комплексной переработки минерального сырья и отходов	Теоретические основы переработки минерального сырья и отходов. Технология переработки шеелитового, бадделеитового концентратов и оловосодержащих отходов
Разработка комплексного раздела науки по переработке минерального сырья и отходов – энтропийно- экологической материаловедения.	Предложения по формированию минерало- материаловедческого кластера

Институтами ИМ ХНЦ ДВО РАН, ИВЭП ДВО РАН, ДВГУПС (с нашим участием) определена технология синтеза циркониевой лигатуры из бадделеитового концентрата. Методами порошковой металлургии в лабораторных условиях изготовлена композиционная оксидная и боридная керамика на основе бадделеитовых концентратов Алгаминского месторождения. Пробы для исследований отбирались из руд с крайне низкими содержаниями радиоактивных минералов. В настоящее время для получения легирующих сварочных материалов, как правило, используются дорогостоящие и дефицитные химически чистые элементы или их соединения. В г. Хабаровске, в ИМ ХНЦ ДВО РАН, ТОГУ, ДВГУПС [7], получены новые сварочные и наплавочные материалы на основе использования шеелитового концентрата месторождений «Лермонтовское» и «Восток-2». Фазовый состав концентрата достаточно сложен (в %): WO_3 – 59,5; SiO_2 – 2,9; CaO – 26,8; MgO – 1,6; TiO_2 – 0,2; FeO – 0,6; Fe_2O_3 – 3,8; Fe_3O_4 – 1,7; Na_2O – 0,3; K_2O – 0,1 и другие. Методом алюминотермии получены вольфрамсодержащие интерметаллиды в составе W-Me, где Me (металл) – Fe, Cr, Mo, Zr, Co, Ni, материалы, пригодные для изготовления электродов для электроискрового легирования металлических поверхностей. Составлялась специальная шихта из смеси шеелита, оксидов перечисленных металлов и алюминия. Оптимальный подбор состава шихты обеспечивал необходимый температурный режим для полного восстановления оксидов и устойчивое распределение продуктов реакции на металлическую и шлаковую составляющие. Полученные материалы превосходят стандартные сплавы по изнашиванию в 1,5 раза, по жаростойкости в 1,2–1,5 раза. По результатам экспериментальных исследований серии флюсов с различными восстановителями установлено, что оптимальным из них является ферросилиций в количестве 10 масс. %. Для повышения технологических свойств и более качественной металлургической обработки жидкого сплава в состав шихты вводились гранит и флюоритовый концентрат. Это направление достаточно хорошо обеспечено минеральными ресурсами. Наиболее доступны граниты, их месторождения эксплуатируются карьерами практически во всех субъектах ДВ. Остальные компоненты в концентрированном виде встречаются реже. Число подготовленных для освоения объектов не превышает двух десятков.

Малоформатное перерабатывающее производство. К государственным интересам следует отнести формирование на ДВ стационарных перерабатывающих комплексных производств, в том числе железорудного (сталелитейного, прокатного, металлургического)

в местах добычи исходного сырья [4]. Учитывая мировой опыт пространственного совмещения добывающих предприятий и металлургических комплексов, актуальным становится перемещение перерабатывающих производств к местам добычи ресурсов. В настоящее время конструируются или уже используются мини-предприятия по переработке продукции горнодобывающей промышленности: плазменные котлы, электрошлаковый переплав, металлотермия, порошковая металлургия, установки типа MACRO. Определённая ограниченность мобильных установок в части полного извлечения всех компонентов делает необходимым их кооперирование со стационарными предприятиями, имеющими более сложное оборудование. В этом направлении научно-исследовательскими институтами Хабаровского, а также Приморского краёв осуществлены комплексные работы по использованию минерального сырья и отходов горного производства для переработки и получения материалов и изделий. При этом были объединены усилия геологов, горняков, материаловедов, механиков и экологов. Новым представляется выбор технологий, исключающих использование пиро-, гидрометаллургических производств, различных химикатов, прежде всего кислот и щелочей, замена их перспективными технологиями с использованием концентрированных потоков энергии (дуговых, искровых разрядов, плазмы, методов порошковой металлургии).

Таким образом, на ДВ России сформирована научная и опытно-экспериментальная основа развития металлургической отрасли, включающей не только традиционное сталелитейное и прокатное производства, но и новые направления. В их числе следует отметить производство композитов, сварочных и наплавных электродов, ферросплавы, получение защитных металлопокрытий, создание малоформатных предприятий, территориально совмещённых с горнодобывающими комплексами. Реализация новых направлений не требует значительных капитальных вложений, крупных инвестиций в горнодобывающее и перерабатывающее комплексное производство. Но при этом возможно получение высокотехнологичной продукции из сырья и рудных концентратов месторождений циркония, титана, вольфрама, бора, других элементов, составляющих руду [4]. Менее трудозатратная продукция по качественным характеристикам может не уступать лучшим мировым образцам, произведённым из дорогостоящих чистых металлов и их соединений. Для получения относительно чистых металлов предусматривается территориальное совмещение малоформатных перерабатывающих комплексов с ГОКаами.

Выводы.

1. Показано, что ДВ регион является богатейшей минерально-сырьевой базой W, Zr, B, Ti, других элементов, представляющих значительный научный и промышленный интерес.

2. Проблема комплексной переработки минерального сырья ресурсодобывающего региона может быть решена на основе вклада в развитие науки, в том числе науки о материалах и её раздела – энтропийно-экологической материалогии.

3. Базой комплексного научного подхода к решению проблемы развития ресурсодобывающего региона является изучение составляющих звеньев производственно-экологического ЦКВМ во «второй природе».

4. Рядом академических и учебных институтов ДВ показана возможность создания малоформатных предприятий для получения материалов и изделий из исходного минерального сырья в регионе его добычи, что является одной из первоочередных задач.

Список литературы:

1. Архипов Г.И. Минеральные ресурсы горнодобывающей промышленности Дальнего Востока. – М.: Горная книга, 2011. – 356 с.
2. Бакулин Ю.И., Буряк В.А., Галичанин Е.Н. Основные проблемы изучения и добычи минерального сырья Дальневосточного экономического района. Минерально-сырьевой комплекс ДВЭР на рубеже веков. Хабаровск: ДВИМС, 1999. – 214 с.
3. Буряк В.А., Беспалов В.Я., Гагаев В.Н. Новый геолого-промышленный тип циркониевого оруденения. Хабаровск: ИКАРП ДВО РАН. 1999. – 216 с.
4. Верхотуров А.Д., Крюков В.Г., Романовский Н.П., Коневцов Л.А. Формирование горно-металлургических кластеров в Дальневосточном федеральном округе как основы его устойчивого развития. Труды VI евразийского симпозиума по проблемам прочности материалов и машин для регионов холодного климата. Т. 1, Якутск, 24–29 июня 2013 г. – Якутск: Ахсаан, 2013. – С. 107–116.
5. Гурьянов В.А., Приходько В.С., Пересторонин А.Н., Потоцкий Ю.П., Петухова Л.Л., Соболев Л.П. Новый тип медно-никелевых месторождений юго-востока Алдано-Станового щита // ДАН. 2009. Т. 425, – № 4. – С. 505–508.
6. Избранные труды профессора А.Д. Верхотурова. Т. 1. Общие проблемы науки о материалах на современном этапе развития человеческой цивилизации / ред. член-корр. Б.А. Воронов, д.т.н. Ю.А. Давыдова. Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2016. – 384 с.

7. Избранные труды профессора А.Д. Верхотурова. Т. 2. Получение новых материалов из минерального сырья и производственных отходов Дальневосточного региона / ред. член-корр. Б.А. Воронов, д.т.н. Ю.А. Давыдов. Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2016. – 466 с.
8. Синтез научно-технических и экономических прогнозов. Тихоокеанская Россия – 2050 / ред. П.А. Минакир, В.И. Сергиенко, Владивосток: Дальнаука, 2011. – 912 с.
9. Склярова Г.Ф., Архипова Ю.А. Природно-ресурсный потенциал Дальневосточного Экономического района // Проблемы комплексного освоения георесурсов. Материалы IV Всероссийской научной конференции. Хабаровск: ДВО РАН. – 2011. Т. II. – С. 261–268.
10. Читалин А.Ф., Ефимов А.А., Воскресенский К.И., Игнатьев Е.К., Колесников А.Г. Малмыж – новая крупная золотомедно-порфировая система мирового класса на Сихотэ-Алине // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. – 2013. – № 3. – С. 65–69.

СЕКЦИЯ

«МАШИНОСТРОЕНИЕ И МАШИНОВЕДЕНИЕ»

ПОКАЗАТЕЛИ ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ КОНСТРУКЦИЙ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ И ПОСТАНОВКЕ НА ПРОИЗВОДСТВО НОВЫХ ИЗДЕЛИЙ

Гурьев Иван Александрович

*аспирант кафедры микропроцессорные средства автоматизации
Пермского национального исследовательского
политехнического университета,
РФ, г. Пермь*

Бочкарев Сергей Васильевич

*д-р техн. наук, проф. кафедры микропроцессорные средства
автоматизации Пермского национального исследовательского
политехнического университета,
РФ, г. Пермь
E-mail: gurev_ia@mail.ru*

TECHNOLOGICAL INDICATORS IN THE DESIGN AND STATEMENT ON THE MANUFACTURE OF NEW PRODUCTS

Ivan Guryev

*graduate student of department microprocessor automation means
Perm National Research Polytechnic University,
Russia, Perm*

Sergey Bochkarev

*doctor of Technical Sciences, Professor of the Department microprocessor
automation means Perm National Research Polytechnic University,
Russia, Perm*

АННОТАЦИЯ

Показатели технологичности конструкции изделия при проектных работах являются стимулом, определяющим направление экономии ресурсов, и служат мерой количественной оценки качества выполненного конструкторского и технологического проектов. Любое превышение заданных показателей технологичности при разработке комплекта технологической документации должно быть технико-экономически обоснованным. Авторами в данной статье предложены показатели технологичности конструкции, по которым необходимо производить оценку проектируемого изделия, с целью повышения его качества при дальнейшей постановке на производство.

ABSTRACT

Indicators of product manufacturability design when the design work is a stimulus that determines the direction of resource saving and serve as a measure of the quantitative evaluation of quality of performance of design and technology projects. Any excess of the specified indicators manufacturability in the design of technical documentation set should be technical and economically justified. The authors of this article suggested indicators design manufacturability, which is necessary to evaluate the designed products, in order to improve its quality in the further statement on the production.

Ключевые слова: технологичность конструкции; подготовка производства; улучшение качества; параллельное проектирование.

Keywords: design manufacturability; preparation of production; quality improvement; parallel designing.

Технологичность конструкции изделия на современном этапе развития машиностроения, в т. ч. специальной техники – совокупность свойств конструкции изделия, обеспечивающих возможность выбора и применения наиболее эффективной технологии, технического обслуживания и ремонта при заданных показателях качества, объема выпуска в условиях изготовления и эксплуатации [5].

Обеспечение технологичности конструкции изделия – функция подготовки производства, предусматривающая взаимосвязанное решение конструкторских и технологических задач, направленных на повышение производительности труда, достижение оптимальных трудовых и материальных затрат и сокращение времени на производство, в том числе и монтаж вне предприятия-изготовителя, техническое обслуживание и ремонт изделия. Технологичность

конструкции изделия оценивают количественно с помощью системы показателей, которая включает:

- основные базовые значения показателей технологичности, являющиеся предельными нормативами технологичности, обязательными для выполнения при разработке изделия;
- вспомогательные значения показателей технологичности, достигаемые при разработке рабочей конструкторской документации (РКД) изделия [4].

Применение показателей технологичности предполагает четкую и взаимосвязанную работу конструкторов и технологов. Порядок взаимодействия конкретизируется в отдельных планах. Выполнение планов осуществляется как минимум параллельно (а в обоснованных случаях – с опережением) с разработкой конструкции.

Схема обеспечения технологичности по этапам отработки конструкции изделия представлена на рис. 1 [1].



Рисунок 1. Отработка конструкции на технологичность

Технологическая подготовка производства (ТПП) – это совокупность мероприятий, обеспечивающих технологическую готовность производства [2]. С целью совершенствования ТПП на базе математических методов, оптимизации процессов проектирования и управления с применением современных средств вычислительной техники расчеты показателей технологичности целесообразно выполнять с помощью автоматизированной системы технологической подготовки производства (АСТПП). При этом необходимо выполнять следующие основные функции:

- расчет показателей технологичности;
- анализ технологических возможностей производственной системы;
- разработку рекомендаций по содержанию и порядку совершенствования производственной системы;
- разработку требований к конструкции изделия для последующих разработок.

Для решения этой проблемы необходимо подобрать ёмкие и информативные показатели для расчета технологичности конструкции. Ниже представлены показатели и их расчет, которыми необходимо производить оценку изделия на технологичность, что позволит адекватно оценить степень технологической подготовки производства еще на стадии проектирования изделия.

1. Трудоемкость – основной (базовый) показатель, характеризующий суммарные затраты труда на выполнение технологических процессов изготовления изделия.

Формула укрупненного определения трудоемкости, учитывающая конструктивные и технологические особенности изделий, имеет вид:

$$T_{и} = T_{а} \cdot K_{м} \cdot K_{сл},$$

где: $T_{а}$ – известная трудоемкость всего изделия аналога, имеющего общие конструктивные и технологические признаки, либо его составной части или детали; $K_{м}$ – коэффициент, учитывающий весовые различия сопоставляемых конструкций изделий. Для определения $K_{м}$ можно использовать данные табл. 1 [7] по коэффициенту изменения исходного показателя:

$$M_{и}/M_{а},$$

где: $M_{а}$ – масса аналога; $M_{и}$ – масса расчетного изделия.

Таблица 1.
Определение коэффициента K_m

Ми/Ма	Км	Ми/Ма	Км	Ми/Ма	Км	Ми/Ма	Км
0,2	0,34	1,2	1,13	2,2	1,69	3,2	2,13
0,3	0,45	1,3	1,19	2,3	1,74	3,3	2,22
0,4	0,54	1,4	1,25	2,4	1,82	3,4	2,26
0,5	0,63	1,5	1,31	2,5	1,86	3,5	2,31
0,6	0,71	1,6	1,37	2,6	1,91	3,6	2,35
0,7	0,78	1,7	1,42	2,7	1,96	3,7	2,39
0,8	0,86	1,8	1,48	2,8	2,01	3,8	2,43
0,9	0,93	1,9	1,53	2,9	2,06	3,9	2,46
1,0	1,00	2,0	1,58	3,0	2,08	4,0	2,52

$K_{сл}$ – коэффициент сложности, определяемый сравнением соответствующих и технических требований аналога и вновь проектируемого изделия.

Значение $K_{сл}$ определяет конструктор и (или) технический совет, который собирает конструктор, экспертным путем из практических соображений.

При определении значения $K_{сл}$ конструктор сопоставляет для анализируемого изделия и аналога качества точности и классы шероховатости, удобство изготовления, обрабатываемость материала и т. п.

Например, данные табл. 2 отражают изменение величины трудоемкости при обработке резанием в зависимости от точности и шероховатости для определенных условий. При этом $K_{сл} = K_{ш} \cdot K_T$. Для других условий эти значения могут быть несколько отличными, но принцип учета остается прежним.

Для упрощения определения $K_{ш}$ и K_T можно использовать данные табл. 2 [7; 8].

Таблица 2.
Определение коэффициента $K_{ш}$ и K_T

Квалитеты точности	6	7	8	11	12	13
Значение корректирующего коэффициента K_T	1,3	1,2	1,1	1,0	0,9	0,8
Характеристика шероховатости поверхности	Rz80	Rz40	Rz20	Ra2,5	Ra1,25	Ra0,63
Значение корректирующего коэффициента $K_{ш}$	0,95	0,95	1	1,1	1,2	1,4

2. Материалоемкость – основной показатель, устанавливающий расход материала на одно изделие и используемый для определения величины затрат на производство единицы полезного эффекта или технической характеристики изделия.

Формула укрупненного определения материалоемкости, учитывающая конструктивные и технологические особенности изделий имеет вид:

$$M_6 = M / \text{КИМ}_a = M \cdot K_p,$$

где: M – номинальное значение массы материала в изделии; КИМ_a – коэффициент использования материала изделия аналога; $K_p = 1 / \text{КИМ}_a$ – расходный коэффициент, показатель обратный коэффициенту использования материала.

Формула точного определения материалоемкости детали, изделия в общем случае имеет вид:

$N = M +$ сумма количества технологических отходов + сумма количества потерь

3. Коэффициент использования материалов – вспомогательный показатель, который определяет, какую часть из всего затраченного материала составляет полезное потребление.

Формула определения коэффициента использования материала, учитывающая технологические особенности изделий и их производства

$$\text{КИМ} = M / N_i,$$

где: M – номинальное значение массы материала в изделии; N_i – норма расхода, данного (i -го) материала на изготовление изделия.

Коэффициент использования материала рассчитывается с точностью до третьего знака после запятой.

4. Общий показатель унификации и стандартизации – вспомогательный показатель.

Формула определения общего показателя унификации и стандартизации

$$K_{y,ct} = K_{yn} + K_{ct}$$

где: K_{yn} – коэффициент унификации изделия:

$$K_{yn} = m_{yn} / m_{общ}$$

где: $m_{\text{ун}}$ – количество типоразмеров деталей, унифицированными с деталями других изделий; $m_{\text{общ}}$ – количество типоразмеров деталей изделия.

$K_{\text{ст}}$ – коэффициент стандартизации.

$$K_{\text{ст}} = m_{\text{ст}} / m_{\text{общ}}$$

где: $m_{\text{ст}}$ – количество типоразмеров стандартных (ГОСТ, отраслевые стандарты, заводские стандарты) деталей в изделии.

5. Коэффициент унификации конструктивных элементов – вспомогательный показатель.

Формула определения коэффициента унификации конструктивных элементов

$$K_{\text{у.э}} = Q_{\text{у.э}} / Q_{\text{у}}$$

где: $Q_{\text{у.э}}$ – число унифицированных типоразмеров конструктивных элементов; $Q_{\text{у}}$ – число типоразмеров конструктивных элементов в изделии.

6. Технологическая себестоимость – вспомогательный показатель для оценки технологичности конструкции изделия.

Данный показатель для предварительного расчета себестоимости проектируемого изделия рассчитывается по аналогу с учетом коэффициента сложности изделия (составной части изделия, детали), полученного по данным из изделий (сборочных единиц), имеющих общие конструктивные и технологические признаки с анализируемым изделием, и норм расхода материала аналога.

Список литературы:

1. ГОСТ Р 15.201-2000 СРПП. Продукция производственно-технического назначения. Порядок разработки и постановки продукции на производство.
2. ГОСТ 14.004-83 Технологическая подготовка производства. Термины и определения.
3. ГОСТ Р 50995.0.1 – 96 Технологическое обеспечение создания продукции. Основные положения.
4. ГОСТ 14.201-83 Обеспечение технологичности конструкции изделий.
5. ГОСТ 14.205–83 Технологичность конструкции изделий. Термины и определения.
6. МР 186-85 Обеспечение технологичности конструкции изделий машиностроения и приборостроения.
7. МР 22-81 Расчет основных показателей технологичности конструкций изделий.

СЕКЦИЯ

«НАНОТЕХНОЛОГИИ И НАНОМАТЕРИАЛЫ»

МОДЕЛЬ РОСТА НИТЕВИДНЫХ НАНОКРИСТАЛЛОВ ЖЕЛЕЗО-КОБАЛЬТОВОГО СПЛАВА

Бубликов Евгений Илиодорович

канд. техн. наук, доцент
Донского государственного технического университета,
РФ, г. Ростов на Дону
E-mail: antonovs-rostov@mail.ru

Ушакова Светлана Анатольевна

студент НМФ31, Нефтегазопромышленного факультета
Донского государственного технического университета,
РФ, г. Ростов на Дону

Попов Сергей Александрович

студент НТЭ 4.1, института фундаментального инженерного
образования ЮРГПУ(НПИ),
РФ, г. Новочеркасск

MODEL NANOWHISKERS GROWING IRON-COBALT ALLOY

Bublikov Evgeny

candidate of Science., assistant professor Associate Professor
of the Don State Technical University,
Russia, Rostov-on-Don

Ushakova Svetlana

student NMF31, Neftgazopromyshlennogo Faculty
of the Don State Technical University,
Russia, Rostov-on-Don

*Sergey Popov**student NTE 4.1, Institute of Basic Engineering Education YURGPU (NPI),
Russia, Novocherkassk*

АННОТАЦИЯ

Целью работы является обобщение результатов экспериментального получения нитевидных наноразмерных порошков сплава железо-кобальт и построения модели роста кристаллов. Предложен механизм зарождения и роста нитевидных кристаллов (НК) в электрохимической системе двухслойной ванны. Зарождение нитевидного кристалла происходит путем вытеснения промежуточного слоя, десорбции поверхностных слоев и образования трехмерного зародыша.

Предложенный механизм роста находится в согласии с зависимостью катодной поляризации и критических токов получения НК от условий электроосаждения в двухслойной ванне.

ABSTRACT

The objective is to generalize of the results of experimental obtaining filamentary nanoscale powders iron-cobalt alloy and constructing a model of crystal growth. The mechanism of nucleation and growth of filamentary crystals in electrochemical two-layer system bath was offered. The nucleation of filamentary crystal occurs by displacing the intermediate layer, desorption of surface layers and the formation of three-dimensional embryo.

The proposed mechanism of growth is consistent with the dependence of the cathodic polarization and critical currents produce filamentary crystal from electrodeposition conditions in the two-layer bath.

Ключевые слова: электрокристаллизация; рост нанокристаллов.

Keywords: electrocrystallization; crystal growth.

Электролитический способ получения наноразмерных нитевидных порошков в двухслойной ванне (ДСВ) обладает рядом преимуществ, в частности, возможностью управлять размерами и формой кристаллов [3, с. 56]. Нитевидные кристаллы (НК) растут на поверхности катода, располагаясь друг от друга на некотором расстоянии, среднее значение которого может быть определено из соотношения средней плотности тока на катоде и плотности тока к растущему кристаллу наиболее вероятной толщины. Расчеты показывают, что для нитевидных кристаллов, характеризуемых наиболее вероятной скоростью роста 27,5 мкм/с, значение плотности

тока на торце растущего НК близко к 70 А/см^2 . В этом случае, при средней катодной плотности тока 40 мА/см^2 , среднее расстояние между растущими кристаллами примерно в сорок раз превосходит диаметр их поперечного сечения. Тогда ток к НК радиусом r_1 в первом приближении может быть выражен величиной тока диффузии и миграции ионов железа и кобальта из полупространства диаметром $2r_2$, определяемым средним расстоянием между кристаллами. Предположим, что диффузия ионов Co^{2+} и Fe^{2+} и электрический их перенос представляют явления независимые, а числа переноса равны и зависят от напряженности электрического поля. Из закона диффузии следует:

$$\frac{dc}{dr} = \frac{J(1-n_k)}{2\pi zFD r^2} \quad (1)$$

где: c – суммарная концентрация ионов Fe^{2+} и Co^{2+} ,
 r – радиус полусферы области вблизи растущего кристалла,
 z – валентность ионов,
 J – ток к кристаллу,
 D – коэффициент объемной диффузии.
 Тогда

$$\int_{C_1}^{C_2} dc = \frac{J(1-n_k)}{2\pi zFD r^2} dr \quad (2)$$

где: C_1 – общая концентрация ионов железа и кобальта вблизи растущей поверхности, которой соответствует r_1 ,

C_2 – концентрация на удалении r_2 от кристалла.

Проинтегрировав, получим

$$C_2 - C_1 = \frac{J(1-n_k)}{2\pi zFD} \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right), \quad (3)$$

откуда

$$J = \frac{2\pi zFD(C_2 - C_1)r_1 r_2}{1-n_k(r_2 - r_1)}. \quad (4)$$

Приняв, что торец растущего НК имеет плоскую поверхность, плотность тока на нем

$$i = \frac{J}{\pi r_1^2} = \frac{2 z F D}{1 - n_k} (C_2 - C_1) \frac{r_2}{r_1 (r_2 - r_1)}. \quad (5)$$

Решив (5) относительно r_1 получим:

$$r_1 = r_2 \left[\frac{1}{2} - \sqrt{\frac{1}{4} - \frac{2 F z D (C_2 - C_1)}{i (1 - n_k) r_2}} \right] \quad (6)$$

Знак (–) перед корнем выбран из физических соображений в соответствии с тем, что радиус НК не может превышать половины расстояния между соседними растущими кристаллами. С увеличением плотности тока не происходит заметного изменения второго члена подкоренного выражения, т. к. при этом возрастает и разность концентраций ($C_2 - C_1$). Таким образом, можно заключить, что при возрастании плотности тока уменьшение диаметра образующихся на катоде отдельных нитевидных кристаллов сопровождается уменьшением среднего расстояния между соседними НК, т. е. имеет место увеличение числа одновременно зарождающихся и растущих нитей. Это также согласуется с увеличением на катоде числа десорбированных участков на которых происходит зарождение и рост кристаллов.

Величина предельной плотности тока с учетом миграции и диффузии из полупространства к одиночно растущему кристаллу может быть определена из выражения (5) с учетом того факта, что $r_2 \gg r_1$ и $C_1 = 0$:

$$i = \frac{2 D z F C_2}{(1 - n_k) r_1} \quad (7)$$

Приняв $D \approx 10^{-5} \text{ см}^2 \text{ с}^{-1}$, $z = 2$, $F = 96500 \text{ Кл/моль}$, $C_2 = 1,2 \cdot 10^{-4} \text{ моль/см}^3$, $n_k = 0,6$, $r_1 = 10^{-6} \text{ см}$, получим значение предельной плотности тока $i = 1150 \text{ А/см}^2$, много превышающее плотность тока на торце НК, рассчитанную по закону Фарадея с учетом скорости роста и выхода по току. Следовательно, диффузионные условия получения нитевидных одноосных кристаллов

в ДСВ близки к условиям роста плотных покрытий из водных растворов в обычной ванне.

Электроосаждение НК Fe-Co сплава происходит в области токов, далеких от предельных. Поэтому концентрационные явления существенно не проявляются, и поляризации увеличивается за счет роста либо перенапряжения перехода, либо перенапряжения кристаллизации или пассивационных явлений, существенных в случае электроосаждения металлов группы железа.

Деполяризация, имеющая место при электроосаждении нитевидных кристаллов Fe-Co сплава в ДСВ, может быть объяснена уменьшением поверхностной энергии образующихся граней. Рост одноосных нитевидных кристаллов происходит послойно, путем образования пакетов двумерных зародышей и последующего заполнения образующихся ступеней.

Для скорости электрохимического осаждения металлов помимо частоты образования поверхностных зародышей, существенное значение имеет и их разрастание по всей растущей поверхности кристалла [2]. Однако, при росте ультратонких нитевидных кристаллов с диаметром 20–30 нм, в первом приближении можно принять, что на торцевой поверхности НК каждый монослой разрастается из одного двумерного зародыша. Структура НК и форма концов кристаллов косвенно подтверждают такое допущение. Следовательно, осевая скорость роста нитевидного кристалла \mathcal{G} в первом приближении будет определяться скоростью образования двумерных зародышей N :

$$\mathcal{G} = NSd$$

где: d – толщина монослоя, равная межплоскостному расстоянию в направлении роста НК,

S – площадь торцевой поверхности растущего кристалла.

При электрохимическом осаждении число зародышей N , образующихся в единицу времени на единице площади плоской грани зависит от перенапряжения η [2, с. 347] следующим образом:

$$N = N_0 \exp \left\{ -\frac{\pi \sigma^2 A}{k T z F |\eta|} \right\} \quad (8)$$

где: σ – граничная плотность энергии двумерного зародыша,

A – площадь моля в моноатомном слое,

k – постоянная Больцмана,

T – абсолютная температура,

F – число Фарадея.

N_0 для образования поверхностных зародышей при учете только поверхностной диффузии определяется из выражения

$$N_0 = N_A C_1 \frac{2D}{a^2} \exp \left\{ \frac{zF}{RT} |\eta| \right\}, \quad (9)$$

где: C_1 – концентрация ад-атомов при перенапряжении η ,

D – коэффициент поверхностной диффузии,

A – величина между двумя местами роста, в случае нитевидного кристалла ее можно принять равной диаметру НК,

N_A – число Авогадро.

Плотность тока i к одиночному кристаллу можно рассчитать на основании закона Фарадея, зная скорость роста, площадь поперечного сечения кристалла и его плотность ρ :

$$i = g\rho / K_3 \quad (10)$$

где: K_3 – электрохимический эквивалент сплава.

Подставив (7), (8) и (9) в (10), получим

$$i = K \exp \left\{ \frac{zF}{RT} |\eta| - \frac{\pi\sigma^2 A}{kTzF |\eta|} \right\} \quad (11)$$

где: K – постоянный множитель.

Из (11) следует, что для заданных значений плотности тока меньшим значениям σ должны соответствовать меньшие значения перенапряжения.

Согласно [1, с. 26] относительное значение поверхностной энергии граней кристалла α -Fe возрастает в ряду {110}, {100}, {211}, {111}. Из этого следует, что граням, характеризуемым наибольшей плотностью упаковки атомов и меньшим расстоянием между ними, соответствуют меньшие значения поверхностной энергии. Таким образом, деполяризация, наблюдаемая при выделении нитевидных кристаллов Fe-Co сплава, находится в корреляции с уменьшением поверхностной энергии граней.

Уменьшение диаметра нитевидных кристаллов, происходящее с увеличением плотности тока и понижением содержания ионов Fe^{2+}

и Co^{2+} в водном растворе ванны, связано с возрастанием поляризации катода. В местах десорбции пассиватора число образующихся трехмерных зародышей равно [2, с. 353]:

$$N = N_A C_{\text{ад}} S \frac{2D}{a^2} \exp \left\{ -\frac{zF}{RT} \eta - \frac{16\pi\sigma^3 V^2}{3z^2 F^2 kT \eta^2} \right\},$$

где: $C_{\text{ад}}$ – равновесная концентрация ад-атомов,

D – коэффициент поверхностной диффузии,

a – расстояние, на котором происходит поверхностная диффузия к образующемуся зародышу,

S – площадь десорбированных участков поверхности катода,

σ – поверхностная энергия кристалла,

V – мольный объем вещества кристалла.

Равновесная концентрация ад-атомов, например, серебра незначительно растет с увеличением концентрации C_2 ионов в растворе [2, с. 707]. Для железа и кобальта такое изменение будет, по-видимому, еще меньше. Тогда количество образующихся зародышей будет в основном зависеть от S и η , т.к. остальные величины с изменением C_2 либо не изменяются, либо изменяются мало. Величина площади десорбированной поверхности зависит от η . Так как в условиях ДСВ для уменьшения толщины пленки на катоде и десорбции ПАВ требуется значительная поляризация электрода, можно полагать, что на каждом десорбированном участке возникает зародыш и появляется растущий кристалл. С увеличением концентрации ионов металла в растворе падает перенапряжение и, следовательно, будет уменьшаться число возникающих в единицу времени зародышей. При неизменной катодной плотности тока это приводит к росту более толстых нитевидных кристаллов сплава.

Таким образом, предложен механизм зарождения и роста НК, учитывающий наличие на катоде органической пленки, которая состоит из поверхностных слоев на границе с металлом катода и водным раствором и расположенного между ними промежуточного слоя органического раствора. Зарождение нитевидного кристалла происходит путем вытеснения промежуточного слоя, десорбции поверхностных слоев и образования трехмерного зародыша. Дальнейший рост НК происходит за счет образования пакетов двумерных зародышей с послойным заполнением торцевой грани. Боковая поверхность НК при этом пассивируется раствором верхнего слоя ванны. Предложенный механизм роста находится в согласии

с зависимостью катодной поляризации и критических токов получения НК от условий электроосаждения в двухслойной ванне.

Список литературы:

1. Миссол В. Поверхностная энергия раздела фаз в металлах. – М.: Металлургия, 1978. – 176 с.
2. Феттер К. Электрохимическая кинетика. – М.: Химия, 1967. – 836 с.
3. Электрокристаллизация порошков металлов: монография / А.В. Бондаренко, Е.И. Бубликов и др. – Ростов н/Д: ДГТУ, 2013. – 121 с.

СЕКЦИЯ

«ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА И МЕНЕДЖМЕНТ, СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ»

«ТУШИТЬ ПОЖАРЫ» ИЛИ СТРОИТЬ СИСТЕМУ?

Жильцов Сергей Николаевич

*магистрант Южно-Уральского государственного университета,
РФ, г. Челябинск
E-mail: zhils19@mail.ru*

Глухов Иван Георгиевич

*ведущий специалист по развитию производственной системы,
АО «Трубодеталь»,
РФ, г. Челябинск
E-mail: zhils19@mail.ru*

WHAT IS BETTER: TO PUT OUT FIRES OR BUILD THE SYSTEM?

Sergey Zhiltsov

*graduate student, South Ural state University,
Russia, Chelyabinsk*

Ivan Glukhov

*a leading specialist in the development of production systems,
JSC "Trubodetal",
Russia, Chelyabinsk*

АННОТАЦИЯ

В данной статье рассмотрен один из возможных примеров вовлечения работников в процессы повышения качества продукции в производстве крупного промышленного предприятия. Предложен

подход к организации и проведению кружков качества с привлечением самих работников, выполняющих операции, и их руководителей, с целью предупреждения несоответствий и их исправления в цикле производства, приводящих к повышению качества продукции, увеличению производительности и сокращению цикла изготовления, а следовательно, увеличению прибыли компании и укреплению на рынке.

ABSTRACT

This article describes one of the possible examples of involving employees in the process of improving product quality in the production of large industrial enterprises. An approach to the organization and conduct of quality circles with the involvement of the workers themselves, perform operations, and their leaders, to prevent inconsistencies and correct them in the cycle of production leading to improved product quality, increased productivity and reduction of manufacturing cycle and, consequently, increase profits of the company and strengthening on the market.

Ключевые слова: вовлечение персонала; кружок качества; несоответствия.

Keywords: involvement of the personnel; quality circle; inconsistencies.

Очередное совещание по выполнению плана производства. Снова приходится оправдываться и быстро «тушить пожар» или переносить сроки сдачи продукции. Знакомая ситуация? Причин такого явления может быть несколько. Одной из основных являются доработки (в «бережливом производстве» – потери), исправление дефектов, доведение продукции до требуемого заказчиком состояния. Есть и чисто русское определение данного процесса: «напилинг» (доработка напильником). Доработки и исправления съедают определенные, чаще всего, незапланированные ресурсы, отчего растут сроки и себестоимость производства. А исправления зачастую одни и те же, из месяца в месяц, из года в год. И никак не вырваться из этого порочного круга, ведь план надо делать! Вопрос только в том, какой ценой? Но, выход, на самом деле, есть.

Еще в прошлом веке была сформулирована концепция Встроенного качества – комплекса мер, направленного на недопущение изготовления некачественной продукции [2, с. 263]. Концепция реализации встроенного качества:

- 1) Выявление и последовательный анализ несоответствий.
- 2) Выявление причин несоответствий.

3) Разработка и реализация мероприятий по устранению причин несоответствий.

4) Контроль результатов.

И, вроде бы, все просто, но на практике возникает множество вопросов. Основные из них мы и разберем в данной статье.

По сути, требуется решить три основных вопроса для реализации вышеуказанной концепции:

1) наладить систему сбора и анализа данных по видам, причинам и повторяемости возникающих дефектов. В идеале эта система должна быть автоматизирована для снижения риска искажения данных человеком;

2) стандартизировать действия операторов, здесь основная проблема – наладить исполнение этих стандартов;

3) вовлечь персонал, т. е. рабочих, операторов в этот процесс (что является самым сложным).

Согласитесь, никто лучше рабочего не знает проблемы на его рабочем месте, а порой, и способы их решения. Без рабочего, чаще всего, просто невозможно выявить причину дефекта, определить и реализовать мероприятия по ее устранению. О вовлечении персонала в работу по повышению качества процессов и, как следствие, продукции поговорим более подробно.

Естественной реакцией рабочего в российской действительности на предложение участвовать в подобной работе – будет отторжение. И это понятно. Ведь любой человек боится всего нового. А в условиях культуры страха наказания за допущенные дефекты, вовлечение сотрудников в данную работу становится, на первый взгляд, практически невозможным. Поэтому начать следует с изменения мышления руководителей в части отказа от наказания за выявленные дефекты. Акцент следует делать на поиске и устранении причины, а не виновного! Только после этого можно приступать к обучению рабочих основным принципам и инструментам Встроенного качества. На обучении следует еще раз огласить политику отказа от наказаний и донести личную пользу для каждого от этой работы. Именно от качества проведенного обучения будут зависеть дальнейшие результаты. Если информация на обучении была дана верно, ни один нормальный человек не скажет, что лучше «тушить пожары» и заниматься исправлениями изделий текущих заказов, чем работать по плану и выполнять новые заказы, зарабатывать новые деньги.

Для исключения культуры страха нужно создать условия, когда человек может открыто рассказать о допущенном им дефекте и его причине, передать эту информацию своему руководителю, не боясь

лишиться части премии по итогам работы. И напротив, если изделие с дефектом перешло на следующую операцию, то допустивший этот дефект работник ДОЛЖЕН нести ответственность. То есть должны быть четко определены границы ответственности. Не принимаю, не производжу, не передаю брак – вот, пожалуй, основа таких отношений, девиз.

Одна голова – хорошо, а две – лучше. В процессе выявления первопричин возникновения дефектов, разработки мероприятий по их устранению и их реализации будет результативна коллективная работа. Моделей такой работы несколько [4, с. 19]. Вариант первый: когда организуются группы в составе инженерно-технических работников (технологи, контролеры, инженеры) и регулярно встречаются в цехе (непосредственно на месте возникновения несоответствия) для выявления причин дефектов. В данные группы могут привлекаться и рабочие по необходимости. При разборе несоответствий уже по факту их возникновения очень часто не хватает информации для определения причин появления. Чтобы приблизиться к источнику проблем, коллегиально была инициирована работа малых рабочих групп на каждом участке цеха. Группа в составе мастера, технолога и контролера собирается каждый день в 13–00 с целью выявления причин возникших за сутки несоответствий. По необходимости в рабочую группу привлекаются и другие специалисты. Разобраться и выявить причину по горячим следам, на месте, людьми, которые близки к производству и знают его не понаслышке гораздо проще, чем через неделю, в кабинете. Так, например, на одной из операций постоянно возникало одно и то же несоответствие. Принимались различные решения по факту возникновения несоответствия, только лишь после собрания малой инициативной группы, в состав которой были включены работники – операторы, была выявлена первопричина – незначительный износ опорных подшипников, в результате дающий значительное несоответствие.

Вариант второй: кружки качества (группы качества), состоящие только из рабочих, регулярно собирающиеся на добровольных началах для выявления причин возникновения несоответствий и разработки мероприятий по их устранению, представляют собой группу рабочих одного производственного участка. Большая численность, как показывает опыт, не дает возможности «выразиться» каждому участнику. Кружок собирается, как правило, 1–2 раза в неделю в рабочее время (а часто и в нерабочее) на 1–1,5 часа. В кружки качества могут привлекаться специалисты и руководители, но только в качестве консультантов по обсуждаемой проблеме. Кружки качества

являются инструментом вовлечения и развития инициатив, прежде всего, рабочих. Лучшие результаты достигаются при использовании обоих вариантов, т. е. вовлечении как можно большего количества сотрудников. Общий смысл и идея – развитие инициативы работников в выявлении проблем с качеством процессов и продукции, их причин и генерации идей по их устранению. Например, на одном из заводов в России кружки качества изначально интегрированы в систему менеджмента качества, существует стандарт предприятия. Результатами работы кружков на постоянной основе интересуются первые руководители: организованы ежемесячные встречи руководителей – Советы кружков качества.

Основное отличие кружков от индивидуального рационализаторства не только в коллективной работе, но и в ее целенаправленности. Обсуждаются проблемы, связанные с качеством работы оборудования и людей, технологий, материалов, оснастки и т. д. В общем, всего, что в конечном итоге влияет на качество продукции. Появляется возможность содержательно анализировать производственные проблемы, оценивать влияние каждой из них на качество и эффективность работы, разрабатывать конкретные решения и проводить их в жизнь с помощью администрации предприятия.

Зарубежная практика показывает, что кружки качества приносят экономический эффект. Так, по оценкам специалистов США, соотношение экономического эффекта к затратам на организацию, внедрение и функционирование кружков качества составляет от 3:1 до 6:1 [1, с. 14]. В Великобритании промышленные предприятия на каждый доллар, затраченный на кружки качества, получили три-четыре доллара прибыли. Для предприятий сферы услуг отношение прибыли к затратам составило 2,4:1. При этом затраты включают в себя заработную плату членам кружка за рабочие часы, затраченные на заседания, заработную плату куратора, стоимость обучения персонала, стоимость учебных материалов и других средств, необходимых для функционирования кружков качества [3, с. 13].

Следующим важным моментом является информационное освещение проводимых мероприятий и их итогов. Во-первых, нужно создать пятиминутки качества, к примеру, в начале смены, где необходимо доводить информацию о выявленных дефектах (не только в «своей» смене, а в разрезе участка), причинах их появления, итогах (решениях), принятых на кружках качества, до рабочих. Тем самым можно снизить риски повторения дефектов. Как известно, оповещен, значит вооружен. Во-вторых, на информационных стендах необходимо отразить индивидуальные и/или бригадные показатели

качества, динамику по количеству дефектов, результаты работы кружков качества. Это необходимо для того, чтобы люди понимали важность не просто производства штук, но и какой ценой эти штуки получились, и как это сказалось, например, на доходе каждого работника.

Однако результаты деятельности кружков качества не исчерпываются прямым экономическим эффектом. Гораздо более важен косвенный эффект, выражающийся созданием морально-психологического климата, способствующего активизации деятельности рабочих по совершенствованию организации труда на производственном участке. Но не это ли вовлеченность? Здесь хочется привести цитату О. Мандельштама: «Мы поднимаемся только на те башни, которые сами можем построить!». Ведь каждый работник, осознавая свою роль в процессе создания ценности, обеспечивает себя стабильными занятием и заработком, а компанию – лидирующими позициями на рынке, постоянным спросом на продукцию и, соответственно, процветанию.

Список литературы:

1. Куликов Ю.А., Хачатуров А.Е. Экономические аспекты систем качества // Методы менеджмента качества. 2001. 5, 6. – С. 12–16.
2. Лapidус В.А. Всеобщее качество (TQM) в российских компаниях. – М.: ОАО «Типография «Новости», 2000. – 263 с.
3. Скрипко Л.Е. Методология оценивания затрат на качество // Методы менеджмента качества. 2001. № 1. – С. 12–18.
4. Швец В.Е. Измерение процессов в системе менеджмента качества: Опора на стратегию и структуру // Сертификация. 2003. № 1. – С. 17–21.

СЕКЦИЯ

«ПРИБОРОСТРОЕНИЕ, МЕТРОЛОГИЯ, РАДИОТЕХНИКА»

КЛАССИФИКАЦИЯ ПРИБОРОВ И МЕТОДОВ ИЗМЕРЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА КОМПОНЕНТОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Мажренова Найля Рахимбековна

*д-р хим. наук, проф.,
Казахский национальный университет имени Аль-Фараби,
Республика Казахстан, г. Алматы*

Нугыманова Айжан Олжабековна

*магистр техн. наук, преподаватель,
Казахский национальный университет имени Аль-Фараби,
Республика Казахстан, г. Алматы*

CLASSIFICATION OF INSTRUMENTS AND METHODS OF MEASURING QUALITY INDICATORS COMPONENTS OF THE ENVIRONMENT

Nailya Mazhrenova

*doctor of Chemical Sciences, Professor, Al-Farabi Kazakh National
University, Kazakhstan, Almaty*

Aizhan Nugymanova

*master of Engineering, Lecturer Al-Farabi Kazakh National University,
Kazakhstan, Almaty*

АННОТАЦИЯ

Системный анализ научных исследований показал, что все аспекты территориального природопользования, включая нормирование нагрузок на окружающую среду по всем видам хозяйственной

деятельности, должны опираться на результаты экспериментальной (на основе измерений и/или на основе расчетов) оценки определенных параметров производственного процесса, определение физических и химических факторов воздействия на окружающую среду и на количественную оценку изменений в состоянии компонентов природной среды, происходящих в результате хозяйственной или иной деятельности. В связи с вышеизложенным, в данной статье, приведены результаты анализа и классификации современных методов и приборов измерения показателей качества природных систем, а также загрязнений окружающей среды. Приведенная классификация может быть полезна при выборе оптимальных средств измерений и проведении работ по экологическому мониторингу.

ABSTRACT

The system analysis of scientific researches has shown that all aspects of territorial environmental management, including rationing of loads of environment by all types of economic activity, have to rely on results experimental (on the basis of measurements and/or on the basis of calculations) estimates of certain parameters of production, definition of physical and chemical factors of impact on environment and on a quantitative assessment of changes in a condition of the components of environment resulting from economic or other activity. In view of the above, in this article, results of the analysis and classification of modern methods and devices of measurement of indicators of quality of natural systems, and also environmental pollution are given. The given classification can be useful at the choice of optimum measuring instruments and work on environmental monitoring.

Ключевые слова: энерго- и массообмен, антропогенное воздействие, санитарно-гигиенические нормативы, спектрометрические приборы, атомно-абсорбционная спектроскопия, ионная хроматография, капиллярный электрофорез.

Keywords: energy and mass transfer, anthropogenous influence, anthropogenic impacts, sanitary-hygienic norms, spectrometric instruments, atomic-absorption spectroscopy, ion chromatography, capillary electrophoresis.

Введение

Любое производство, находящееся на конкретной территории, взаимодействует с природой настолько тесно, что для изучения этого взаимодействия совокупный комплекс природной среды

и ее техническое насыщение необходимо рассматривать совместно, как единую систему – природно-техническую геосистему.

Устойчивое развитие природно–технической системы характеризуется способностью компонентов выдерживать изменения, создаваемые внешними воздействиями; оказывать сопротивление внешним (техногенным) воздействиям; обнаруживать способность к восстановлению или к самовосстановлению системы. Безопасность системы зависит от возможности обеспечения равновесия, как свойства системы сохранять устойчивость в пределах регламентированных границ при антропогенных изменениях природного ландшафта [5].

Обеспечение надежности природно-технической системы накладывает необходимость дополнительного условия для количественного выражения конкретных показателей, характеризующих качество окружающей среды и допустимые уровни антропогенного воздействия на нее.

Необходима разработка специальных шкал физических величин, объединяющих в своем составе объекты искусственного и естественного происхождения.

Все вышеперечисленные аспекты территориального природопользования, включая нормирование нагрузок на окружающую среду по всем видам хозяйственной деятельности, должны опираться на результаты экспериментальной (на основе измерений и/или на основе расчетов) оценки определенных параметров производственного процесса, количественном определении уровня (интенсивности) физических, химических, биологических и др. факторов воздействия на экосистемы, а также на количественную оценку изменений в состоянии окружающей среды, происходящих в результате хозяйственной или иной деятельности.

В связи с вышеизложенным, анализ и классификация современных методов и приборов измерения и контроля состояния природных систем, а также количественная оценка загрязнений окружающей среды являются актуальными задачами.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

К настоящему времени разработано большое количество разнообразных приборов контроля состояния окружающей среды. Для ориентирования в этой области и реализации знаний, умений и навыков выбора оптимальных методов и приборов для экологического мониторинга целесообразно классифицировать их [1; 4].

Алгоритм аналитического процесса в экологическом мониторинге представлен в виде диаграммы на рис. 1.



Рисунок 1. Этапы аналитического процесса

Аналитическое оборудование

Прибор – устройство, состоящее из 4-х частей:

- Генератора аналитического сигнала, например, источника излучения;
- Входного преобразователя (детектора);
- Электронного преобразователя сигнала, например, фильтра или усилителя;
- Системы регистрации выходных данных, например, компьютера.

Функциональные узлы аналитического прибора:

- Источник (например, источник излучения);
- Устройство для установки образца или система его ввода;
- Селектор (обычно являющийся генератором аналитического сигнала);
- Детектор (ФЭУ);
- Система регистрации выходных данных (ПК и аналого-цифровой преобразователь АЦП).

Критерии эффективности работы оборудования:

- Точность;
- Повторяемость и воспроизводимость результатов;
- Чувствительность (предел обнаружения и предел количественного определения);
- Селективность;

- Линейность градуировочного графика;
- Динамический диапазон;
- Стабильность.

Критерии экономической эффективности:

- Стоимость приобретения, установки и эксплуатации оборудования;
- Длительность аналитического цикла;
- Ограничения, связанные с выполнением правил по технике безопасности;
- Текущие расходы – запасные части, газы и др. расходные материалы;
- Обучение персонала;
- Пропускная способность прибора.

I. Лабораторные аналитические приборы:

- Спектрометрические приборы;
- Приборы на принципах предварительного разделения аналитов;
- Приборы на принципах визуализации объектов анализа;
- Электрохимические приборы;
- Другие приборы (приборы для термогравиметрического анализа, дифференциальные сканирующие калориметры, рентгеновские дифрактометры).

Портативные аналитические приборы:

- Спектрометрические приборы;
- Приборы для гибридных методов анализа;
- Приборы на принципах визуализации объектов анализа;
- Электрохимические приборы.

Спектрометрические приборы.

1. Молекулярная спектроскопия

- 1.1 Спектроскопия в ультрафиолетовой, видимой и ближней инфракрасной области спектра;
 - 1.2. Инфракрасная спектроскопия и рамановская спектроскопия (спектроскопия комбинационного рассеяния);
 - 1.3 Люминесцентная спектроскопия;
 - 1.4 Спектроскопия ядерного магнитного резонанса;
 - 1.5 Масс-спектроскопия.
- Блок-схема МС-спектрометра показана на рис. 2.

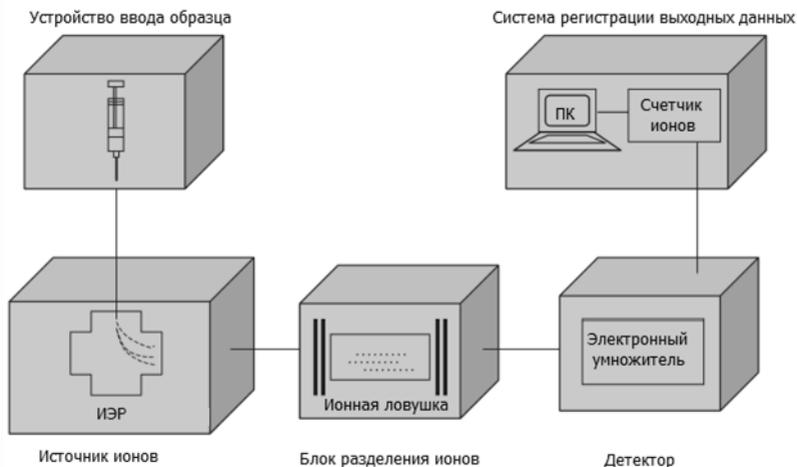


Рисунок 2. Блок-схема МС-спектрометра

Атомно-абсорбционная спектроскопия (ААС) основана на поглощении видимого, или УФ-излучения определенных длин волн свободными атомами в основном состоянии. При определенных условиях количество поглощенного излучения коррелирует с концентрацией атомов в образце. В связи с тем, что большинство атомов при температурах ниже 5000 К находятся в основном состоянии, для стимуляции их возбуждения требуется высокая температура. В ААС измеряется разность падающего и выходящего излучения в очень узком диапазоне длин волн. Аналитически ААС – это очень простой и надежный метод, дающий простые спектры абсорбции.

Атомно-флуоресцентная спектроскопия (АФС), как и атомно-абсорбционная спектроскопия (ААС), основана на поглощении излучения характерной длины волны свободными атомами в основном состоянии с последующей регистрацией флуоресцентного излучения с большей (характеристической) длиной волны. Интенсивность испускаемого флуоресцентного излучения зависит от концентрации атомов в образце. Как и в ААС, при использовании АФС получаются простые спектры, при этом и сам метод прост в исполнении. Блок-схема типового ААС показана на рис. 3.

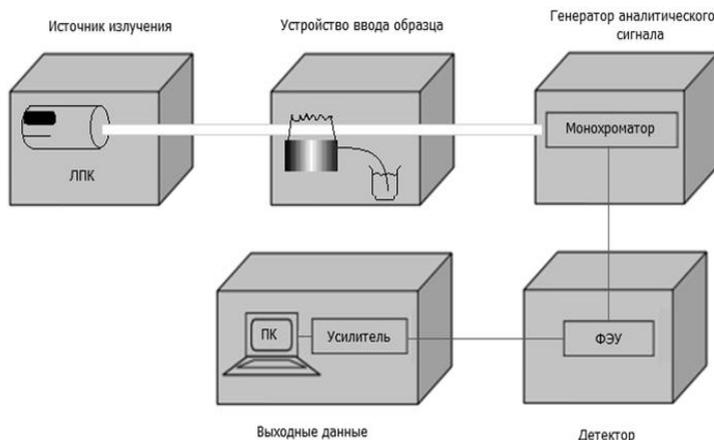


Рисунок 3. Блок-схема однолучевого спектрометра с пламенной атомной абсорбцией (хотя компоненты атомного флуоресцентного спектрометра похожи, в нем испускаемое излучение измеряется в плоскости, перпендикулярной падающему излучению)

Приборы на принципах предварительного разделения аналитов:

1. Газовая хроматография;
2. Высокоэффективная жидкостная хроматография;
3. Ионная хроматография;
4. Капиллярный электрофорез;
5. Сверхкритическая флюидная хроматография;
6. Комбинированные приборы (для газовой, для жидкостной хроматографии, метод комбинированного капиллярного электрофореза).

Ионная хроматография (ИХ) представляет собой разновидность одного из видов высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) – ионообменной хроматографии. В ИХ для разделения ионов используют ионообменные смолы. Метод основан на способности ионов ко взаимодействию с фиксированными группами ионообменной смолы. Чаще всего метод ИХ используют для определения анионов, для которых других способов быстрого анализа не существует. Кроме того, ИХ часто используют и для анализа катионов и простых биохимических образцов, например, аминокислот. Для анализа обычно требуются водные растворы.

На рис. 4. приведена блок-схема ионного хроматографа.

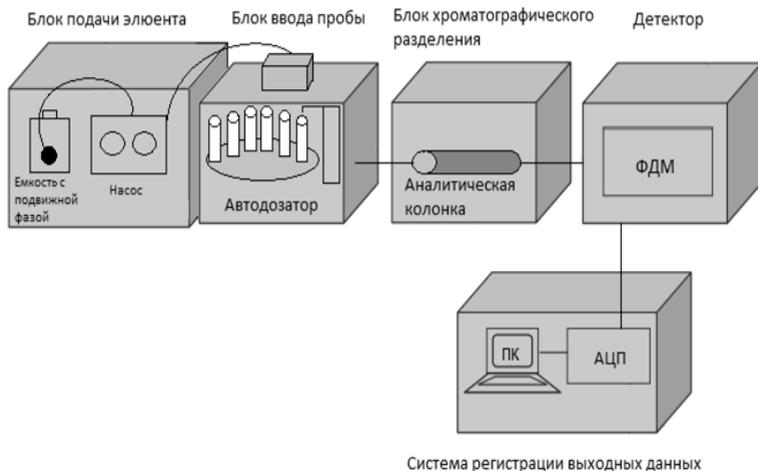


Рисунок 4. Блок-схема ионного хроматографа

Явление капиллярного электрофореза (КЭ) наблюдается при приложении внешнего электрического поля к находящемуся в капилляре раствору, содержащему заряженные частицы. При этом разделяемые ионы перемещаются по капилляру к электроду с противоположным зарядом. Электрофоретическое разделение основано на том, что параметры миграции ионов различных растворенных веществ в одних и тех же условиях различны. Скорость миграции ионов зависит от напряженности приложенного электрического поля, формы частиц и свойств среды. Необходимо отметить, что КЭ не является хроматографическим методом, поскольку в нем нет неподвижной фазы, тем не менее между этими разделительными методами много общего. На рис. 5. приведена блок-схема прибора для капиллярного электрофореза.

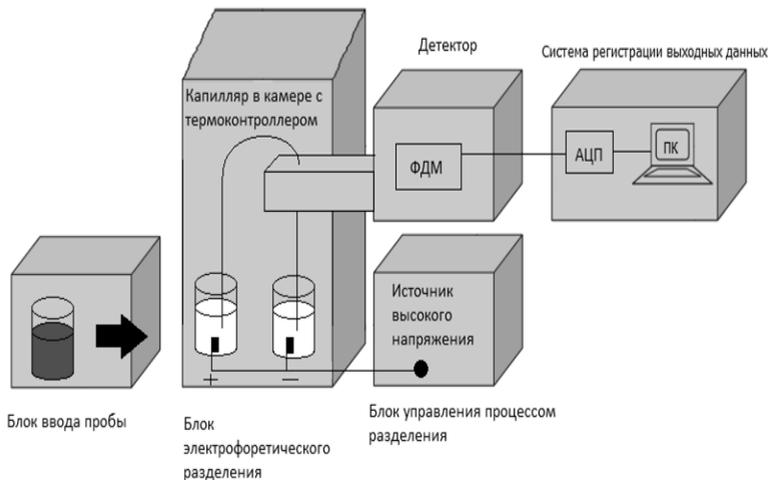


Рисунок 5. Блок-схема прибора для капиллярного электрофореза

Приборы на принципах визуализации объектов анализа

1. Оптические микроскопы;
2. Конфокальные микроскопы;
3. Электронные микроскопы:
 - 3.1 Растровые электронные микроскопы
 - 3.2 Просвечивающие электронные микроскопы;
4. Сканирующие зондовые микроскопы:
 - 4.1 Сканирующие туннельные микроскопы
 - 4.2 Атомно-силовые микроскопы;
5. Спектральные приборы для анализа изображения.

Электронная микроскопия.

Электронная микроскопия представляет собой технологию получения изображений, в которой для исследования образца используется поток электронов. Так как длина волны, характерная для электронов, намного меньше, чем у видимого света, то дифракция происходит при намного меньших размерах объектов. Поэтому разрешение в электронной микроскопии намного выше, чем в оптической микроскопии. На рис. 6. приведена блок-схема сканирующего электронного микроскопа.

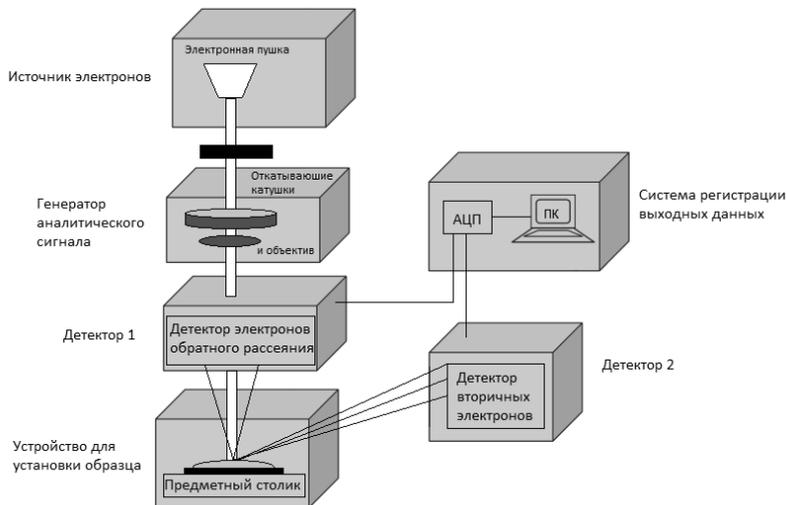


Рисунок 6. Блок-схема сканирующего электронного микроскопа

Другие приборы:

1. Термогравиметрический анализ (ТГА) – метод, в котором измеряется масса образца во времени или относительно изменения температуры в определенной атмосфере (изучение механизмов разложения и термостойкости ЗВ).

2. Дифференциальная сканирующая калориметрия (ДСК) – метод, в котором измеряются изменения энергии образца в зависимости от температуры.

3. Рентгеновские дифрактометры (параметры кристаллической решетки, длина связей, величина углов, размеры кристалла, его чистота и текстура).

Электрохимические приборы:

1. Потенциометрия (измеряют потенциал напряжения: измерение рН, избирательное определение концентрации ЗВ);

2. Вольтамперометрия (измеряют силу тока: измеренные изменения силы тока пропорциональны концентрации ЗВ);

3. Кондуктометрия (измеряют проводимость: изменения значений электропроводности соответствуют изменениям концентрации ЗВ).

Электрохимические аналитические методы включают потенциометрию, вольтамперометрию и кондуктометрию. Приборы на их основе обычно используются как детекторы после разделения

с использованием хроматографических методов и как химические и биологические сенсоры. Чаще всего они представляют собой электроды, помещенные в электрохимические ячейки. Все электрохимические ячейки обязательно имеют в своем составе не менее двух электродов, а некоторые – три. В первом случае один из электродов является рабочим (так называемым сенсорным или индикаторным), а другой – комбинацией электрода сравнения и вспомогательного электрода (противоэлектрода). Во втором, когда ячейка содержит три электрода, электрод сравнения и вспомогательный электрод разделены и являются ее отдельными элементами.

Существует два типа электрохимических ячеек: гальваническая – в ней электрическая энергия производится в ходе спонтанной химической реакции, и электролитическая (вольтамперометрическая), – для работы которой энергия подводится от внешнего источника. Гальванические ячейки важны в потенциометрии. В электролитических ячейках электроэнергия используется для инициирования химической реакции, как, например, в вольтамперометрии.

В наиболее общем случае потенциометрические приборы в качестве сенсоров включают в себя ИСЭ. ИСЭ представляет собой завершённую электролитическую ячейку, селективно реагирующую на изменение концентрации определенного иона и дающую возможность ее измерения, практически, исключая влияние со стороны других ионов, присутствующих в анализируемом растворе. На рис. 7. приведена блок - схема ИСЭ.

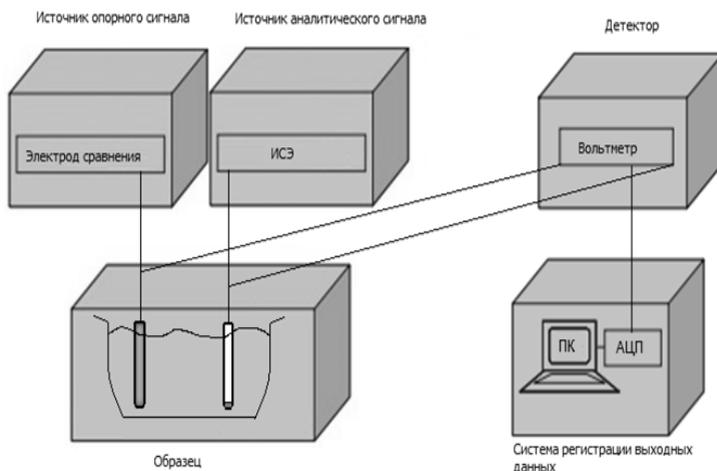


Рисунок 7. Блок-схема ИСЭ

Вольтамперометрия представляет собой аналитический метод, основанный на измерении силы тока в зависимости от приложенного напряжения. При этом изменения силы тока, протекающего через рабочий электрод, погруженный в раствор, вызваны присутствием в нем электроактивных частиц, которые могут окисляться или восстанавливаться на рабочем электроде. Вольтамперометрия, по сути, является электролизом в очень малых масштабах. При этом в качестве рабочего электрода используется микроэлектрод. Сила тока в вольтамперометрии является параметром, подобным измеряемой в УФ-спектроскопии оптической плотности. При проведении вольтамперометрических экспериментов изменяется напряжение, что приводит к изменению тока, и на основании полученных данных строится вольтамперограмма, тогда как в УФ-спектроскопии строится зависимость оптической плотности от длины волны, называемая спектром. Измеренные изменения тока пропорциональны концентрации аналита. Так как по условиям вольтамперометрического эксперимента возникающая в цепи сила тока мала (порядка микроампер), а время анализа невелико за счет того, что объем анализируемого раствора относительно велик, концентрация аналита в растворе при проведении анализа меняется незначительно. Это означает, что повторяющиеся измерения можно проводить в одном и том же растворе, и то, что образец в конце эксперимента остается практически в неизменном виде. На рис. 8. представлена блок-схема вольтамперметра.

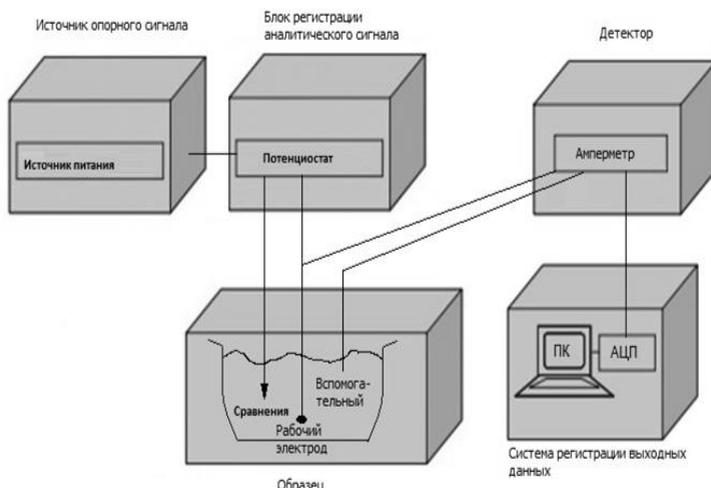


Рисунок 8. Блок-схема вольтамперметра

Источником опорного сигнала, относительно которого изменяется аналитический сигнал, в вольтамперметре служит источник электрического напряжения.

Для проведения экспресс-анализа в полевых условиях удобны для использования портативные приборы, разработка и выпуск которых растет в последние годы. Ниже приведена классификация портативных аналитических приборов.

II. Портативные аналитические приборы (Спектрометрические приборы)

2.1 Спектрометры, работающие в УФ-видимом и БИК-диапазонах;

2.2 ИК-спектрометры;

2.3 Рамановские спектрометры;

2.4 Флуоресцентные спектрометры;

2.5 ЯМР-спектрометры;

2.6 Масс-спектрометры;

2.7 Масс-спектрометры для элементного анализа.

III. Портативные аналитические приборы. (Приборы для гибридных методов анализа).

2.1. Газовая хроматография (классы: компактные с массой 10–25 кг, портативные-5–15 кг, переносные – менее 3 кг);

2.2. Высокоэффективная жидкостная хроматография (оснащены УФ-детектором и встроенной системой передачи и обработки данных);

2.3. Капиллярный электрофорез (портативные приборы для работы в полевых условиях);

2.4. Газовая хроматография-масс-спектрометрия.

Портативные аналитические приборы (Приборы на принципах визуализации объектов анализа):

- Портативные оптические микроскопы;
- Электронные микроскопы (меньшие размеры были достигнуты в ущерб разрешению);

- Сканирующие зондовые микроскопы (миниатюрные);

- Спектральный прибор для анализа изображения.

Приборы, применяемые для оценки состояния ОС.

Требования к полевым портативным приборам:

- Общая масса устройства и вспомогательного оборудования не должна превышать 6,8 кг;

- Объем прибора должен составлять менее 16387 см³;

- Заряда батареи и запаса расходных материалов должно хватать на 8 часов полевых операций;

- Устройство должно обеспечивать возможность получать непосредственные результаты исследований и выводить их на дисплей;
- Устройство должно быть удобно в применении, влагонепроницаемо.
- Мониторинг качества воды: электропроводность, рН, ионные и биологические показатели;
- Анализ почвы и донных отложений;
- Мониторинг воздуха.

Все рассмотренные выше методы и приборы контроля качества окружающей среды, а также результаты, полученные с их использованием, служат основой для разработки эффективных технологий защиты окружающей среды. В этой связи, в статье приведен анализ технологий, предназначенных для защиты водных объектов.

Классификация методов очистки сточных вод (по признакам).

- Физико-химическая сущность метода, применяемого при очистке (без учета характера удаляемых примесей и изменения их состояния в процессе очистки);
- Характер сил, действующих на примеси (без учета природы примесей и изменения их состояния);
- Характер подлежащих удалению примесей (без учета изменения их состояния в результате очистки);
- Изменение состояния примесей в процессе очистки.

Методы очистки сточных вод.

Методы, основанные на выделении примесей.

Выделение примесей из воды без изменения их химических свойств: а) непосредственное выделение примесей из воды – механическое безреагентное выделение, флотация, мембранные методы, некоторые электрохимические методы и др.; б) предварительное изменение фазового состояния примеси или воды с последующим их разделением – агрегация частиц, кристаллизация, сорбция и др.;

- **Методы, основанные на превращении примесей;**
- **Биохимические методы.**

Методы анализа основных общесанитарных и органолептических показателей качества воды

- **Светопропускная способность** (прозрачность воды) зависит от ее цвета и мутности. Мерой светопропускания служит высота водяного столба, сквозь который можно еще наблюдать белую полосу определенных размеров или прочесть шрифт определенного типа. Результаты указывают в сантиметрах.

Обсуждение результатов

Приведенный выше анализ видов классификации приборов позволит осуществлять выбор оптимальных методов и средств измерения показателей, характеризующих качество компонентов окружающей среды, в соответствии с требованиями конкретных условий контроля с необходимой точностью и достоверностью полученных результатов.

Полученные результаты должны быть не только точными, но и воспроизводимыми, надежными. Поэтому выбор прибора для применения в конкретном случае является важным решением. Для максимально эффективного использования аналитических приборов и устройств, приведен анализ приборов, предлагаемых современным рынком. При выборе методов контроля и приборов необходимо определиться с тем, какова вероятность достоверного измерения того или иного химического элемента или соединения в природном образце и с помощью какого аналитического оборудования можно решить задачу при наименьших финансовых и других затратах.

Заключение

На практике в условиях, когда лаборатории эколого-аналитического контроля должны постоянно контролировать содержание сотни загрязнителей в разнородных объектах контроля, проблема системного выбора оптимальной номенклатуры и конфигурации аналитической техники и оптимальной организации системы получения большого массива результатов химического анализа разнообразных объектов окружающей среды вырастает в актуальную проблему. Ее классическое решение приводит прежде всего к крупным стартовым затратам на бессистемное приобретение аналитической техники, неоправданному увеличению персонала лаборатории и значительным эксплуатационным расходам. Поскольку в современном аналитическом контроле явной тенденцией является не децентрализация контроля по видам объектов и задачам анализа, а централизация контроля, как в аттестованных лабораториях государственных органов, так и на крупных предприятиях – природопользователях, аналитические комплексы ближайшего будущего должны обладать свойствами, позволяющими строить на их основе оптимальные системы химического анализа. В этой связи, в статье изложены результаты по классификации современных аналитических методов и приборов, которые могут быть использованы в стационарных лабораториях.

При организации санитарно- и эколого-аналитического контроля одним из деструктивных вопросов является приборный состав

и соотношение передвижных и стационарных аналитических комплексов. Естественно, существуют объекты и круг определяемых загрязнителей, специфика которых безальтернативно требует использования аналитических комплексов, монтируемых на транспортных средствах: машинах, вертолетах и т. п. Поэтому, в статье также уделяется внимание классификации портативных переносных приборов, их достоинствам и недостаткам.

В результате проведенного анализа авторы отмечают, что актуальным направлением выбора аналитических приборов является создание многоцелевых приборных комплексов для экологического мониторинга, которые построены по блочно-модульному принципу и которые позволяют определить разнообразные макро- и микрокомпоненты в разнообразных объектах. При этом, к первоочередным свойствам таких приборов следует отнести многофункциональность и системную совместимость.

Список литературы:

1. Зыков В.Н., Чернышов В.И. Введение в экологическую метрологию и экологическое нормирование: Метод. пособие. – М.: РУДН, 2003. – 24 с.
2. Методологические проблемы экологической безопасности. СПб.: ВВМ, 2008. – 352 с.
3. Правила инвентаризации выбросов вредных (загрязняющих) веществ, вредных физических воздействий на атмосферный воздух и их источников.
4. Экологические основы управления природно-техническими системами Под ред. М.П. Фёдорова. СПб.: Изд-во Политех. Ун-та, 2007. – 506 с.
5. Экологический Кодекс РК, Ст. 23 «Нормативы качества окружающей среды и порядок их установления».

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ СОГЛАСОВАНИЯ СОПРОТИВЛЕНИЙ ЛИНИЙ ПЕРЕДАЧ С ПОМОЩЬЮ ОТРЕЗКА ЗАПРЕДЕЛЬНОГО ВОЛНОВОДА

Петухова Наталья Александровна

*магистр, аспирант, Санкт-Петербургский национальный
исследовательский университет информационных технологий,
механики и оптики,
РФ, г. Санкт-Петербург
E-mail: lnatasha_91@mail.ru*

THEORETICAL SUBSTANTIATION OF POSSIBILITY IMPEDANCE MATCHING TRANSMISSION LINES BY PARTING PROHIBITIVELY WAVEGUIDE

Natalia Petukhova

*master, PhD student, St. Petersburg National Research University
of Information Technologies, Mechanics and Optics,
Russia, St. Petersburg*

АННОТАЦИЯ

В статье рассматривается возможность согласования сопротивления в линии передач по средствам отрезка линии запердельного волновода. Приводится вывод формул активной и реактивной части проводимости. Также были получены графики зависимости нормированной активной и реактивной части входной проводимости от длины волны при различных ϵ (диэлектрическая проницаемость).

ABSTRACT

The article considers the possibility of impedance matching in transmission lines by means of limiting the waveguide length of the line. We derive the formulas of active and reactive part of the conductivity. Also plots of normalized active and reactive part of the input admittance of the wavelength were obtained with different ϵ (dielectric constant).

Ключевые слова: линия передачи; СВЧ; запердельный волновод; трансформатор проводимостей; согласование; реактивная проводимость; активная проводимость.

Keywords: transmission line; microwave; ultraboundary waveguide; conductivities of the transformer; coordination; susceptance; conductance.

Описание конструкции исследуемого устройства.

Конструкция состоит из двух волноводов прямоугольной формы разного поперечного сечения. Волноводы соединены между собой через диафрагму, с прорезанной в ней щелью специальной формы, расположенной в торцевой стенке между волноводами (рис. 1). Заполненный воздухом прямоугольный волновод с размерами $a \times b$, где $a=23$ мм, $b=10$ мм, соединен с заполненным диэлектриком ε волноводом с размерами $a_1 \times b_1$, где $a_1=17$ мм, $b_1=8$ мм. Между этими волноводами находится заполненный воздухом короткий отрезок волновода с размерами $a_1 \times b_1$ и длиной δ . На выбранной частоте этот отрезок волновода является запердельным. Волновод с диэлектриком ε и размерами $a_1 \times b_1$ нагружен на согласованную нагрузку, далее будем называть его – диэлектрический волновод. Волновод с размерами $a \times b$ будем называть трехсантиметровый волновод, а заполненный воздухом волновод с размерами $a_1 \times b_1$ – двухсантиметровый волновод.

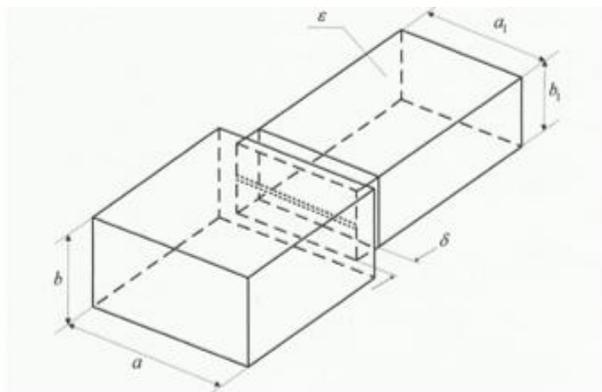


Рисунок 1. Конструкция волноводного трансформатора

Вывод формул для активной и реактивной частей проводимости.

В исследуемой конструкции используется отрезок запердельного волновода, который обеспечивает большое значение коэффициента трансформации активных проводимостей на очень короткой,

по сравнению с длиной волны, длине запердельного волновода: $\frac{\delta}{\lambda} \ll 1$, где δ – длина отрезка запердельного волновода [2].

При этом за счет запердельных размеров $2a_1 < \lambda$ и малой $\delta \ll \lambda$, возникает отрицательная реактивная проводимость индуктивности: $jB_{\text{вк}} < 0$. Стенки запердельного волновода «шунтируют» – подавляют электрическое поле, что приводит к тому, что энергия, запасенная в эклектическом поле, оказывается меньше энергии, запасенной в магнитном поле:

$$\int_V \frac{\epsilon_0 |\vec{E}|^2}{2} dV < \int_V \frac{\mu_0 |\vec{H}|^2}{2} dV,$$

где: $V = a_1 b_1 \delta$ – объем запердельного волновода.

Для согласования необходимо: обеспечить равенство активной входной проводимости трансформатора $G_{\text{вк}}$ и «волновой проводимости» питающего волновода $Y_{\text{л}}$; обеспечить равенство нулю общей реактивной проводимости:

$$jB_{\text{вк}} + jB_{\text{щ}} = 0$$

где $jB_{\text{щ}}$ – реактивная проводимость емкостной диафрагмы в виде щели специальной формы, установленной на стыке питающего волновода и запердельного волновода.

Для получения широкой полосы пропускания необходимо обеспечить:

- малое изменение соотношения $Y_{\text{л}} = G_{\text{вк}}$ в полосе частот достигается за счет малого значения δ ($\delta \ll \lambda$) [1; 2; 3; 4]:

$$g_{\text{вк}} = \frac{G_{\text{вк}}}{Y_{\text{л}}} \approx 1,$$
$$\frac{\partial g_{\text{вк}}}{\partial \lambda} \approx \text{const};$$

- компенсация реактивной проводимости в полосе частот:

$$\frac{\partial}{\partial \lambda} \left(\frac{B_{\text{вк}} + B_{\text{щ}}}{Y_{\text{л}}} \right) \approx 0.$$

Будем стремиться работать на одном основном(низшем) типе волны. Исходя из размеров сечений волноводов, рабочий диапазон длин волн выберем такой, чтобы обеспечить существование волны низшего типа, но по возможности не допустить распространение волн всех других типов. Для λ – рабочей длины волны (в свободном пространстве), должны соблюдаться соотношения: $\lambda < (\lambda_{кр})_{\text{нижней волны}}$, $\lambda > (\lambda_{кр})_{\text{ближайшей высшей волны}}$.

Критическая длина волны в прямоугольном волноводе для волны типа H_{nm} рассчитывается по формуле:

$$\lambda_{кр} = \frac{2}{\sqrt{\frac{m^2}{a^2} + \frac{n^2}{b^2}}},$$

где: a, b – поперечные размеры волноводов, m, n – количество полупространственных периодов поля по соответствующей оси координат.

Для трехсантиметрового волновода рассчитаем диапазон волн в котором будет распространяться волна типа H_{01} : $\lambda_{кр01} = 2a = 0,046$ м, $\lambda_{кр02} = a = 0,023$ м, $0,023$ м $< \lambda < 0,046$ м ($6,52$ ГГц $< f < 13,04$ ГГц).

Аналогично для двухсантиметрового волновода: $\lambda_{кр01} = 2a_1 = 0,034$ м, $\lambda_{кр02} = a_1 = 0,017$ м, $0,017$ м $< \lambda < 0,034$ м ($8,82$ ГГц $< f < 17,65$ ГГц).

Будем рассматривать волноводный согласующий трансформатор в диапазоне $0,023$ м $< \lambda < 0,046$ м ($6,52$ ГГц $< f < 13,04$ ГГц). При этом в трехсантиметровом волноводе возможно существование только одного типа волн H_{01} . В двухсантиметровом волноводе возможно существование волны основного типа H_{01} при $0,034$ м $< \lambda$, а при $\lambda > 0,034$ м ($f < 8,82$ ГГц) волновод является запердельным. Несмотря на то, что отрезок двухсантиметрового волновода является запердельным, то есть вектор Пойнтинга равен нулю при $\lambda > 0,034$ м, силовые линии поля будут «втягиваться» в полость волновода. Амплитуда этих полей будут убывать по экспоненте по мере удаления от входа, но в виду того, что отрезок этого волновода короткий, полного затухания волны не происходит и, отражаясь от границы с диэлектрическим волноводом, волна приходит путь обратно к границе с трехсантиметровым волноводом. При сложении прямой и отраженной волны в определенной фазе будет возникать вектор Пойнтинга не равный нулю. Таким образом, по запердельному

волноводу будет переноситься мощность. Ввиду малых размеров запредельного участка они также могут оказывать влияние на режим согласования. Решающее влияние на возбуждение высших типов оказывает конфигурация диафрагмы, установленной на стыке согласуемых волноводов.

Для расчета волноводов в одноволновом режиме введем понятие длинной линии, эквивалентной волноводу. Возможность представления волновода в виде эквивалентной длинной двухпроводной линии базируется на аналогии процессов распространения в этих случаях.

Уравнение для напряжения в длинной линии:

$$\nabla^2 U + k^2 U = 0$$

Аналогично выглядит уравнение для напряженности электрического и магнитного полей волновода:

$$\nabla^2 E + k^2 E = 0$$

Связь \dot{U} с \dot{I} аналогична связи $E_{x,y}$ и $H_{x,y}$:

$$\dot{U} = Z_0 \dot{I}, E_{x,y} = Z_c H_{x,y},$$

где: Z_0 – волновые сопротивления линии, Z_c – коэффициент пропорциональности между $E_{x,y}$, $H_{x,y}$, имеющий размерности сопротивления.

Отличия состоят в том, что \dot{U} и \dot{I} зависят от координаты z , а поля $E(x,y)$ и $H(x,y)$ зависят и от координат поперечного сечения (x,y) . Решения уравнений фактически одинаковы и представляют собой сумму падающей и отраженной волн:

$$\begin{aligned} \dot{U} &= \dot{U} \exp[j(\omega t - kz)] + \dot{U}_0 \exp[j(\omega t + kz)] \dot{I} \\ E &= E_n(x, y) \exp[j(\omega t - k_z z)] + E_0(x, y) \exp[j(\omega t + k_z z)] \dot{I} \end{aligned}$$

Выражения для волнового сопротивления линии и «волнового» сопротивления волновода различаются значениями k и kz волнового числа, которое для волноводов представляется более сложной зависимостью:

$$k = \frac{2\pi}{\lambda_0}, \lambda_0 = \frac{c}{f\sqrt{\mu\epsilon}};$$

$$k_z = \frac{2\pi}{\lambda_B}, \lambda_B = \frac{\lambda_0}{\sqrt{1 - \left(\frac{\lambda}{\lambda_{кр}}\right)^2}}$$

Введение амплитудные функции полей $E(x,y)$ и $H(x,y)$, аналогичные значениям напряжения и тока в длинной линии, а также учитывая величину k_z , зависящую от частоты и размеров волновода, можно привести анализ распространения волн в волноводе с помощью теории длинных линий. Волновое сопротивление трехсантиметрового волновода обозначим Z_L , волновое сопротивление двухсантиметрового волновода- Z_T , волновое сопротивление диэлектрического волновода – Z_H , реактивное сопротивление, вносимая диафрагмой- $-jx_d$.

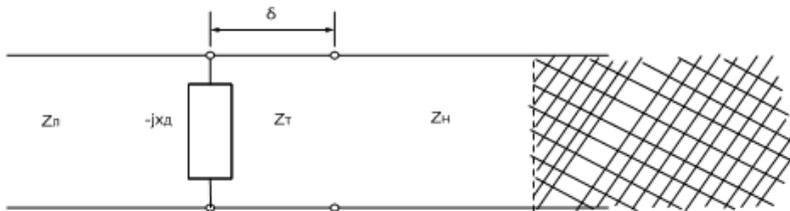


Рисунок 2. Эквивалентная длинная линия

Строгого понятия «волнового» сопротивления волновода не существует, так как поле в нем не квазистационарно, поэтому введем волновое сопротивление как:

$$Z_L = \frac{P_-}{2|I_-|^2}, \quad (1)$$

где: I_- , P_- – ток и мощность прямой волны соответственно. Мощность прямой волны:

$$P_- = \frac{1}{2} \int_S^0 [\bar{E}_- \bar{H}_-^*] dS = \frac{N}{4}, \quad (2)$$

где: N – норма собственной функции волновода.

Нормированные собственные функции основного типа вектора напряженности электрического и магнитного поля:

$$\bar{E}_{\mp} = \bar{e}_x \sqrt{\frac{\lambda_z N}{\lambda ab}} \sqrt{\frac{\mu_0}{\epsilon_0}} \sin\left(\frac{\pi}{a}y\right) \exp(\mp jk_z z),$$

$$\bar{H}_{\mp} = \sqrt{\frac{\lambda N}{\lambda_z ab}} \sqrt{\frac{\epsilon_0}{\mu_0}} \left(\pm \bar{e}_y \sin\left(\frac{\pi}{a}y\right) - j \bar{e}_z \frac{\lambda_z}{2a} \cos\left(\frac{\pi}{a}y\right) \right) \exp(\pm jk_z z).$$

Формула тока прямой волны имеет вид:

$$I_{\perp} = \int_0^a H_y dy = \sqrt{\frac{\lambda N}{\lambda_z ab}} \sqrt{\frac{\epsilon_0}{\mu_0}} \frac{2a}{\pi} \quad (3)$$

Подставляя в формулу (1) выражение для мощности (2) и тока (3), получаем формулу «волнового» сопротивления волновода:

$$Z_{\text{л}} = \frac{\pi^2 b}{8 a} \sqrt{\frac{\mu_0}{\epsilon_0}} \frac{\lambda_z}{\lambda}. \quad (4)$$

Волновые сопротивления, изображенные на рисунке 2, рассчитываются по формулам:

$$Z_{\text{л}} = \frac{\pi^2 b}{8 a} \sqrt{\frac{\mu_0}{\epsilon_0}} \frac{\lambda_z}{\lambda} = \frac{\pi^2 b}{8 a} \sqrt{\frac{\mu_0}{\epsilon_0}} \frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{\lambda}{2a}\right)^2}},$$

где: λ, λ_z — длины волны колебаний в воздухе и в трехсантиметровом волноводе.

$$\lambda_z = \frac{\lambda}{\sqrt{1 - \left(\frac{\lambda}{2a}\right)^2}};$$

$$Z_{\text{н}} = \frac{\pi^2 b_1}{8 a_1} \sqrt{\frac{\mu_0}{\epsilon_0}} \frac{\lambda_{\text{зН}}}{\lambda} = \frac{\pi^2 b_1}{8 a_1} \sqrt{\frac{\mu_0}{\epsilon_0}} \frac{1}{\sqrt{\epsilon - \left(\frac{\lambda}{2a_1}\right)^2}},$$

где: $\lambda_{\text{зН}}$ — длина волны колебаний в диэлектрическом волноводе:

$$\lambda_{zH} = \frac{\lambda}{\sqrt{\varepsilon - \left(\frac{\lambda}{2a_1}\right)^2}}$$

$$Z_T = \frac{\pi^2 b_1}{8 a_1} \sqrt{\frac{\mu_0}{\varepsilon_0}} \frac{\lambda_{zT}}{\lambda} = \frac{\pi^2 b_1}{8 a_1} \sqrt{\frac{\mu_0}{\varepsilon_0}} \frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{\lambda}{2a_1}\right)^2}}$$

где: λ_{zT} – длина волны колебаний в двухсантиметровом волноводе:

$$\lambda_{zT} = \frac{\lambda}{\sqrt{1 - \left(\frac{\lambda}{2a_1}\right)^2}}$$

Из теории длинных линий видно, что сопротивление отрезка длинной линии $Z_{вх}$ на входе устройства определяется по формуле:

$$Z_{вх} = Z_T \frac{Z_H + jZ_T \tan(k_{zT}\delta)}{Z_T + jZ_H \tan(k_{zT}\delta)}$$

где:

$$k_{zT} = \frac{2\pi}{\lambda_{zT}} = \frac{2\pi}{\lambda} \sqrt{1 - \left(\frac{\lambda}{2a_1}\right)^2}, 2a_1 \geq \lambda.$$

Для удобства будем пользоваться входной проводимостью, тогда формулы примут вид:

$$Y_L = \frac{1}{Z_L} = \frac{\sqrt{1 - \left(\frac{\lambda}{2a}\right)^2}}{\frac{\pi^2 b}{8 a} \sqrt{\frac{\mu_0}{\varepsilon_0}}}; \quad (5)$$

$$Y_H = \frac{1}{Z_H} = \frac{\sqrt{\varepsilon - \left(\frac{\lambda}{2a_1}\right)^2}}{\frac{\pi^2 b_1}{8 a_1} \sqrt{\frac{\mu_0}{\varepsilon_0}}}, \varepsilon > \left(\frac{\lambda}{2a}\right)^2 \quad (6)$$

$$Y_T = \frac{1}{Z_T} = \frac{\sqrt{1 - \left(\frac{\lambda}{2a_1}\right)^2}}{\frac{\pi^2 b_1}{8 a_1} \sqrt{\frac{\mu_0}{\varepsilon_0}}}; \quad (7)$$

где: Y_L, Y_H, Y_T – волновые проводимости трехсантиметрового, диэлектрического и двухсантиметрового волноводов соответственно.

Будем считать, что длина волны, поступающая от генератора, лежит около интервала длин волн, при которых двухсантиметровый волновод является запердельным, т.е. $\left| \sqrt{1 - \left(\frac{\lambda}{2a_1}\right)^2} \right| < 1$, тогда приближенно можно считать, что:

$$\tan(k_{zT}\Delta) \approx k_{zT}\delta = \frac{2\pi}{\lambda} \delta \sqrt{1 - \left(\frac{\lambda}{2a_1}\right)^2},$$

Запишем формулу для сопротивления отрезка длинной линии через проводимость:

$$Y_{вх} = Y_T \frac{Y_H + jY_T \tan(k_{zT}\delta)}{Y_T + jY_H \tan(k_{zT}\delta)} \quad (8)$$

Подставим (5) – (7) в (8) найдем входную проводимости, обозначив $C = \frac{\pi^2 b_1}{8 a_1} \sqrt{\frac{\mu_0}{\epsilon_0}}$:

$$\begin{aligned} Y_{вх} &= \frac{\sqrt{1 - \left(\frac{\lambda}{2a_1}\right)^2}}{C} \left[\frac{Y_H + j \frac{\sqrt{1 - \left(\frac{\lambda}{2a_1}\right)^2}}{C} \frac{2\pi}{\lambda} \delta \sqrt{1 - \left(\frac{\lambda}{2a_1}\right)^2}}{\frac{\sqrt{1 - \left(\frac{\lambda}{2a_1}\right)^2}}{C} + jY_H \frac{2\pi}{\lambda} \delta \sqrt{1 - \left(\frac{\lambda}{2a_1}\right)^2}} \right] = \\ &= \frac{Y_H}{1 + \left(Y_H \frac{2\pi}{\lambda} \delta C\right)^2} - j \frac{Y_H^2 \frac{2\pi}{\lambda} \delta C}{1 + \left(Y_H \frac{2\pi}{\lambda} \delta C\right)^2} = G_{вх} + jB_{вх} \quad (9) \end{aligned}$$

Входная проводимость является величиной комплексной, т.е. суммой активной и реактивной частей $Y_{вх} = G_{вх} + jB_{вх}$, где $G_{вх}$ – активная часть, а $jB_{вх}$ – реактивная часть.

$$G_{вх} = \frac{Y_H}{1 + \left(Y_H \frac{2\pi}{\lambda} \delta C\right)^2}; \quad (10)$$

$$B_{\text{вх}} = \frac{-Y_{\text{H}}^2 \frac{2\pi}{\lambda} \delta C}{1 + \left(Y_{\text{H}} \frac{2\pi}{\lambda} \delta C\right)^2}; \quad (11)$$

Для того чтобы согласование было выполнено, необходимо выполнение условия равенство входной активной проводимости и «волновой» проводимости трехсантиметрового волновода $G_{\text{вх}} = Y_{\text{Л}}$. Подбираем такое значение длины δ , чтобы активная часть входной проводимости трехсантиметрового волновода была равна проводимости трехсантиметрового волновода, тогда с учетом (10) можно записать:

$$\frac{Y_{\text{H}}}{Y_{\text{Л}}} = 1 + \left(Y_{\text{H}} \frac{2\pi}{\lambda} \delta C\right)^2; \quad \frac{2\pi}{\lambda} \delta = \frac{\sqrt{\frac{Y_{\text{H}}}{Y_{\text{Л}}} - 1}}{Y_{\text{H}} C};$$

Запишем выражение для отношения $\frac{Y_{\text{H}}}{Y_{\text{Л}}}$:

$$\frac{Y_{\text{H}}}{Y_{\text{Л}}} = \frac{\sqrt{\varepsilon - \left(\frac{\lambda}{2a_1}\right)^2} \frac{\pi^2 b}{8 a} \sqrt{\frac{\mu_0}{\varepsilon_0}}}{\frac{\pi^2 b_1}{8 a_1} \sqrt{\frac{\mu_0}{\varepsilon_0}}} \frac{b}{b_1} \frac{a_1}{a} \frac{\sqrt{\varepsilon - \left(\frac{\lambda}{2a_1}\right)^2}}{\sqrt{1 - \left(\frac{\lambda}{2a}\right)^2}}$$

В формуле (8) найдем входную проводимость, поделив на Y_{T} с учетом нормировки

$$y_{\text{вх}} = \frac{Y_{\text{вх}}}{Y_{\text{Л}}} = \frac{Y_{\text{H}}}{Y_{\text{Л}}} \frac{1 + t^2}{1 + (Y_{\text{H}} C)^2 \frac{t^2}{1 - \left(\frac{\lambda}{2a_1}\right)^2}} - \frac{j \frac{t}{\sqrt{1 - \left(\frac{\lambda}{2a_1}\right)^2}} C Y_{\text{Л}} \left(Y_{\text{H}}^2 C - 1 + \left(\frac{\lambda}{2a_1}\right)^2\right)}{1 + (Y_{\text{H}} C)^2 \frac{t^2}{1 - \left(\frac{\lambda}{2a_1}\right)^2}}$$

Так как проводимость является комплексной величиной, то можно записать формулы для активной и реактивной частей входной проводимости, нормированных к трехсантиметровому волноводу:

$$g_{\text{вх}} = \frac{Y_{\text{H}}}{Y_{\text{Л}}} \frac{1 + t^2}{1 + (Y_{\text{H}}C)^2 \frac{t^2}{1 - \left(\frac{\lambda}{2a_1}\right)^2}} =$$

$$= \frac{ba_1 \sqrt{\varepsilon - \left(\frac{\lambda}{2a_1}\right)^2}}{b_1 a \sqrt{1 - \left(\frac{\lambda}{2a}\right)^2}} \frac{1 + \left(\frac{2\pi}{\lambda} \delta\right)^2 \left(1 - \left(\frac{\lambda}{2a_1}\right)^2\right)}{1 + \left(\frac{2\pi}{\lambda} \delta\right)^2 \left(\varepsilon - \left(\frac{\lambda}{2a_1}\right)^2\right)} \quad (12)$$

Реактивная часть:

$$b_{\text{вх}} = - \frac{j \frac{t}{\sqrt{1 - \left(\frac{\lambda}{2a_1}\right)^2}} C Y_{\text{Л}} \left((Y_{\text{H}}C)^2 - 1 + \left(\frac{\lambda}{2a_1}\right)^2 \right)}{1 + (Y_{\text{H}}C)^2 \frac{t^2}{1 - \left(\frac{\lambda}{2a_1}\right)^2}} =$$

$$= -j \frac{ba_1}{b_1 a} \frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{\lambda}{2a}\right)^2}} \frac{(\varepsilon - 1) \frac{2\pi}{\lambda} \delta}{1 + \left(\frac{2\pi}{\lambda} \delta\right)^2 \left(\varepsilon - \left(\frac{\lambda}{2a_1}\right)^2\right)} \quad (13)$$

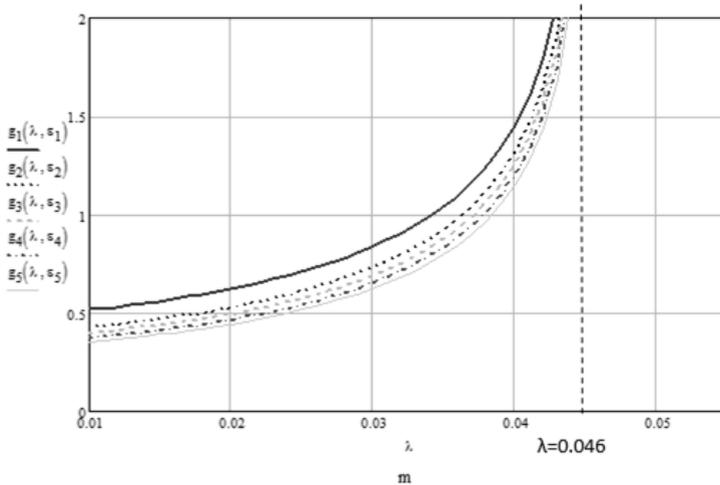
Активная часть входной проводимости вычисляется как (12)

$$g = g_0 \frac{1 + \left(\frac{2\pi}{\lambda} \delta\right)^2 \left(1 - \left(\frac{\lambda}{2a_1}\right)^2\right)}{1 + \left(\frac{2\pi}{\lambda} \delta\right)^2 \left(\varepsilon - \left(\frac{\lambda}{2a_1}\right)^2\right)}.$$

Так как $\left(\frac{2\pi}{\lambda} \delta\right)^2 \left(1 - \left(\frac{\lambda}{2a_1}\right)^2\right) < 1$, Активная часть проводимости зависит слабо от выражения $1 - \left(\frac{\lambda}{2a_1}\right)^2$. Реактивная часть проводимости вычисляется как (13).

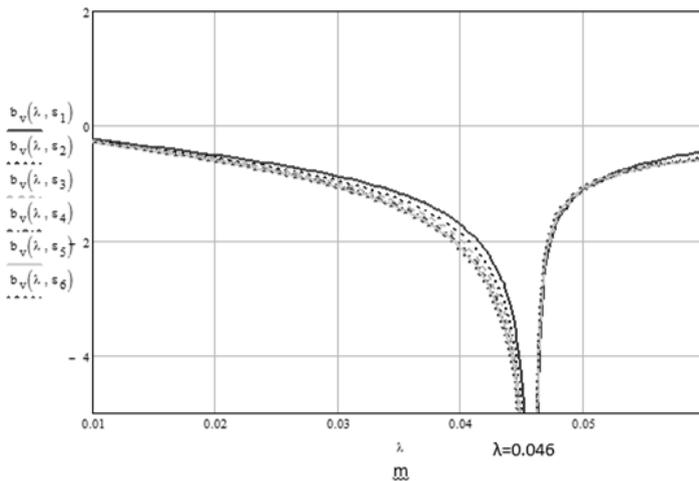
Выражение для реактивной части входной проводимости, в отличие от активной части, не зависит от выражения $1 - \left(\frac{\lambda}{2a_1}\right)^2$. Это говорит о том, что реактивная часть проводимости не зависит от того, является ли двухсантиметровый волновод запредельным или нет, при этом реактивная часть всегда будет отрицательной.

Зависимости нормированной активной части проводимости представлены на рисунках 3 и 4.



($\epsilon_1=4$; $\epsilon_2=6$; $\epsilon_3=7$; $\epsilon_4=8$; $\epsilon_5=9$)

Рисунок 3. Зависимость нормированной активной части входной проводимости от длины волны при различных ϵ (по формуле (12) при $\delta=4.6$ мм)



($\epsilon_1=4$; $\epsilon_2=5$; $\epsilon_3=6$; $\epsilon_4=7$; $\epsilon_5=8$; $\epsilon_6=9$)

Рисунок 4. Зависимость нормированной реактивной части входной проводимости от длины волны при различных ϵ (по формуле (13) при $\delta=4.6$ мм)

Список литературы:

1. Вайнштейн Л.А. Электромагнитные волны. – М.: Радио и связь, 1988. – 248 с.
2. Семенов Н.А. Техническая электродинамика. – М.: Связь, 1973. – 480 с.
3. Степанов В.А. Конспект лекций по курсу «Техническая электродинамика», ЛЭТИ, рукописный.
4. Степанов В.А. Конспект лекций по курсу «Электромагнитные поля и волны», ЛЭТИ, рукописный.
5. Юров Ю.Я. Конспект лекций по курсу «Техническая электродинамика». – Л.: ЛЭТИ 1975. – 176 с.

СЕКЦИЯ

«СЕЛЬСКОЕ И ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО, АГРОИНЖЕНЕРНЫЕ СИСТЕМЫ»

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЗАЗОРОВ В КОРПУСНЫХ ДЕТАЛЯХ ПОСТАНОВКОЙ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ЭЛЕМЕНТА

Дмитриев Сергей Андреевич

старший преподаватель

Кубанского государственного аграрного университета,

РФ, г. Краснодар

E-mail: sergeydmtrievkafedra@mail.ru

RESTORATION OF TECHNOLOGICAL GAP THE STAGING OF BODY PARTS ADDITIONAL ELEMENTS

Sergey Dmitriev

senior Lecturer Kuban State Agrarian University,

Russia, Krasnodar

АННОТАЦИЯ

Проведено исследование износов корпуса ротационного вакуумного насоса, снижающие его технические характеристики. Для обеспечения его работоспособности предложен технологический процесс восстановления внутренней части корпуса вакуумного насоса с разработкой спирального приспособления для опрессовки дополнительного элемента. Данная технология позволяет сохранить материально-сырьевые, энергетические ресурсы, решение экологических проблем. Себестоимость восстановления вакуумного насоса составляет не более 70 % от цены нового, с обеспечением полного ресурса.

ABSTRACT

A study of wear body rotary vacuum pump, reducing its performance. To ensure its rabotospolities offered technological process of restoring internal hour minute vacuum pump with a spiral development tools for

crimping an additional element. This technology allows to save material and raw materials, energy resources, addressing environmental problems pro. Cost of the recovery vacuum pump is not more than 70 % of the price of a new, ensuring a complete resource.

Ключевые слова: вакуумный насос; объемная подача; износ; ремонтный размер; технологический процесс; свертная втулка; спиральное приспособление; опрессовка.

Keywords: vacuum pump; volumetric flow; wear; Repair time – measures; technological process; built-up plug; twist device; crimping.

Ротационные вакуумные насосы пластинчатого типа предназначены для создания вакуума при работе доильных установок на молочно-товарных фермах животноводческих комплексов. При помощи ротационных насосов пластинчатого типа можно получить вакуум 93,3...95,9 кПа (700...720 мм.рт.ст.). Ротационные насосы работают плавно, мало вибрируют, не требуют массивных фундаментов, равномерно откачивают воздух.

Вакуумный насос РВН-40/350 состоит из корпуса с цилиндрической камерой, имеющей гладкошлифованные стенки, по которым скользят лопасти ротора. В камере сделаны технологические отверстия, соединенные с всасывающим и выхлопным патрубками. Ротор имеет четыре радиальных паза, в которых свободно перемещаются рабочие лопасти. Данный насос отличает простота конструкции, надежность в работе, небольшая стоимость и металлоемкость, и его ремонтпригодность. Наряду с преимуществами у этих насосов имеется ряд существенных недостатков. Действительная объемная подача их уменьшается по мере наработки и достигает минимального предела за короткий промежуток времени 8...10 месяцев работы.

В процессе износа корпусных деталей, при восстановлении применяется система ремонтных размеров, которая позволяет восстановить работоспособность в соответствии с техническими требованиями. После исчерпаниии ресурса данные дорогостоящие детали подлежат выбраковке и утилизации, которые еще являются ремонтпригодными [4, с. 66].

В процессе эксплуатации насосов происходит изменение технологических зазоров между корпусом и ротором в месте их наибольшего сближения. Увеличение этих зазоров связано с изменением геометрических размеров деталей в процессе истирания во время работы, в результате кавитационных процессов и умень-

шения геометрических размеров пластин связанное с усыханием текстолита в масляной среде. Действительная объемная подача насоса снижается, которая влечет за собой изменение величины и стабильности рабочего разрежения системы, что отрицательно сказывается на здоровье животных и производстве молока. Необходимое условие нормальной работы вакуумного насоса, это плотное прилегание вращающихся деталей насоса. В процессе эксплуатации насоса минимальные зазоры между трущимися частями обеспечивают своевременным техническим обслуживанием и смазкой трущихся частей.

Исследования показали, что в корпусе вакуумного насоса в процессе эксплуатации изнашиванию подвергается внутренняя цилиндрическая поверхность, причем износ в разных точках этой поверхности происходит с различной интенсивностью. Обусловлено это различием действующих износных факторов: сил трения, условий смазки и кавитационных процессов. Основными дефектами в процессе эксплуатации вакуумного насоса РВН- 40/350 являются:

- износ отверстия в корпусе до диаметра более 149,25 мм;
- изломы и трещины, проходящие через зеркало цилиндра;
- изломы и трещины, проходящие через плоскость соприкосновения крышки с корпусом;
- срыв резьбы в отверстиях.

Внутренняя цилиндрическая поверхность корпуса вакуумного насоса изнашивается по окружности неравномерно, в местах расположения впускных и выпускных окон этот износ происходит быстрее, чем на сплошной цилиндрической поверхности корпуса. При износе цилиндрической поверхности корпуса более чем на 0,5 мм, его производительность снижается до 25 % [5, с. 72].

Существующие технологии ремонта не позволяют полностью восстановить технические характеристики насосов, и не увеличивают их межремонтный срок. Анализ потенциальных возможностей поддержания объемной производительности на требуемом уровне и увеличения ресурса работы насоса показал, что необходима разработка нового технологического процесса восстановления работоспособности вакуумных насосов [6, с. 73].

При износе цилиндрической поверхности корпуса вакуумного насоса более чем на 0,5 мм по диаметру, его восстанавливают растачиванием с последующим хонингованием. Цилиндрическую поверхность корпуса растачивают на токарно-винторезном станке с высотой центров не менее 300 мм, и использованием технологической оснастки, приспособлений. Расточенная поверхность

корпуса вакуумного насоса обрабатывается на хонинговальном станке для придания поверхности технологической шероховатости. Для этого применяют хонинговальные головки диаметром, соответствующим корпусу насоса 146 мм. Поверхность растачивают и хонингуют под один из установленных ремонтных размеров. Для корпуса насоса РВН-40/350 предусмотрено шесть ремонтных размеров, увеличенных на 0,5 мм с допуском $+0,16$ мм.

Ремонтные размеры цилиндрической поверхности корпуса вакуумного насоса РВН- 40/350 составляют:

$$\begin{array}{ll} P_1=146,5^{+0,160} \text{ мм} & P_4=148,0^{+0,160} \text{ мм} \\ P_2=147,0^{+0,160} \text{ мм} & P_5=148,5^{+0,160} \text{ мм} \\ P_3=147,5^{+0,160} \text{ мм} & P_6=149,0^{+0,160} \text{ мм} \end{array}$$

Корпус вакуумного насоса выбраковывают при поломке и трещинах, при износе цилиндрического отверстия до диаметра более 149,25 мм. В случае, когда все ремонтные размеры исчерпаны и деталь является ремонтпригодной, то её можно восстановить постановкой дополнительного элемента под номинальный размер 146,00 $^{+0,160}$.

Нами в данной работе разработан технологический процесс восстановления внутренней поверхности корпуса вакуумного насоса способом запрессовки свёртной втулки из стали 65Г ГОСТ 1050-88 с последующим хонингованием до номинального размера [3, с. 48].

Для радиального обжатия втулки, подготовленную пластину вручную сгибают до приобретения ею цилиндрической формы, и в таком виде вставляют в спиральное приспособление для опрессовки дополнительного элемента. Спиральное устройство представляет собой цилиндр, в котором находится основной рабочий элемент – пружина. Нижний конец пружины входит в паз цилиндра, который препятствует его радиальным перемещениям. Верхний конец пружины закреплен в верхней поворотной втулке приспособления. После вставки предварительно свёрнутой вручную пластины во внутрь пружины, производят закручивание пружины рукояткой с помощью поворотного механизма. В результате внутренний диаметр пружины уменьшается, свёртная втулка обжимается до требуемого размера расточенного корпуса вакуумного насоса. В таком состоянии приспособление устанавливается на верхний торец восстанавливаемого вакуумного насоса и с помощью гидравлического пресса специальным ступенчатым пуансоном втулка перемещается из приспособления в корпус насоса.

Технологический процесс восстановления корпуса вакуумного насоса способом постановкой дополнительного элемента состоит из выбора материала, определения геометрических параметров стальной пластины и операций механической обработки [2, с.136]. Предварительно внутреннюю поверхность корпуса необходимо расточить до диаметра 150 мм, с целью устранения следов износа и придания детали правильной геометрической формы на токарно-винторезном станке с высотой центров не менее 300 мм. После расточки корпуса выполняется слесарная операция по опрессовке пластины из стали 65 Г спиральным приспособлением, для дальнейшей запрессовки свертной втулки на гидравлическом прессе в корпус вакуумного насоса. Пластина удерживается в корпусе вакуумного насоса за счет внутренних напряжений и шероховатости поверхности деталей [1, с. 29]. Чистовая обработка внутренней поверхности корпуса насоса выполняется на хонинговальном станке, шероховатость поверхности после обработки должна составлять $Ra = 0,32...0,63$ мкм. После выполнения технологических операций проводится технический контроль, где проверяются геометрические размеры обработанной пластины, ее толщина, проверка токарной обработки внутренней поверхности корпуса, технологическая посадка запрессованной пластины и контроль качества восстановленной поверхности после хонингования.

Список литературы:

1. Дмитриев С.А., Олейник С.О. Теплообмен при контактировании плоскоотно- шероховатых поверхностей // Проблемы и перспективы инновационного развития агротехнологий: сб.ст. по материалам XX Международной научно-производственной конференции. Том 2. – Белгород: Изд. ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2016. – С. 29–30.
2. Дмитриев С.А. Контактный теплообмен в составных конструкциях гильз // Проблемы механизации и электрификации сельского хозяйства: материалы Всероссийской научно-практической конференции. – Краснодар, 2014. – С. 134–138.
3. Масиенко И.В. Модернизация прицепного измельчителя для утилизации рисовой соломы / Проблемы и перспективы инновационного развития агротехнологий: сб.ст. по материалам XX Международной научно-производственной конференции. Том 2. – Белгород: Изд. ФГБОУ Белгородский ГАУ, 2016. – С. 47–48.

4. Олейник С.О., Дмитриев С.А. Восстановление технологических отверстий в корпусных деталях / Проблемы и перспективы инновационного развития агротехнологий: сб.ст. по материалам XX Международной научно- производственной конференции. Том 2. – Белгород: Изд. ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2016. – С. 65–66.
5. Савин И.Г., Дмитриев С.А. Использование самоорганизующих систем при ремонте узлов, агрегатов и машин / Инновационные технологии нового тысячелетия: сб. ст. по материалам Международной научно-практической конференции 2016 г. г. Киров в 3 ч. Ч. 2. / – Уфа: АЭТЕРНА, 2016. – С. 71–75.
6. Чеботарев М.И., Дмитриев С.А. Организация проектировочной деятельности с элементами сквозного курсового проектирования при подготовке бакалавров // Научная дискуссия: вопросы технических наук: сб. ст. по материалам XLVI Международной научно-практической конференции «Научная дискуссия: вопросы технических наук». – № 5 (35). – М., Изд. «Интернаука», 2016. – С. 72–76.

Научное издание

**«ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ -
ОТ ТЕОРИИ К ПРАКТИКЕ»**

Сборник статей по материалам
LIX международной научно-практической конференции

№ 6 (54)

Июнь 2016 г.

Подписано в печать 05.07.16. Формат бумаги 60x84/16.
Бумага офсет №1. Гарнитура Times. Печать цифровая.
Усл. печ. л. 7,375. Тираж 550 экз.

Издательство АНС «СибАК»
630049, г. Новосибирск, Красный проспект, 165, офис 4.
E-mail: mail@sibac.info

Отпечатано в полном соответствии с качеством предоставленного
оригинал-макета в типографии «Allprint»
630004, г. Новосибирск, Вокзальная магистраль, 3