



ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ — ОТ ТЕОРИИ К ПРАКТИКЕ

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

№ 9 (22)
Октябрь 2013 г.

Издается с октября 2011 года

Новосибирск
2013

УДК 62
ББК 30
Т 38

Ответственный редактор: Гулин А.И.

Председатель редакционной коллегии:

Ахметов Сайранбек Махсutowич — д-р техн. наук, профессор, ректор
Казахстанского университета инновационных и телекоммуникационных
систем.

Редакционная коллегия:

Ахмеднабиев Расул Магомедович — канд. техн. наук, доцент Полтавского
национального технического университета имени Юрия Кондратюка;

Елисеев Дмитрий Викторович — канд. техн. наук, доцент Института
развития дополнительного профессионального образования;

Романова Алла Александровна — канд. техн. наук, доцент кафедры
прикладной физики Санкт-Петербургского государственного университета
сервиса и экономики.

Т 38 Технические науки — от теории к практике. № 9 (22): сборник
статей по материалам XXVI международной научно-практической
конференции. — Новосибирск: Изд. «СибАК», 2013. — 200 с.

Учредитель: НП «СибАК»

Сборник статей «Технические науки — от теории к практике»
включен в систему Российского индекса научного цитирования
(РИНЦ).

При перепечатке материалов издания ссылка на сборник статей
обязательна.

Оглавление

Секция 1. Инженерная графика, САПР, САД, САЕ	8
ВАРИАТИВНОЕ ДИСКРЕТНОЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОДНОМЕРНЫХ ОБВОДОВ НА ОСНОВЕ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ УГЛОВЫХ ПАРАМЕТРОВ Гавриленко Евгений Андреевич Найдыш Андрей Владимирович	8
МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИСКРЕТНО ПРЕДСТАВЛЕННЫХ КРИВЫХ С МОНОТОННЫМ ИЗМЕНЕНИЕМ КРИВИЗНЫ Холодняк Юлия Владимировна Найдыш Андрей Владимирович	13
Секция 2. Информатика, вычислительная техника и управление	19
ТЕХНОЛОГИИ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ СЛОЖНЫХ ТРЕХМЕРНЫХ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ДАННЫХ В ИНТЕРНЕТ БРАУЗЕРАХ Ерёмин Денис Иванович Понятов Юрий Александрович Ягфарова Надия Ильдусовна	19
ПОСТРОЕНИЕ ФУНКЦИИ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ НЕЧЕТКИХ МНОЖЕСТВ Кочеткова Инесса Андреевна Иванов Игорь Владимирович	30
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИСПЕТЧЕРОВ ЗАДАЧ СО СТРАТЕГИЕЙ РАЗДЕЛЕНИЯ ПРОСТРАНСТВА ДЛЯ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ РАЗОМКНУТЫХ СЕТЕЙ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ Мартышкин Алексей Иванович Бикташев Равиль Айнулович	36
ЭЛЕМЕНТЫ НОВОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ОБРАЗОВАНИЯ, ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ОБРАЗОВАНИЯ И ЭФФЕКТИВНОСТИ ЛЮБОГО ТИПА ВУЗА Сироткин Григорий Вячеславович	43

Секция 3. Машиностроение и машиноведение	51
К ВОПРОСУ О СТРУКТУРЕ УСТОЙЧИВЫХ И НЕУСТОЙЧИВЫХ РЕШЕНИЙ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНО-РАЗНОСТНОГО УРАВНЕНИЯ Красильников Александр Яковлевич Кравченко Константин Юрьевич	51
ВНЕДРЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОТОТИПИРОВАНИЯ НА БАЗЕ НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ЛАБОРАТОРИИ УНИВЕРСИТЕТА Мухамадеева Раиля Минибулатовна Логвиненко Павел Александрович	60
ДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ УПРАВЛЯЕМЫХ ДЕБАЛАНСНЫХ ВИБРОВОЗБУДИТЕЛЕЙ Черевко Александр Николаевич	67
Секция 4. Энергетика и энергетические техника и технологии	79
АЛГОРИТМ ОГРАНИЧЕНИЯ ПОВЫШЕНИЯ ЧАСТОТЫ ПРИ АВАРИЙНОМ ВЫДЕЛЕНИИ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ Костин Владимир Николаевич	79
Секция 5. Горная и строительная техника и технологии	87
ОПТИМИЗАЦИЯ РАЦИОНАЛЬНОГО РЕЖИМА УПЛОТНЕНИЯ ЖЕСТКОЙ БЕТОННОЙ СМЕСИ НА ВИБРОПЛОЩАДКЕ С УПРАВЛЯЕМЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ Хероим Елена Александровна Черевко Александр Николаевич	87
Секция 6. Материаловедение и металлургическое оборудование и технологии	94
ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ВОДООХЛАЖДАЕМЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ДУГОВОЙ СТАЛЕПЛАВИЛЬНОЙ ПЕЧИ ПРИ РАБОТЕ НА ПОЛЫХ (ТРУБЧАТЫХ) ЭЛЕКТРОДАХ Кожухов Алексей Александрович Ткачев Александр Сергеевич Мельников Евгений Николаевич	94

ТЕРМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКОГО КАЛЬЦИЯ Фалин Владимир Викторович Сухарев Артем Викторович	101
Секция 7. Строительство и архитектура	115
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДЕФОРМАЦИЙ ИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ И ИХ ЭЛЕМЕНТОВ Кузнецов Олег Федорович Мионов Николай Александрович	115
ОЦЕНКА ЧИСЛОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ДЕФОРМАЦИЙ СООРУЖЕНИЙ Кузнецов Олег Федорович Вагнер Елена Станиславовна	124
ФОРМИРОВАНИЕ ОСНОВНОГО МАТРИЧНОГО УРАВНЕНИЯ МЕТОДА ГРАНИЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ДЛЯ РАСЧЕТА НАПРЯЖЕННО- ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ НАДЗЕМНОГО МАГИСТРАЛЬНОГО НЕФТЕПРОВОДА Смирнов Владимир Викторович Земенков Юрий Дмитриевич	129
Секция 8. Сельское и лесное хозяйство, агроинженерные системы	139
ОБОСНОВАНИЕ РАСЧЕТА РАЗМЕРОВ ЧАСТИЦ БИОГУМУСА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОЦЕССА ДРАЖИРОВАНИЯ СЕМЯН ЛЬНА-ДОЛГУНЦА Спиридонов Анатолий Борисович Дородов Павел Владимирович Копысова Татьяна Сергеевна	139
Секция 9. Химическая техника и технология	144
ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ХИТИНА И ЕГО МОДИФИКАЦИЙ Гришин Александр Алексеевич	144
СВЕРХКРИТИЧЕСКИЕ ФЛЮИДЫ Зорина Наталия Викторовна	148

**Секция 10. Технология продовольственных
продуктов** **152**

ФОРМИРОВАНИЕ АССОРТИМЕНТА 152

КИСЛОМОЛОЧНЫХ НАПИТКОВ ИЗ КОЗЬЕГО
МОЛОКА ЗА СЧЕТ ПРИМЕНЕНИЯ НОВЫХ
БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ И ПИЩЕВЫХ ДОБАВОК

Ахтямова Динара Искандеровна

Бушуева Ирина Серафимовна

ИННОВАЦИОННЫЕ ПОДХОДЫ К ФОРМИРОВАНИЮ 158
РЕЦЕПТУР ДЛЯ ПИТАНИЯ ДЕТЕЙ ДОШКОЛЬНОГО
ВОЗРАСТА

Гращенко Дмитрий Валерьевич

Чугунова Ольга Викторовна

Кокорева Лариса Анатольевна

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СВЧ ИЗЛУЧЕНИЯ 163

НА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ
ЭКСТРАКТА МЯТЫ И ГОТОВОГО ПРОДУКТА

Копысова Татьяна Сергеевна

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОЛЕКУЛЯРНОГО 168

ИССЛЕДОВАНИЯ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ПРИМЕСЕЙ
ВО ФРУКТОВЫХ СОКАХ И МУЛЬТИСОКАХ

Самойлов Артем Владимирович

Колпаков Евгений Юрьевич

**Секция 11. Безопасность жизнедеятельности 177
человека, промышленная безопасность,
охрана труда и экология**

АНАЛИЗ ПРИЧИН ТРАВМАТИЗМА 177

В СТРОИТЕЛЬНОМ КОМПЛЕКСЕ

Едаменко Алена Сергеевна

НЕКОТОРЫЕ ВАРИАНТЫ РАСПОЛОЖЕНИЯ 182

ИК-ИЗЛУЧАТЕЛЕЙ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ
ПОМЕЩЕНИЯХ ПРИ УСЛОВИИ СОБЛЮДЕНИЯ
ГИГИЕНИЧЕСКИХ ТРЕБОВАНИЙ

Толщина Екатерина Юрьевна

Секция 12. Нанотехнологии и наноматериалы	189
ПРИМЕНЕНИЕ НАНОРАЗМЕРНЫХ БИОГЕННЫХ МЕТАЛЛОВ В ТЕХНОЛОГИИ ВЫРАЩИВАНИЯ ПШЕНИЦЫ ОЗИМОЙ В УСЛОВИЯХ ПРАВОБЕРЕЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ УКРАИНЫ Гончар Любовь Николаевна	189
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ВЫСОКОТЕПЛОПРОВОДНОЙ КЕРАМИКИ НА ОСНОВЕ НИТРИДА АЛЮМИНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НАНОПОРОШКА ОКСИДА ИТТРИЯ Омурбекова Кымбат Рыскуловна Непчатов Юрий Кондратьевич Денисова Анастасия Аркадьевна Швецова Юлия Ивановна Дитц Александр Андреевич Волкова Анна Валентиновна	194

СЕКЦИЯ 1.

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА, САПР, САД, САЕ

ВАРИАТИВНОЕ ДИСКРЕТНОЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОДНОМЕРНЫХ ОБВОДОВ НА ОСНОВЕ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ УГЛОВЫХ ПАРАМЕТРОВ

Гавриленко Евгений Андреевич

канд. техн. наук, докторант

*Таврического государственного агротехнологического университета,
г. Мелитополь (Украина)*

E-mail: egavrilenko@mail.ru

Найдыш Андрей Владимирович

*д-р техн. наук, профессор Мелитопольского государственного
педагогического университета им. Богдана Хмельницкого*

г. Мелитополь (Украина)

E-mail: nav1304@ukr.net

VARIATIVE DISCRETE GEOMETRIC MODELING OF ONE-DIMENSIONAL CONTOURS BASED ON THE BASIS OF THE SPACE ANGULAR PARAMETERS

Eugene Gavrilenko

*candidate of Technical Sciences, Doctoral Candidate
of Tavria State Agrotechnological University,
Melitopol (Ukraine)*

Andrew Naydysh

*doctor of Technical Sciences, Professor of Melitopol State
Pedagogical University named after Bogdan Khmelnytsky,
Melitopol (Ukraine)*

АННОТАЦИЯ

Предложен алгоритм формирования гладкой пространственной кривой по заданным условиям. Основой алгоритма является анализ исходного точечного ряда, в результате которого определяется область возможного расположения кривой и диапазоны возможных значений её геометрических характеристик. Существует возможность пошагового контроля и коррекции получаемого решения, наложения на него дополнительных условий, гарантируется отсутствие осцилляции.

ABSTRACT

The algorithm of formation a smooth space curve on the defined conditions is proposed in this article. Basis for the algorithm is the analysis of initial points set, a result of which the area of possible location of the curve, and the ranges of possible values of its geometrical characteristics are determined. It is possible to control and correct the solution which obtains at each step of modeling, to impose on the decision a additional conditions and to ensure the absence of oscillations.

Ключевые слова: дискретно представленная кривая; сгущение точечного ряда; радиус кривизны; кручение.

Keywords: discretely represented curve; thickening of points set; radius of curvature; torsion.

Пространственные одномерные обводы используются в качестве элементов определителя дискретно представленной поверхности. При моделировании поверхностей с повышенными динамическими свойствами необходимо обеспечить контроль направления хода

кривой, закономерное изменение кривизны и кручения, второй порядок гладкости обвода [2]. Повышенные динамические качества необходимы поверхностям, ограничивающим корпусные изделия авиа-, автомобиле-, судостроения, лопатки турбин и смесителей, каналы двигателей внутреннего сгорания, трубопроводы, рабочие органы сельскохозяйственных машин.

Для эффективного решения задачи необходимы методы, обеспечивающие заданную точность формирования геометрических характеристик обводов, локальность корректировок, отсутствие осцилляции. Указанным требованиям отвечает вариативное дискретное геометрическое моделирование, предполагающее формирование обвода в виде сколь угодно большого количества точек, получаемых в результате последовательных сгущений исходного точечного ряда [1].

Гладкая пространственная дискретно представленная кривая (ДПК) формируется сгущением упорядоченного множества точек. Каждая три последовательные точки исходного ряда определяют плоскость. Будем называть эти плоскости прилегающими (ПП_{*i*}). Потребуем, чтобы величина двугранного угла, ограниченного смежными ПП (φ_i), внутри которого расположен участок ДПК не превышала 180 градусов. Тогда, по расположению ПП можно судить о направлении хода кривой. ДПК разбивается на участки правого и левого хода и формируется отдельно, по этим участкам. Касательная к ДПК (t_i) располагается внутри двух смежных углов (φ_{i-1} и φ_i) одновременно. Она может быть задана как линия пересечения плоскостей, касательных с ДПК в точке i ($'КП_i$ и $КП_i'$). Положение касательных плоскостей определяется прохождением через хорду сопровождающей ломаной линии ($[i-1; i], [i; i+1]$) и углом, образуемым с соответствующей прилегающей плоскостью (рисунок 1).

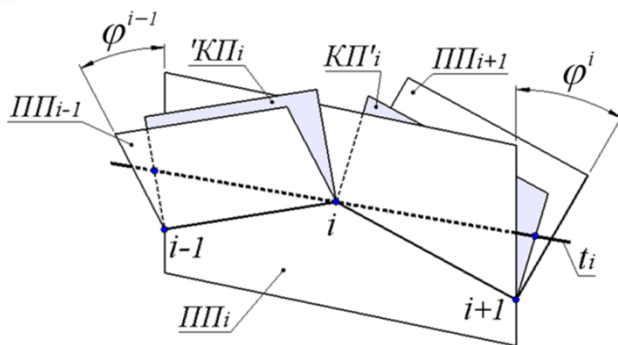


Рисунок 1. Определение положения касательных прямых

Плоскости касательные с ДПК в одной точке, определяют диапазон возможного расположения соприкасающейся плоскости (на рисунке 2 — двугранный угол ω).

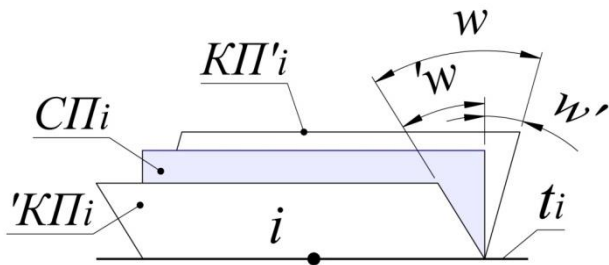


Рисунок 2. Диапазон расположения соприкасающейся плоскости

Назначив в исходных точках соприкасающиеся плоскости ($СП_i$), мы задаём в них положение основных трёхгранников. Далее ДПК формируется как обвод первого порядка фиксации. Положение плоскостей, касательных с ДПК в исходных точках и проходящих через точку сгущения ($КП_i^{сг}$, $КП_{i+1}^{сг}$), назначается по центру двугранного угла, ограниченного соприкасающейся и исходной касательной плоскостями. Точка сгущения ($i_{сг}$) назначается на прямой пересечения указанных плоскостей (рисунок 3).

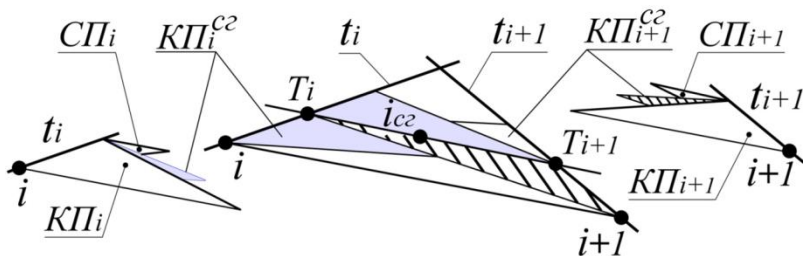


Рисунок 3. Определение положения точки сгущения

В процессе последовательных сгущений точечного ряда, хорда сопровождающей ломаной линии, ограниченная исходной точкой и ближайшей к ней точкой сгущения стремится занять положение касательной к ДПК. Касательная плоскость, определяемая касательной прямой в исходной точке и ближайшей точкой сгущения, стремится

к положению соприкасающейся плоскости. Назначение касательных прямых, соприкасающихся плоскостей и точек сгущения внутри соответствующих диапазонов обеспечивает первый порядок гладкости формируемой ДПК.

При формировании ДПК второго порядка гладкости, значения кручения (B_i) и радиусов кривизны (R_i) оцениваются с помощью их дискретных аналогов.

Дискретное кручение (B_i^D) на i -м участке ДПК определяется по формуле:

$$B_i^D = \frac{3}{h_{i-1} + h_i + h_{i+1}} \cdot \varphi_i, \quad (1)$$

где: φ_i , — величина двугранного угла расположения ДПК;

$h_i = |i, i + 1|$ — длина хорды сопровождающей ломаной линии.

Значения дискретного кручения позволяют определить диапазоны значений и направление возрастания кручения вдоль ДПК:

$$\dots > B_{i-1} > B_{i-1}^D > B_i > B_i^D > \dots \quad (2)$$

Значения радиуса кривизны в i -й точке ДПК оценивается радиусом касательной окружности, определяемой точкой i , касательной прямой в этой точке и ближайшей точкой ДПК. В первом приближении это окружности радиусов R_i^{i+1} и R_{i+1}^i , проходящие через точки $i-1$ и $i+1$ соответственно. Значения радиусов касательных окружностей задают диапазоны возможных значений и направление возрастания радиусов кривизны вдоль ДПК.

$$R_{i-1} < R_{i-1}^i < R_i^{i-1} < R_i < R_i^{i+1} < R_{i+1}^i < R_{i+1}. \quad (3)$$

Положение касательных плоскостей, касательных прямых и соприкасающихся плоскостей уточняется внутри диапазонов их возможного расположения, исходя из динамики изменения значений дискретного кручения и радиусов касательных окружностей. Выполнение этих условий обеспечивает наличие в точках ДПК

диапазонов (возможных по условиям задачи) значений радиусов кривизны и кручения. В процессе последовательных сгущений диапазоны кривизны и кручения уменьшаются и сходятся к значениям, закономерно изменяющимся вдоль ДПК.

Полученные алгоритмы могут быть основой для создания программного обеспечения, совместимого с существующими САД-пакетами через интерфейс API.

Список литературы:

1. Найдиш В.М. Дискретна інтерполяція: учеб. пособие. Мелітополь, 2008. — 250 с.
2. Осипов В.А. Машинные методы проектирования непрерывно-каркасных поверхностей. М.: Машиностроение, 1979. — 248 с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИСКРЕТНО ПРЕДСТАВЛЕННЫХ КРИВЫХ С МОНОТОННЫМ ИЗМЕНЕНИЕМ КРИВИЗНЫ

Холодняк Юлия Владимировна

*аспирант кафедры прикладной геометрии
Таврического государственного агротехнологического университета,
г. Мелитополь (Украина)*

E-mail: yuliya_holodnyak@mail.ru

Найдыш Андрей Владимирович

*д-р техн. наук, профессор Мелитопольского государственного
педагогического университета им. Богдана Хмельницкого,
г. Мелитополь (Украина)*

E-mail: nav1304@ukr.net

MODELING OF THE DISCRETELY REPRESENTED CURVES WITH MONOTONOUS CHANGE OF CURVATURE

Yuliya Kholodnyak

*postgraduate student of department of applied geometry
of Tavria State Agrotechnological University,
Melitopol (Ukraine)*

Andrew Naydysh

*doctor of Technical Sciences, Professor of Melitopol State
Pedagogical University named after Bogdan Khmelnytsky,
Melitopol (Ukraine)*

АННОТАЦИЯ

В работе предложен алгоритм формирования кривой с монотонным изменением кривизны по заданным дифференциально-геометрическим условиям. Разработанный алгоритм позволяет обеспечить непрерывность скорости изменения кривизны вдоль обвода за счет корректировки положений точек и касательных сгущения.

ABSTRACT

The algorithm of formation of a curve with the monotonous change of curvature on the set of differential-geometric conditions is suggested in this article. This algorithm allows to provide the continuity of speed of change of curvature along the contour through the adjustment of positions thickening points and tangents.

Ключевые слова: дискретно представленная кривая; касательная; базисный треугольник; радиус кривизны; монотонное изменение кривизны.

Keywords: discretely represented curve; tangent; basic triangle; radius of curvature; monotonous change of curvature.

Задача конструирования изделий, назначение которых — взаимодействие со средой, требует моделирования поверхностей с повышенными динамическими качествами. Хорошие динамические качества обеспечивают поверхности с плавным, закономерным изменением дифференциально-геометрических характеристик. С геометрической точки зрения динамические качества можно обеспечить характеристиками кривых, которые входят в определитель поверхности. Это, прежде всего, положения касательных и значения

радиусов кривизны. Сложные геометрические поверхности могут быть сформированы на основе каркаса, элементами которого являются плоские кривые. Таким образом, разработка методов формирования плоских обводов по заданному закону изменения дифференциально-геометрических характеристик является актуальной задачей геометрического моделирования.

Наиболее широкие возможности для решения этой задачи дают методы вариативного дискретного геометрического моделирования, принципами которого являются: дискретное представление исходных данных и результата моделирования; вариативность решения; пошаговый контроль результатов; отсутствие осцилляции; локальность расчетов и управления формой кривой [2].

Исходными данными для моделирования кривой является упорядоченный точечный ряд, который будем называть дискретно представленной кривой (ДПК). Кроме исходного ряда в определитель ДПК входят ее геометрические характеристики, которые необходимо обеспечить в процессе моделирования.

В результате анализа исходного точечного ряда определяются участки, на основе которых можно сформировать кривую, вдоль которой значения радиусов кривизны монотонно возрастают (убывают) [1]. Каждая монотонная кривая моделируется по участкам, ограниченными соседними точками.

Рассмотрим участок монотонной ДПК $i...i+1$. Обозначим касательные, которые проходят через точки i и $i+1$, как t_i и t_{i+1} (рисунок 1). В граничных точках заданы значения радиусов кривизны, которые необходимо обеспечить в процессе моделирования, R_i и R_{i+1} соответственно.

Участок кривой формируется внутри базисного треугольника $i;T;i+1$, который ограничен касательными, проходящими через последовательные точки ДПК (t_i и t_{i+1}), и хордой $[i;i+1]$, которая соединяет эти точки (рис. 1).

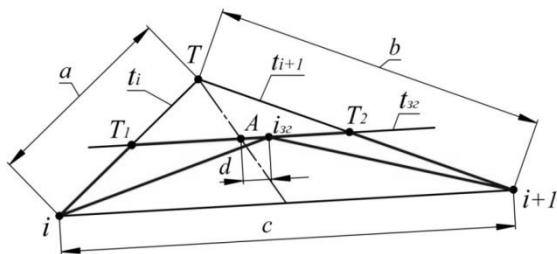


Рисунок 1. Схема формирования участка ДПК

Радиусы кривизны в точках ДПК оцениваются с помощью радиусов кривизны кривой Безье (\bar{R}_i, \bar{R}_{i+1}), для которой вершины задающего многоугольника совпадают с вершинами базисного треугольника:

$$\bar{R}_i = \frac{a^3}{S}, \bar{R}_{i+1} = \frac{b^3}{S}, \quad (1)$$

где: $a = |i; T|$ и $b = |T; i+1|$ — длины сторон базисного треугольника $i; T; i+1$;

S — площадь базисного треугольника $i; T; i+1$.

Внутри базисного треугольника $i; T; i+1$ назначается положение касательной сгущения (t_{ce}) и точки сгущения на ней (i_{ce}). Касательная t_{ce} проводится параллельно хорде $[i; i+1]$. В результате получим два новых базисных треугольника сгущения $i; T_1; i_{ce}$ и $i_{ce}; T_2; i+1$.

Монотонное изменение радиусов кривизны на участке ДПК контролируется соотношением сторон базисных треугольников сгущения: $|i; T_1| < |T_1; i_{ce}|$ и $|i_{ce}; T_2| < |T_2; i+1|$.

Предварительно положение точки сгущения назначается на медиане базисного треугольника (на рисунке 1 — точка А). Назначенные значения радиусов кривизны достигаются в процессе дальнейших сгущений за счет выбора положений точки сгущения и касательной, которая через нее проходит.

Необходимая корректировка положений точки и касательной сгущения выполняется внутри диапазонов, обеспечивающих второй порядок гладкости и монотонное изменение радиусов кривизны вдоль кривой:

$$\bar{R}_i = \frac{|i; T_1|^3}{S_1} < \frac{|T_1; i_{ce}|^3}{S_1} = \frac{|i_{ce}; T_2|^3}{S_2} < \frac{|T_2; i+1|^3}{S_2} = \bar{R}_{i+1}, \quad (2)$$

где: S_1 и S_2 — площади базисных треугольников $i; T_1; i_{ce}$ и $i_{ce}; T_2; i+1$.

Минимальное число шагов сгущения, в результате которых можно обеспечить назначенные значения радиусов кривизны $\bar{R}_i = R_i$

и $\bar{R}_{i+1} = R_{i+1}$, равно двум. При этом получаем участок ДПК представленный цепочкой, состоящей из четырех базисных треугольников.

В процессе дальнейших сгущений проводится выравнивание значений скорости изменения радиусов кривизны в точках стыковки участков кривой. Для оценки скорости изменения радиусов кривизны предложен критерий

$$\sigma_i = \frac{\bar{R}'_{c2} - \bar{R}_i}{l_i}, \quad (3)$$

где: \bar{R}_i и \bar{R}'_{c2} — радиусы кривизны в точке i и ближайшей к ней точке сгущения i'_{c2} ; l_i — длина участка $i \dots i'_{c2}$.

Разработанный алгоритм формирования ДПК содержит способ, позволяющий обеспечить непрерывный график изменения критерия σ_i внутри участка кривой. При этом разрыв значений скорости изменения кривизны между соседними участками ДПК концентрируется в точках стыковки. Алгоритм обеспечивает на каждом шаге сгущения уменьшение величины разрыва значений критерия σ_i в граничных точках за счет его возникновения внутри участка — в точках стыковки базисных треугольников сгущения.

После достижения разрывов значений скорости изменения кривизны, величина которых не превышает заданное значение, участки ДПК моделируются по алгоритму, обеспечивающему непрерывность значений критерия σ_i внутри участка. В процессе сгущений получаем ДПК, у которой график скорости изменения кривизны стремится к непрерывному.

В результате проведенных исследований разработан алгоритм моделирования кривой второго порядка гладкости с монотонным изменением кривизны. Предложенный алгоритм позволяет обеспечить непрерывность скорости изменения кривизны вдоль обвода.

Применение разработанного способа моделирования кривой позволяет повысить качество формирования функциональных поверхностей изделий при решении задач обратного инжиниринга, а также при формировании поверхностей изделий, которые взаимодействуют со средой (лопаток турбин, рабочих органов сельскохозяйственных машин, каналов двигателей внутреннего сгорания и др.). Указанный эффект достигается за счет того, что при моделировании ДПК параметрами, управляющими формой кривой, являются

положения касательных и значения радиусов кривизны. На основе предложенного алгоритма может быть разработано специализированное программное обеспечение, адаптированное под САД-пакеты с помощью интерфейса API (application programming interface).

Список литературы:

1. Гавриленко Е.А. Дискретное интерполирование плоских одномерных обводов с закономерным изменением кривизны: дис. канд. техн. наук. Мелитополь, 2004. — 182 с.
2. Найдиш В.М., Верещага В.М., Найдиш А.В., Малкіна В.М. Основи прикладної дискретної геометрії: навчальний посібник. Мелітополь: Люкс, 2007. — 193 с.

СЕКЦИЯ 2.

ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ

ТЕХНОЛОГИИ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ СЛОЖНЫХ ТРЕХМЕРНЫХ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ДАННЫХ В ИНТЕРНЕТ БРАУЗЕРАХ

Ерёмин Денис Иванович

*заведующий лабораторией системных исследований космической
деятельности, Институт космической техники и технологий,
г. Алматы, Казахстан*

Понятов Юрий Александрович

*заместитель заведующего лабораторией системных исследований
космической деятельности,
Институт космической техники и технологий,
г. Алматы, Казахстан*

Ягфарова Надия Ильдусовна

*научный сотрудник лаборатории системных исследований
космической деятельности,
Институт космической техники и технологий,
г. Алматы, Казахстан
E-mail: <mailto:nadiya1006@gmail.com>*

TECHNOLOGY OF REPRESENTATION COMPLEX THREE-DIMENSIONAL SPATIAL DATA IN INTERNET-BROWSERS

Denis Eryomin

*head of laboratory of system researches of space activity,
Institute of space technique and technology,
Almaty, Kazakhstan*

Yuriy Ponyatov

*assistant of head of laboratory of system researches of space activity,
Institute of space technique and technology,
Almaty, Kazakhstan*

Nadiya Yagfarova

*researcher of laboratory of system researches of space activity
Institute of space technique and technology,
Almaty, Kazakhstan*

АННОТАЦИЯ

Целью данной статьи был обзор технологий представления сложных трехмерных пространственных данных в интернет браузерах для решения задач моделирования месторождений полезных ископаемых. Были рассмотрены все наиболее распространенные технологии для отображения большого количества данных в браузере. Результатом проведенного обзора был свод характеристик существующих 3D движков. На основании проведенного исследования был выбран наиболее оптимальный 3D движок для моделирования пространственных данных в браузере.

ABSTRACT

The purpose of this article is to review the technologies of representation of complex three-dimensional spatial data in Internet-browsers to solve the problems of modeling of mineral deposits. There were reviewed all the most common technologies for displaying large amounts of data in the browser. The result of the review was a set of characteristics of the existing 3D engines. Based on this research there was chosen optimal 3D engine for modeling spatial data in the browser.

Ключевые слова: пространственные данные; интернет браузер.

Keywords: spatial data; internet-browsers.

Современный период экономического и социального развития Казахстана ставит перед горнодобывающей отраслью задачи укрепления и расширения минерально-сырьевой базы страны, повышения эффективности и качества подготовки к освоению разведанных запасов полезных ископаемых. Этим обусловлено значение геологии в научно-техническом прогрессе горнодобывающей промышленности, в охране и рациональном использовании недр и природы в целом.

На данный момент все большая часть предприятий, занимающихся вопросами геологической разведки и изысканий, используют в своей работе специальные программные средства и информационные системы. Использование подобных систем позволяет значительно ускорить процесс обработки и анализа информации. Такие системы позволяют автоматизировать процессы обработки и интерпретации данных геологоразведки, а также использовать их для моделирования месторождений и выполнения всевозможных расчетов и оценок.

С недавних пор профессиональное программное обеспечение (ПО) начало выходить за рамки устаревших стандартов и развивается в новом направлении — предоставление программного обеспечения как сервиса посредством использования сети Internet. В результате программным обеспечением научного, бизнес или образовательного направления может воспользоваться каждый, не устанавливая программы на персональные устройства, а просто воспользовавшись интернет ресурсами. Единственным требованием для персонального устройства является установленный веб-браузер, а одним из основных преимуществ данных систем является их мобильность.

В ближайшей перспективе специализированное программное обеспечение по моделированию месторождений так же ждет миграция в сеть и изменение формата использования на SaaS (software as a service — программное обеспечение как услуга). В связи с этим перед разработчиками такого ПО встает нетривиальная задача представления больших объемов пространственных данных с помощью интернет браузера. В качестве примера можно рассмотреть модель среднего по размерам месторождения имеющего следующие размеры 3000x2000x1000 метров.

Трехмерная модель месторождений полезных ископаемых должна представлять геологическую структуру месторождения самым наглядным и подробным образом. Это касается не только объемного облика рудного объекта, но и возможности рассматривать его под разными ракурсами и произвольными разрезами. В связи

с этим модель месторождения разбивается на блоки. Учитывая соотношение масштаба модели месторождения (3000x2000x1000 м) к единице разбиения — блоку (1x1x1 м), при построении модели месторождения генерируется 6 миллиардов блоков или 36 миллиардов полигонов в терминах компьютерной графики. Даже применение специальных алгоритмов по отсечению невидимых блоков и полигонов не решает проблему принципиально-стандартные средства отображения интернет браузеров не способны обработать и отобразить такое количество данных. Очевидно, что для отображения такого количества данных необходимо применять специальные технологии.

Одним из новых и прогрессивно растущих направлений моделирования пространственных данных является 3D движки, встроенные в браузер.

3D движок — это центральный программный компонент компьютерных или других интерактивных приложений с графикой, обрабатываемой в реальном времени. Для отображения 3D в браузере используется несколько вариантов реализации, первым из которых является использование встроенной технологии браузера. Вторым вариантом является работа через плагин (дополнительное ПО устанавливаемое в браузер).

В интернет ресурсах 3D движков, ориентированных под веб не так много. Для сравнения характеристик и выбора наиболее оптимальных движков для моделирования пространственных данных был проделан сравнительный анализ [1]. Для проведения сравнения был выбран следующий список 3D движков с разными технологиями и решениями, такие как VRML, Java, Flash, 3DMLW, O3D, WebGL, Unity.

Рассмотрим детально каждый из выбранных движков.

VRML (Virtual Reality Modeling Language) — язык моделирования виртуальной реальности, стандартный формат файлов для демонстрации трёхмерной интерактивной векторной графики, чаще всего используется в веб-технологиях. VRML предназначен для описания трехмерных изображений и оперирует объектами, описывающими геометрические фигуры и их расположение в пространстве. Vrmf-файл представляет собой обычный текстовый файл, интерпретируемый браузером. VRML — трехмерный графический аналог языка Hypertext Markup Language (HTML), который применяется в гипертекстовой системе сети Интернет, что позволяет с помощью текстового редактора создавать и передавать через Web объемные изображения, подобно тому как HTML дает

возможность строить, компоновать и пересылать по Интернет текст и графику. В настоящее время с помощью VRML во всем мире разрабатываются сотни объемных систем виртуальной реальности для Web, начиная с простых трехмерных графических сред, ориентированных на обычные компьютеры, и кончая продуктами, полностью погружающими пользователя в киберпространство, для которых требуются электронные очки и перчатки [5].

Преимуществами VRML является:

- 3D веб-приложения не требуют установки;
- Приложение обновляется без участия пользователя;
- 100 % открытый исходный код;
- Vml является основоположником 3D визуализаций в браузере и считается одним из старых продуктов;
- Редактором может быть обычный блокнот, а также большое количество коммерческих редакторов.

Недостатки VRML:

- Поддерживают не все браузеры;
- При скорости модема меньше 28.8 Кбод и объёме оперативной памяти меньше 16 МВ VRML-программы, получаемые из Internet, работают медленно, неустойчиво и с ошибками.
- Качество прорисовываемых из документа VRML изображений заметно ниже.

Java. В платформу Java также включена графическая библиотека Java 3D. Библиотека Java 3D позволяет создавать 3D-апплеты и Java-приложения, использующие трехмерную графику. С Java 3D можно эффективно конструировать виртуальные миры, создавая отдельные графические элементы и затем соединяя их в древовидные структуры. Библиотека Java 3D — это результат синтеза лучших идей, взятых из таких технологий, как Direct3D, OpenGL, QuickDraw3D и XGL [2, с. 20].

Преимуществами Java являются:

- Кроссплатформенность;
- Апплет поддерживается большинством браузеров;
- В новой версии Java 3D апплет полностью отделен от процесса браузера и связан с ним через небольшой асинхронный клиент, который находится в процессе браузера. Это призвано гарантировать что зависание апплета не приведет к зависанию самого браузера;
- Возможность использовать сторонние библиотеки и подгружать их для апплета.

Недостатки Java:

- Требуется установки Java-расширения (plug-in), которое не во всех браузерах доступно по умолчанию;
- Нет возможности запуститься до тех пор, пока не запустится виртуальная Java-машина, и это может занять значительное время при первом запуске;
- Создание и дизайн хорошего пользовательского интерфейса с использованием апплетов считается более сложной задачей, чем с помощью технологии, основанной на HTML;
- апплеты могут потребовать использование определенного Java Runtime Environment (минимальная реализация виртуальной машины, необходимая для исполнения Java-приложений).

Flash. Мультимедийная платформа компании Adobe для создания веб-приложений или мультимедийных презентаций. Начиная с версий Flash Player 10.1, поддерживает 3D технологий.

Adobe Flash позволяет работать с векторной, растровой и с трёхмерной графикой используя при этом GPU (graphics processing unit — графический процессор), а также поддерживает двунаправленную потоковую трансляцию аудио и видео. Для карманных персональных компьютеров и других мобильных устройств выпущена специальная «облегчённая» версия платформы Flash Lite, функциональность которой ограничена в расчёте на возможности мобильных устройств и их операционных систем.

Преимущества:

- Приложение поддерживается большинством браузеров;
- Приложение обновляется без участия пользователя;
- Поддержка GPU и возможность выбора между GPU и CPU (central processing unit — Центральный процессор).

Недостатки:

- Требуется установка флэш-плеера;
- Сайты реализованные на флэш плохо индексируются в поисковых системах;
- Основной недостаток flash-приложений — чрезмерная нагрузка на центральный процессор, связанная с неэффективностью виртуальной машины Flash Player;
- Важный недостаток flash-приложений заключается в недостаточном контроле ошибок, что приводит к частым отказам как самих приложений, так, в некоторых случаях, и всего браузера. Возможность flash-приложений нарушать работу всего браузера неоднократно вызывала критику со стороны разработчиков браузеров;

- Flash противопоказан крупным информационным сайтам с большой посещаемостью.

3DMLW. 3D Markup Language for Web это базирующийся на XML (eXtensible Markup Language — расширяемый язык разметки) формат файла для передачи в Интернете трёхмерного (3D) и двухмерного (2D) интерактивного содержания.

Для просмотра 3DMLW на компьютере должен быть установлен плагин 3DMLW, видеокарта должна поддерживать OpenGL (Open Graphics Library — открытая графическая библиотека, графическое API). Плагин 3DMLW разработан фирмой “3D Technologies R&D” для наиболее распространённых веб-браузеров (Internet Explorer, Mozilla Firefox, Opera и т. д.).

Платформа 3DMLW может быть использована практически везде, когда есть необходимость показывать динамический 3D-контент. Благодаря собственным языкам сценариев, он также предлагает ряд уникальных возможностей для разработки программного обеспечения и, благодаря поддержке 3D-моделью различных форматов, он может быть использован как инструмент 3D-интеграции.

Главной новинкой для пользователей является возможность доставки трехмерного контента. Без каких-либо конкретных требований к опыту каждый дизайнер может публиковать 3D-объекты в Интернете, и эти объекты могут быть просмотрены пользователями в Интернете, не требуя никакого специального программного обеспечения.

Преимущества:

- Приложение поддерживается большинством браузеров;
- 3DMLW похож на XHTML и легкий для понимания;
- Поддержка скриптов для динамического и интерактивного контента;
- Поддержка общих форматов 3D моделей (включая COLLADA, OBJ, 3DS, SketchUp);
- Платформа с открытым кодом.

Недостатки:

- Для отображения 3DMLW необходим либо плагин для браузера, либо самостоятельный 3DMLW браузер;
- Редактором 3DMLW на данный момент является Quantum Nog, который распространяется не бесплатно.

О3D. Созданный Google Inc. для разработки интерактивных 3D-приложений, запущенных в браузере. О3D может использоваться

в сфере приложений, динамической рекламы, моделировании, системах мониторинга и других.

Система O3D представляет собой плагин для браузера, после установки которого ваш браузер сможет отображать и позволит вам взаимодействовать с 3D приложениями. Причем это возможно на Windows, Macintosh, и Linux (TBP) платформах.

WebGL. Web-based Graphics Library — программная библиотека для языка программирования JavaScript, позволяющая создавать на JavaScript интерактивную 3D-графику, функционирующую в широком спектре совместимых с ней веб-браузерах. За счёт использования низкоуровневых средств поддержки OpenGL, часть кода на WebGL может выполняться непосредственно на видеокартах. Эта совместимость с OpenGL является большим преимуществом WebGL. Проект по созданию библиотеки управляется некоммерческой организацией Khronos Group.

Преимущество WebGL перед его аналогами (VRML, 3DMLW, O3D) заключается в высокой скорости работы, за счет того, что всё содержимое сайта подгружается изначально, и ничего не догружается в процессе использования. Это удобно, и позволяет быстро работать с приложением. Скорость работы этого приложения зависит только от характеристик вашей видеокарты, т. к. приложение в браузере фактически работает как обычное графическое приложение и использует ресурс видеокарты, установленной на компьютере, но его отображение происходит в браузере. [6].

Преимущества:

- 3D веб-приложения не требуют установки;
- Поддерживается большинством браузеров;
- WebGL использует набор биндингов OpenGL ES 2.0 для JavaScript, что делает его легким для понимания и освоения;
- Поддержка мобильных браузеров IOS Mobile Safari, Android Browser, Firefox Mobile for Android, Blackberry PlayBook 2.0 Browser;
- Редактором может быть обычный блокнот, а также большое количество коммерческих редакторов.

Недостатки:

- Поддерживает технологию WebGL только 11 версия Internet Explorer;
- WebGL очень мало документации.

Unity. Мультиплатформенный инструмент для разработки двух- и трёхмерных приложений, работающий под операционными системами Windows и OS X. Созданные с помощью Unity приложения работают под операционными системами Windows, OS X, Android,

Apple iOS, Linux. Есть возможность создавать интернет-приложения с помощью специального подключаемого к браузеру модуля Unity, а также с помощью экспериментальной реализации в рамках модуля Adobe Flash Player. Позже от поддержки Flash отказались. Приложения, созданные с помощью Unity, поддерживают DirectX и OpenGL [4].

Unity является полноценным 3D движком, который набирает популярность с каждым годом. Данный 3D движок является коммерческим продуктом, и поставляется с набором решений как свой IDE редактор, Unity Asset Server (используется командами, члены которых вместе удалённо работают над проектом с разных компьютеров) и база данных PostgreSQL. Так же можно отметить возможности для скриптинга, в отличие от UDK (Unreal Developer's Kit), в котором писать можно только на встроенном самописном языке, в Unity доступны три языка: JavaScript, C#, и диалект питона под названием Boo [3].

В Unity есть так же бесплатная лицензия с ограниченным функционалом. Для работы через браузер требуется установка плагина.

Преимущества:

- Поддерживает большинство браузеров;
- Поддержка мобильные браузеры IOS Mobile Safari, Android Browser, Firefox Mobile for Android, Blackberry PlayBook 2.0 Browser;
- Есть встроенный редактор IDE.

Недостатки:

- Требуется установка плагина;
- Коммерческий продукт, требуется покупки лицензий.

По результатам сравнения можно подвести итоги характеристик рассмотренных 3D движков:

Таблица 1.

Характеристики 3D движков

Возможности	VRML	Java	Flash	3DMLW	O3D	WebGL	Unity
Двумерная графика	Да	Да	Да	Да	Да	Да	Да
Трёхмерная графика	Да	Да	Да	Да	Да	Да	Да
Поддержка Windows XP/Vista/7	Да	Да	Да	Да	Да	Да	Да

Поддержка Mac OS X	Да	Да	Да	Да	Да	Да	Да
Поддержка Linux	Да	Да	Да	Да	Да	Да	Да
Поддержка OpenGL	Да	Да	Да	Да	Да	Да	Да
Поддержка DirectX	Да	Да	Да	Нет	Да	Да	Да
Поддержка анимации	Да	Да	Да	Да	Да	Да	Да
Поддержка исполнения скриптов JavaScript	Да	Да	Да	Да	Да	Да	Да
Растровые форматы рисунков (GIF, JPEG, PNG, PCT, TIF)	Да	Да	Да	Да	Да	Да	Да
Векторные форматы (FreeHand, EPS, Illustrator)	Да	Да	Да	Да	Да	Да	Да
Звуковые форматы (WAV, AIF, MP3).	Да	Да	Да	Да	Да	Да	Да
Установка плагина	Не требуется	Требуется	Требуется	Требуется	Требуется	Не требуется	Требуется
Открытый исходный код продукта	Да	Да	Нет	Да	Да	Да	Нет
Поддержка мобильных устройств Android, Apple iOS	Нет	Да	Да	Нет	Нет	Да	Да
Скорость работы на мобильных устройстве	Нет	Средняя	Средняя	Нет	Нет	Средняя	Средняя
Internet Explorer версия 11	Да	Да	Да	Да	Да	Да	Да

Mozilla Firefox	Да	Да	Да	Да	Да	Да	Да
Opera	Да	Да	Да	Да	Да	Да	Да
Google Chrome	Да	Да	Да	Да	Да	Да	Да
Safari	Да	Да	Да	Да	Да	Да	Да
Общее удобство работы над проектом по десяти-балльной шкале	8	7	7	6	5	9	8

На основании сравнительного анализа 3D движков, проведенного по всем характеристикам наиболее оптимальным 3D движком для моделирования пространственных данных в браузере можно считать WebGL. Движок является открытым в распространении, по скорости работы на мобильных устройствах не уступает другим продуктам и при этом наиболее удобен при работе.

Список литературы:

1. Будущее 3D в Интернете: Flash или WebGL? 2011 г. // [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://w3pro.ru/news/budushchee-3d-v-internete-flash-ili-webgl> (дата обращения: 20.04.2013).
2. Машнин Т.С. Современные JAVA технологий на практике. 2010. — 20 с.
3. Подлесный А.О. Научный руководитель — Шмагрис Ю.В. Сибирский Федеральный Университет. WEBGL–ТЕХНОЛОГИЯ WEB-СОВМЕСТИМОЙ 3D-ГРАФИКИ. // [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://conf.sfu-kras.ru/sites/mn2012/thesis/s012/s012-144.pdf> (дата обращения: 23.05.2013).
4. Сравнение UNITY и UDK. 2012 г. // [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://habrahabr.ru/post/145525/> (дата обращения: 03.06.2013).
5. Технология виртуальной реальности VRML. // [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://bourabai.kz/graphics/vrml.htm> (дата обращения: 10.07.2013).
6. Ходаковский К. Работа над спецификациями WebGL 1.0 завершена. 2011 г // [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://www.3dnews.ru/news/spetsifikatsii-webgl-10-zaversheni-gde-microsoft/> (дата обращения: 25.07.2013).

ПОСТРОЕНИЕ ФУНКЦИИ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ НЕЧЕТКИХ МНОЖЕСТВ

Кочеткова Инесса Андреевна

*старший преподаватель БГТУ им. В.Г. Шухова,
г. Белгород*

E-mail: IneSuan@gmail.com

Иванов Игорь Владимирович

*канд. техн. наук, доцент БГТУ им. В.Г. Шухова,
г. Белгород*

E-mail: ivan_i_v@intbel.ru

BUILDING FUNCTIONS OF FUZZY SETS

Kochetkova Inessa Andreevna

*senior teacher of BSTU named after V.G. Shukhov,
Belgorod*

Ivanov Igor Vladimirovich

*candidate of Technical Sciences, Associate Professor
of BSTU named after V.G. Shukhov,
Belgorod*

АННОТАЦИЯ

Рассмотрено расширение функциональных возможностей ранее разработанного нами метода распознавания образов на основе представления многомерных форм классов образов в двумерные в интересах диагностики путем построения функций принадлежности и использования теории нечетких множеств, позволяющих определять степени принадлежности точки, характеризующей состояние, к классу допустимых состояний для случая пересечения классов в исходном пространстве

ABSTRACT

Consider the extended functionality of the earlier of our method of image recognition based on representation of multi-dimensional shapes in two-dimensional images of the classes in the interests of diagnosis by constructing membership functions and the use of fuzzy set theory can help

determine the degree of implement point that characterizes the state, to the class of admissible states for the case of the intersection of classes in the original space

Ключевые слова: распознавание образов; класс; конфигурация; нечеткие множества; степени принадлежности; обработка данных; диагностика.

Keywords: image recognition; class; configuration; fuzzy sets; membership degrees, the processing of data; diagnosis.

Решение задачи диагностики состояний сложных объектов [1] основывается на анализе и интерпретации имеющихся данных о текущем состоянии подсистемы и предыстории его состояний. В настоящей статье рассматривается один из возможных подходов к решению задачи автоматизации процедуры распознавания состояний по предварительно построенному многомерному виртуальному образу состояния ($A_N(t)$), и многомерным классам диагнозов B_i [2, с. 79, 3], путем построения функций принадлежности. Класс диагнозов составляют наборы признаков пациентов, имеющих одно для всех выделенное именем состояние. Возможным решением упомянутой выше задачи является использование геометрического метода формирования, визуализации и интерактивного распознавания многомерных образов сложных систем [2, с. 79, 3]. Одной из основных процедур данного метода является процедура формирования двумерного образа состояния ($A_2(t)$) и двумерных образов классов состояний B_{2i} , представляющих собой проекции $A_N(t)$ и B_i на плоскость $\{X', Y'\}$ (рис. 1), совпадающую с плоскостью отображающего многоцветного экрана видеомонитора.

Однако при практической реализации метода, описанного в [2, с. 79, 3], возможны ситуации, обуславливающие неоднозначность принятия управленческого решения о текущем состоянии объекта. Такие ситуации могут появляться в связи с тем, что в N -мерном пространстве состояний многомерные классы диагнозов B_i могут совпадать, что, в свою очередь, обуславливает пересечение классов состояний B_{2i} друг с другом. В этих случаях значение $A_2(t)$ может находиться в области пересечения двух и более B_{2i} (рис. 1) — $A_{2B_1B_2}(t)$.

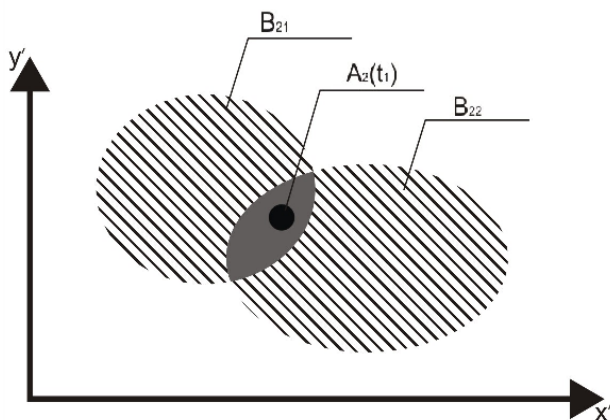


Рисунок 1. Топология взаимного положения на плоскости $\{X', Y'\}$ двух виртуальных двумерных классов диагнозов с фактическим пересечением в многомерном пространстве признаков

В связи с этим рассмотрим для этой ситуации возможность уменьшения степени неоднозначности распознавания $A_{2B_1B_2}(t)$, применяя теорию нечётких множеств, которая позволяет количественно оценивать значение степени принадлежности текущего значения двумерного образа состояния объекта соответствующему образу B_{2i} в области их фактического пересечения друг с другом. Такой подход предусматривает проведение определённой совокупности процедур [1]. При этом классы диагнозов и виртуальный образ состояния объекта (кортеж признаков) рассматриваются в многомерном признаковом пространстве — B_i и $A_{NB_iB_j}(t)$, где $A_{NB_iB_j}(t)$ — значение $A_N(t)$, находящиеся в области пересечения двух и более B_i . На первом этапе определяют функции принадлежности для каждого термина лингвистических переменных, характеризующих $A_{NB_iB_j}(t)$. В связи с этим, все признаки задаются как лингвистические переменные. Далее определяется, какой из термов лингвистической переменной соответствует тому или иному классу диагнозов B_i .

Для построения функций принадлежности воспользуемся методом основанном на использовании статистических данных.

Пусть имеется список симптомов с их показателями для конкретных заболеваний. Шкала симптомов разбивается на фиксированные интервалы (например, шкала симптома Систолическое артериальное давление (САД) — разбивается на интервалы 100—110, 110—120, ... 190—200). Предположим, что наблюдая за n объектами (пациентами) в течение некоторого времени устанавливается m диагнозов. По итогам наблюдения эксперт фиксирует частоту попадания определенного интервала симптома в заболевание. На основании этих статистических данных строится гистограмма (рис 2.).

Таблица 1.

**Частоты попадания определенного интервала симптома
в заболевание**

Артериальная гипертония (САД)	Частота Класс 1	Частота Класс 2
80—90	0	0
90—100	0	0
100—110	0	0
110—120	1	0
120—130	50	0
130—140	2	0
140—150	0	21
150—160	0	15
160—170	0	12
170—180	0	10
180—190	0	5
>190	0	1

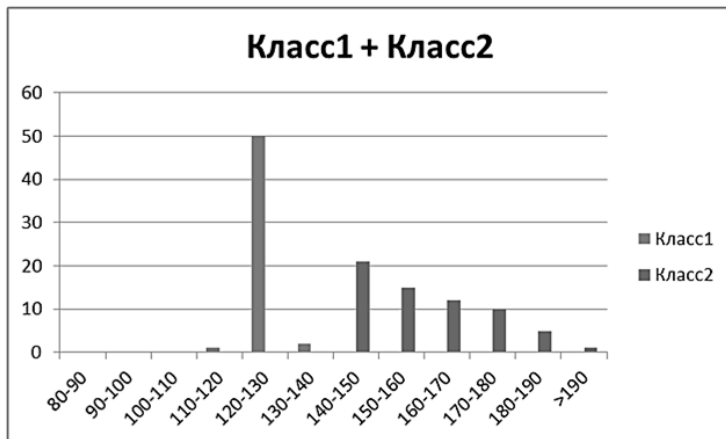


Рисунок 2. Гистограмма статистических данных по симптому САД

На универсальной шкале [0,1] необходимо разместить значения интервалов по каждому симптому. Тогда степень принадлежности некоторого значения вычисляется как отношение числа экспериментов, в которых оно встречалось в определенном интервале шкалы, к максимальному для этого значения числу экспериментов по всем интервалам.

Матрица оценки показаний имеет вид, в табл. 2.

Таблица 2.

Матрица оценки показаний

Артериальная гипертония (САД)	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Частота Класс 1	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200
Частота Класс 2	0	1	50	2	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	21	15	12	10	5	1

Для построения функций принадлежности находятся максимальные элементы по строкам матрицы оценки показаний по формулам:

$$c_{i \max} = \max c_{ij}, i = \overline{1,2}, j = \overline{1,10}, \quad (1)$$

$$\mu_{ij} = \frac{c_{ij}}{c_{imax}}, i = \overline{1,2}, j = \overline{1,10}, \quad (2)$$

где c_{ij} элементы матрицы оценки показаний.

Значения функций принадлежности μ_{ij} приведены в табл. 3.

Таблица 3.

Матрица оценки значений функций принадлежности

μ_{ij}	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200
μ_1	0	0,02	1	0,04	0	0	0	0	0	0
μ_2	0	0	0	0	1	0,71	0,57	0,48	0,24	0,05

Таким образом, рассмотрен один из возможных подходов к совершенствованию метода распознавания состояния объектов в ситуации, характеризующейся пересечением B_{2i} друг с другом в многомерном пространстве признаков. Решение задачи базируется на совместном использовании проективно-геометрического метода распознавания образов и теории нечетких множеств, которая позволяет осуществить количественную оценку степени принадлежности текущего значения каждого из параметров состояния $G_q(A_2(t))$ к каждому из классов состояний в соответствующей точке, принадлежащей области пересечения B_{2i} . Предложенное решение можно рассматривать как новый подход к организации поддержки принятия решений, позволяющий автоматизировать мониторинг, оперативный контроль или анализ закономерностей изменения возникающих в сложных системах.

Преимуществом предлагаемого подхода, сущность которого заключатся в том, что вначале определяются зоны пересечений классов диагнозов в многомерном пространстве признаков путем использования ранее разработанного метода распознавания, а затем только для этих областей пересечений применяется аппарат теории нечетких множеств, что существенно сокращает время опроса экспертов и нагрузку на каждого из них, а также устраняются многие варианты отказа от диагностики.

Список литературы:

1. Алтунин А.Е., Семухин М.В. Модели и алгоритмы принятия решений в нечетких условиях. Тюмень: Изд. Тюменского государственного университета, 2000. — 352 с.
2. Довгаль В.М, Старков Ф.А., Классификация и распознавание точечных образов с помощью визуализации многомерных объектов// Известия Курского государственного технического университета. — 2007. — № 4(21). — С. 78—80.
3. Способ распознавания состояния сердечно-сосудистой системы по его многомерному образу / В.М. Довгаль, В.М. Никитин, Е.А. Липунова, И.А. Кочеткова // Компьютерные науки и технологии: Вторая междунар. науч.-технич. конф., (Белгород, 3—5 октября 2011 г.), Белгород : Изд-во ООО «ГиК», 2011. — С. 193—198.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИСПЕТЧЕРОВ ЗАДАЧ СО СТРАТЕГИЕЙ РАЗДЕЛЕНИЯ ПРОСТРАНСТВА ДЛЯ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ РАЗОМКНУТЫХ СЕТЕЙ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ

Мартышкин Алексей Иванович
аспирант каф. «ВМиС» ПензГТУ,
г. Пенза
E-mail: alexey314@yandex.ru

Бикташев Равиль Айнулович
канд. техн. наук, профессор каф. «ВМиС» ПензГТУ,
г. Пенза
E-mail: rabiktashev@mail.ru

MATHEMATICAL MODELING OF TASK MANAGER WITH THE STRATEGY OF TIME-SHARING FOR PARALLEL COMPUTING SYSTEMS BASED OPEN QUEUING SYSTEMS

Alexey Martyshkin

*a post-graduate student of the faculty «СМaS»,
Penza State Technological University,
Penza*

Ravil Biktashev

*ph.D., Professor, Penza State Technological University,
Penza*

*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ
(грант № 12-07-31150)*

АННОТАЦИЯ

Цель работы — проведение моделирования для анализа производительности диспетчера задач (ДЗ) со стратегией разделения пространства в составе параллельной вычислительной системы (ПВС). Методы исследования основаны на положениях теории массового обслуживания (ТМО). Рассматривается система с индивидуальными ДЗ с дисциплиной обслуживания FIFO. Предлагаются модели на основе стохастических сетей для получения характеристик ДЗ, учитывающие ограничение числа мест в очередях. Результатами работы являются выражения для расчета времени отклика системы, проверенные на адекватность имитационным моделированием.

ABSTRACT

The purpose is to conduct simulations to analyze the performance of the Task Manager (TM) with the strategy of the separation space of the parallel computing system (PCS). Methods of investigation are based on the queuing theory. A system of individual TM with the discipline of service FIFO. Proposed a model based on stochastic networks to characterize the TM, taking into account the limitation of the number of places in the queues. The results of the work are the expressions for calculating the response time of the system, tested on the adequacy of the simulation.

Ключевые слова: математическое моделирование; диспетчер задач; стратегия разделения пространства; стохастическая сеть; дисциплина обслуживания.

Keywords: mathematical modeling; task manager; time-sharing strategy; stochastic network; service discipline.

Существуют различные способы построения ДЗ в системах параллельной обработки, из них можно выделить два основных: с разделением времени и разделением пространства [1, 4]. В рассмотренном в [3] ДЗ с разделением времени можно выявить недостаток его организации, из-за которого впоследствии снижается производительность всей системы в целом. Проблема в конфликтах, которые возникают при запросе ДЗ в том, что только определенное устройство имеет право взаимодействовать с очередью задач, на что тратится время. Может иметь место такая ситуация, при которой в системе при наличии свободных ЦП не происходит обработка ожидающих задач, поступающих с некоторой интенсивностью λ , из-за того, что ДЗ просто не успевает обслужить все задачи. Выходом из данной «конфликтной» ситуации может послужить иная организация самого ДЗ — с индивидуальными очередями процессов к ЦП, о чем и пойдет более подробно речь в данной статье.

Существует большое число дисциплин диспетчеризации, в соответствии с которыми и формируется очередь ожидающих обслуживания задач. В работе будет рассмотрена дисциплина FIFO, которая находит широкое применение на практике из-за своей простоты [4].

Математическая модель ДЗ со стратегией разделения пространства состоит из n -одноканальных СМО (S_1, \dots, S_m) (см. рис. 1). Каждая такая СМО моделирует обслуживание в ДЗ и ЦП (S_1, S_2, \dots, S_m). Источник S_0 моделирует потоки заявок λ_0 (пользовательских процессов, формируемых предварительным планировщиком задач), и поглощает обслуженные заявки (выдача результата пользователю). В работе назначение задач по очередям выбрано равновероятное, чтобы приблизительно оценить картину математического моделирования реального процесса, для избегания перегрузки системы, когда все задачи будут пытаться получить обслуживание в одном или нескольких ЦП, а некоторые ЦП будут вовсе простаивать. Перед ДЗ формируются очереди с ограничением числа мест. Если имеется свободное место в одной из очередей, то задача занимает его. Принятая на обслуживание задача находится в локальной очереди до тех пор, пока не поступит на выполнение в ЦП. При завершении выполнения задачи ДЗ просматривает локальную очередь. Если в ней имеются задачи на обслуживание, то назначается на выполнение

задача, стоящая в голове списка (FIFO). Если очередь пуста, ЦП переходит в режим ожидания.

ДЗ задач в данном случае не только формирует очереди в процессорных узлах, но и производит балансировку загрузки по некоторому алгоритму. Поэтому задачи могут извлекаться из i -й очереди и передаваться с некоторой вероятностью в очередь наименее загруженного j -го процессорного узла.

ДЗ и ЦП представляются в виде одноканальной СМО.

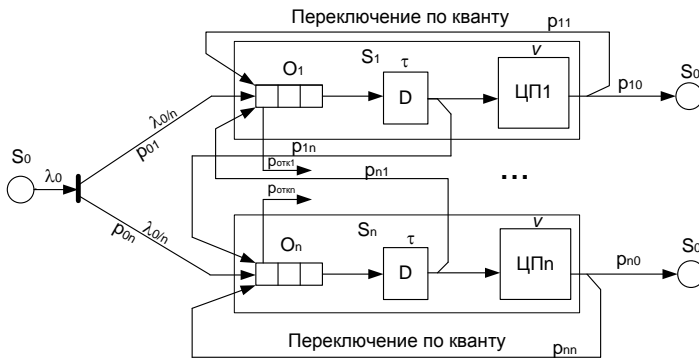


Рисунок 1. Схема математической модели n -процессорной системы с индивидуальными диспетчерами задач

На вход каждого ДЗ системы поступает поток заявок с интенсивностью $\lambda_{i0} = \lambda_0/n$. Интенсивность обслуживания ДЗ потока заявок равна μ_D .

Определим некоторые характеристики ДЗ: вероятность отказа в обслуживании $P_{отк}$, среднюю длину очереди $L_{оч}_{cp}$, среднее число заявок S в системе, время ожидания в очереди перед ДЗ и ЦП $W_{СМО}$.

Задача получает отказ в том случае, когда занят ДЗ и все места в очереди:

$$P_{отк} = P_{m+1} = \frac{\psi^{m+1}(1-\omega)}{1-\psi^{m+2}}, \text{ где } \psi = \frac{\lambda_{00}}{\mu_D} \quad (1)$$

Найдем относительную пропускную способность ДЗ:

$$Q_{отн} = 1 - P_{отк} = 1 - \frac{\psi^{m+1}(1-\omega)}{1-\psi^{m+2}} \quad (2)$$

Найдем среднее число задач, находящихся в очереди перед ДЗ. Определим эту величину как математическое ожидание дискретной случайной величины Z — число заявок на обслуживание, находящихся в очереди: $Loch_{cp} = M[Z]$. Согласно формулам и выводам, приведенным в [2], получим выражение для средней длины очереди:

$$Loch_{cp} = \frac{\psi^2 \cdot (1-\psi) \cdot [1-\psi^m \cdot (m+1-m \cdot \psi)]}{(1-\psi^{m+2}) \cdot (1-\psi)^2} = \frac{\psi^2 \cdot [1-\psi^m \cdot (m+1-m \cdot \psi)]}{(1-\psi^{m+2}) \cdot (1-\psi)} \quad (3)$$

Теперь получим формулу для среднего числа S задач, как стоящих в очереди, так и находящихся на обслуживании. Решим эту задачу следующим образом: рассмотрим общее число задач S , связанных с системой, как сумму двух случайных величин — числа задач, стоящих в очереди Z и числа задач Ω , находящихся на обслуживании $S = Z + \Omega$.

По теореме сложения математических ожиданий

$$S = M[S] = M[Z] + M[\Omega] = Loch_{cp} + \varpi, \quad (4)$$

где: $Loch_{cp}$ — среднее число заявок в очереди;

ϖ — среднее число заявок на обслуживании.

Величина $Loch_{cp}$ определена выше, найдем величину ϖ .

Так как ДЗ в рассматриваемой части СеМО один, случайная величина Ω может принимать только два значения: 0 или 1. Значение 0 она принимает, если ДЗ свободен (обслуживание предыдущей задачи окончено). Вероятность этого равна: $P_0 = \frac{1-\psi}{1-\psi^{m+2}}$. Значение 1 она принимает, если ДЗ занят ($P_0 = \frac{\psi - \psi^{m+2}}{1-\psi^{m+2}}$).

С учетом полученных выражений находим математическое ожидание числа заявок, находящихся на обслуживании

$$\bar{\omega} = 0 \cdot P_0 + 1 \cdot (1 - P_0) = \frac{\omega - \omega^{m+2}}{1 - \omega^{m+2}}.$$

Таким образом, среднее число заявок, стоящих в очереди и обслуживающихся ДЗ, будет равно

$$Z = L\omega_{cp} + \frac{\omega - \omega^{m+2}}{1 - \omega^{m+2}}, \quad (5)$$

Определим теперь среднее время ожидания задачи в очереди перед ДЗ $t_{ож}$. Задача поступает в систему в определенный момент времени. С вероятностью P_0 ДЗ свободен и время ожидания равно нулю. С вероятностью P_1 задача придет в СМО, перед ней не будет очереди, и она будет ждать своего обслуживания в течение времени $1/\mu_D$ (среднее время обслуживания одной задачи). С вероятностью P_2 в очереди перед рассматриваемой задачей будет стоять еще одна и время ожидания в среднем будет $2/\mu_D$, и т. д. При $k = m+1$, т. е. когда вновь приходящая задача застанет ДЗ занятым и ещё m задач в очереди, то время ожидания в этом случае также равно нулю, потому что задача не ставится в данную локальную очередь (не будет обслуживаться данным ДЗ). Опираясь на [2] среднее время задержки (латентность) задачи будет равняться:

$$\bar{t}_{ож} = \frac{1}{\psi \cdot \mu_D} \cdot L\omega_{cp} = \frac{L\omega_{cp}}{\lambda_{00}} \quad (6)$$

Теперь определим среднее время пребывания задачи в системе «очередь-ДЗ-ЦП». Обозначим $W_{СМО}$ случайную величину — время пребывания задачи в СМО. Эта величина складывается из случайных величин $W_{СМО} = T_{ож} + T_{обслДП} + T_{обслЦП}$, где $T_{ож}$ — время

ожидания задачи в очереди перед ДЗ; $T_{обслДП}$ — время обслуживания ДЗ, если задача принята на обслуживание, и нулю, если она не обслуживается (получает отказ); $T_{обслЦП}$ — время обслуживания ЦП.

По теореме сложения математических ожиданий $t_o = M[W_{СМО}] = M[T_{ож}] + M[T_{обслДП}] + M[T_{обслЦП}]$. Для рассматриваемой системы $M[T_{ож}] = \bar{t}_{ож}$, $M[T_{обслДП}] = Q_{отн} \cdot \bar{t}_{обслДП} = \frac{Q_{отн}}{\mu_D}$,

а $M[T_{обслЦП}] = \mu_{ЦП}$

Отсюда находим

$$W_{СМО} = T_{ож} + T_{обслДП} + T_{обслЦП} = \frac{Lоч_{cp}}{\lambda_{00}} + \frac{Q_{отн}}{\mu_D} + \mu_{ЦП} \quad (7)$$

Адекватность аналитической модели диспетчеров задач со стратегией разделения пространства подтверждается данными, полученными в ходе имитационного моделирования. Погрешность не превышает 15 % , что вполне приемлемо для оценки вариантов реализации ДЗ на эскизном этапе проектирования.

Список литературы:

1. Бикташев Р.А., Мартышкин А.И. Моделирование диспетчеров задач многопроцессорных систем // Успехи современного естествознания: Научно-теоретический журнал. — 2012. — № 6. — С. 83—85.
2. Клейнрок Л. «Вычислительные системы с очередями», М.: «Мир», 1979. — 600 с.
3. Мартышкин А.И., Бикташев Р.А., Востоков Н.Г. Математическое моделирование диспетчеров задач для систем параллельной обработки на основе разомкнутых систем массового обслуживания // В мире научных открытий. Красноярск: Изд-во «Научно-инновационный центр», — 2013. — № 6.1 (42) (Математика. Механика. Информатика). — С. 81—101.
4. Таненбаум Э. Современные операционные системы. 3-е изд. СПб., Питер: 2010. — 1120 с.

**ЭЛЕМЕНТЫ НОВОЙ СИСТЕМЫ
УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ОБРАЗОВАНИЯ,
ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ОБРАЗОВАНИЯ
И ЭФФЕКТИВНОСТИ ЛЮБОГО ТИПА ВУЗА**

Сироткин Григорий Вячеславович

аспирант

Астраханского государственного технического университета,

г. Астрахань

E-mail: sgv.astr@yandex.ru

**ELEMENTS OF THE NEW EDUCATION QUALITY
CONTROL SYSTEM, EDUCATION AND EFFICIENCY
ASSESSMENT OF ANY TYPE HIGHER EDUCATION**

Sirotkin Grigoriy Vyacheslavovich

postgraduate Astrakhan State Technical University, st.,

Astrakhan

АННОТАЦИЯ

В данной статье дан анализ работ по исследуемой теме, приведен анализ обстоятельств, влияющих на качество образования и эффективность вузов, раскрыто понятие качества образования вуза, определен перечень показателей и критериев оценки качества образования и эффективности для любого типа вузов, который мотивируют вузы на повышение своего рейтинга.

ABSTRACT

In this paper, there are analysis of the works, an analysis of the circumstances affecting the quality and efficiency of education institutions, disclosed the concept of quality of education, the list of indicators and criteria for evaluation of education quality and efficiency for all types of higher education institutions that motivate universities to improve their rating .

Ключевые слова: показатели; критерии; оценка; качество образования; эффективность; рейтинг; новая система менеджмента качества; нечетко-когнитивное моделирование.

Keywords: indicators; criteria; estimation; education quality; effectiveness; rating; new system of quality management; indistinct cognitive modeling.

Проблема оценки эффективности российских вузов существовала всегда, но обострилась она после проведенного в 2012 году Минобрнауки РФ мониторинга деятельности государственных вузов на предмет их эффективности. Анализ результатов мониторинга показал, что на сегодня отсутствуют научно обоснованные единые показатели и критерии оценки качества образования и эффективности для всех типов российских вузов. Исследование данных вопросов позволит построить эффективный механизм оценки, применимый для всех типов вузов. Тема определена автором статьи в продолжение исследований в реализации цели по созданию новой модели системы управления качеством образования ВУЗа в целом не взаимными имеющимся в вузах СМК, а в дополнение к ним [7, 8].

Мониторинг эффективности вузов, проведенный Минобрнауки РФ, показал неготовность многих вузов к новой системе оценивания эффективности, что вызвало неоднозначную оценку его результатов научной общественностью. Попытки ученых и практиков найти показатели и критерии, на которые следует ориентироваться при оценке эффективности вузов, не нашли своего разрешения [3]. До настоящего времени не разработано единого понимания в оценке «эффективности» либо «неэффективности» вузов, отсутствуют единые показатели и критерии оценки качества образования и эффективности для всех типов российских вузов, как не существует единой общепринятой систем оценки качества образования.

Как мы знаем, решения о неэффективности вузов и их филиалов принимались по результатам пяти показателей из 50 (Показатели мониторинга деятельности федеральных государственных высших учебных заведений и их филиалов <http://минобрнауки.рф/новости/2932>):

1. Образовательная деятельность (средний балл ЕГЭ студентов, принятых по результатам ЕГЭ на обучение по очной форме по программам подготовки бакалавров и специалистов за счет средств соответствующих бюджетов бюджетной системы Российской Федерации с оплатой стоимости затрат на обучение физическими и юридическими лицами);

2. Научно-исследовательская деятельность (объем НИОКР в расчете на одного научно-педагогического работника);

3. Международная деятельность (удельный вес численности иностранных студентов дальнего и ближнего зарубежья);

4. Финансово-экономическая деятельность (доходы вуза из всех источников в расчете на одного НПП);

5. Инфраструктура (общая площадь учебно-научных помещений в расчете на одного студента, имеющихся у вуза на праве собственности и закрепленных за вузом на праве оперативного управления).

Очевидно, что перечисленные показатели не достаточно полно отражают фактическую картину эффективности/неэффективности вузов, которые имеют свою специфику и сферу деятельности. Тем не менее, мониторинг показал, что проблема, которую ранее поставил президент РФ В.В. Путин, — определить критерий, по которому можно бы выстроить вузы с точки зрения эффективности [9], не решена. Не вызывает сомнения и сам факт продолжения мониторинговых исследований эффективности вузов. Рейтинг вузов позволит им адекватно оценить свое место среди других и мотивирует их на повышение своего рейтинга, а значит, и качества образования. Оценка эффективности вузов всецело лежит в логике развития качества высшего образования, его фундаментальности, которая всегда была свойственна отечественной системе образования [3].

Анализ работ показал различные точки зрения по исследуемой теме. С.В. Симак считает, что при оценке эффективности вузов необходимо оценивать результат работы вуза, качество знаний специалистов, которых он выпускает, их реальную востребованность [5:4]. А.М. Хромов предлагает измерять качество подготовки выпускников и систематизировать данные трудоустройства выпускников по специальности [9]. По мнению Л. Глебовой, эффективность вузов должна оцениваться в том числе по количеству трудоустроенных выпускников, кто пошел работать по специальности, а качество полученного образования должно подтверждаться карьерным ростом [2]. В.С. Аванесов полагает, что качество и эффективность надо рассматривать вместе и неразрывно, поскольку без учёта качества образования все выводы об эффективности/неэффективности становятся односторонними и ошибочными. При этом качество образования должно стать главным критерием эффективности вуза. По его мнению, проблема повышения эффективности вузов и филиалов существует, но решается она методами проведения научно обоснованного измерения качества образования и рейтинга [1]. Председатель Правительства РФ Д.А. Медведев на встрече

с участниками молодежного форума «Машук-2013» заявил, что вузы должны активно сотрудничать с будущими работодателями своих студентов, а если выпускники вуза не могут трудоустроиться — то такой вуз является неэффективным и должен быть закрыт [6]. В логике нашего исследования проанализируем обстоятельства, которые могут влиять и влияют на оценку качества образования и эффективность вузов, а также определим показатели и критерии их оценки.

Цель образовательной деятельности вуза — обеспечить выпускников качественным образованием — знаниями, умениями и практическими навыками, которые позволят им трудоустроиться по выбранной специальности, т. е. обеспечат им реальную востребованность на рынке труда. Значит, качество образования вуза зависит от трудоустройства его выпускников по специальности и количества трудоустроенных. Следует отметить, что образовательная программа по любой специальности предусматривает не узкую специализацию только по конкретной специальности, а обеспечивает знания, выходящие за специальность, поэтому необходимо учитывает не только трудоустроенных выпускников по специальности, но и трудоустроенных в пределах полученных знаний, выходящих за пределы специальности, поскольку это предусмотрено образовательной программой

Общеизвестно, что выпускники российских вузов, как правило, имеют разные уровни подготовки — качества образования (высокий — 5 балл, средний — 4 балл, низкий — 3 балл, (хотя градации оценок могут быть и иными), поэтому возможности трудоустроиться у них также будут разные. Отсюда следует, что качество образования вуза также будет иметь определенные уровни.

Вуз должен обеспечить высокое качество образования, т. е. обеспечить выпускникам знания, умения и практические навыки, которые реально позволят трудоустроиться всем выпускникам. Оценка по уровню трудоустройства выпускников, причем по специальности, применяется достаточно давно и, как правило, берется за 100 % трудоустройство выпускников вуза. Отталкиваясь от этого, нами предлагается ввести следующие показатели уровней качества образования вуза и критерии их оценки:

1. Высокий — 100 % трудоустройства выпускников
2. Очень хороший — 90 %.
3. Хороший — 80 %.
4. Средний — 70 %.
5. Ниже среднего — 60 %.

6. Низкий — 50 %.
7. Очень низкий — 40 %.
8. Плохой — 30 %.
9. Очень плохой — 20 %.
10. Нулевой — 10 %.

На наш взгляд, предложенная шкала оценки качества образования вуза проста, понятна и реально реализуема. Шкала может быть применена для любого типа вуза, поскольку не учитывает специфику вузов, а основывается на результате деятельности вуза, который является общим — обеспечить качество образования (знания, умения и практические навыки), которое позволит всем выпускникам реально после окончания вуза трудоустроиться.

Шкала определяет 10 уровней качества образования вуза от высокого до нулевого, поэтому вуз может быть эффективным либо неэффективным. Предлагается ввести следующие пороговые значения показателей уровня эффективности вуза и критерии их оценки:

Таблица 1.

**Пороговые значения показателей уровня эффективности вуза
и критерии их оценки**

№	Показатель уровня эффективности вуза	Критерий оценки эффективности вуза
1.	высокий	70—100 % трудоустройства выпускников
2.	средний	50—69 % трудоустройства выпускников
3.	низкий	Ниже 50 % трудоустройства выпускников

Предложенная шкала оценки эффективности вуза не претендует на абсолютную значимость, но она проста, понятна и ее можно применять для любого типа вузов. Предложенный порядок оценки позволяет составить рейтинг всех типов вузов, как по качеству образования, так и по эффективности путем мониторинга. Один из простых способов мониторинга трудоустройства — телефонный опрос выпускников с последующей проверкой и уточнением квалификационных требований занимаемой ими должности у работодателя для сравнения с квалификационными требованиями специальности выпускника и отнесения выпускников к трудоустроенным либо нет. Выпускник считается трудоустроенным, если он впервые в течении года устроился на работу по специальности либо в пределах специальности. Квалификационные характеристики выпускника определяются Государственным образовательным стандартам высшего профессионального образования по специальности,

на которой обучался выпускник. Например: выпускник по специальности 075500 — «Комплексное обеспечение информационной безопасности автоматизированных систем» — в соответствии с требованиями Квалификационного справочника должностей руководителей, специалистов и других служащих, утвержденного постановлением Минтруда России от 21.08.1998 № 37 выпускник может занимать непосредственно после окончания вуза следующие первичные должности: специалист по защите информации, инженер по защите информации, а также аналогичные по выполняемым обязанностям должности, специфические для отдельных должностей [5]. На практике имеются случаи, когда наименование должности не соответствует исполняемым обязанностям. Например: должность «техник», а обязанности специалиста по защите информации. Поэтому в первую очередь сравнению подлежат должностные обязанности выпускника, а затем наименование занимаемой им должности.

Именно показатель трудоустройства послужит локомотивом роста качества образования российских вузов, поскольку вузы будут нацелены не просто на выпуск по принципу «выпустил и забыл», а на результат — выпуск востребованных специалистов, что особенно важно в условиях высокой степени конкуренции среди молодых специалистов на рынке труда.

Научная новизна результатов исследования заключается в том, что нами впервые предложена единая достаточно удобная шкала оценки рейтинга всех типов вузов по качеству образования и эффективности.

Практическая значимость результатов исследования, заключается в проведении оценки рейтинга вузов по качеству образования и эффективности на всей территории России по единым показателям и критериям, понятным вузам, государству и частным мониторинговым организациям, что обеспечит конкурентоспособную среду в оценке деятельности вузов и общественный контроль за качеством образования как в России, так и за рубежом, обеспечив реальный уровень образования в России и положительный имидж вузов не только на российском, но и международных рынках образовательных услуг и труда.

Качество образования обучающегося зависит от трех факторов: внешнего — предоставления качественного образования и внутренних — отношения к обучению обучающегося (самообразование) и его мотивации на обучение со стороны вуза. Отсюда можно сделать вывод, что показатели, которые были использованы Минобрнауки РФ для мониторинга эффективности вузов, можно отнести к показателям

обеспечения качества образования — образовательного процесса и его элементов, а не результата. Значит, они были использованы не по назначению, поэтому поставленные цели достигнуты не были, а результаты и показатели оценки подверглись непринятию и критике научной общественности.

Действующие сегодня в вузах SMK недостаточно влияют на качество образования, поэтому устранить их недостатки и обеспечить единые правила оценки качества образования и результатов деятельности вузов на всей территории России позволит новая система управления качеством образования исходя из общих для всех типов вузов факторов, показателей обеспечения качества образования и критериев их оценки, которые составят её основу. При внедрении новой системы во все вузы России её данные позволят не только самим вузам, но государству и общественности оценивать качество их образования и результаты деятельности на всей территории России по единым правилам, а разработка аналитической системы анализа данных новой системы (2-й этап исследований) с использованием предложенной шкалы оценки позволит в реальном времени определять качество образования, эффективность и рейтинг всех вузов России в реальном времени.

В работе предложены показатели и критерии оценки рейтинга вуза по качеству образования и эффективности вуза. Они выделены в виду обострения данной проблемы. Другие показатели и критерии оценки деятельности и качества образования вуза в целом требуют дополнительных научных исследований, результаты которых будут опубликованы в следующих работах.

Предложенные показатели и критерии оценки рейтинга вузов по качеству образования и эффективности являются элементами новой системы управления качеством образования вуза, которая находится в стадии разработки [7, 8]. Однако они могут быть применены на практике на текущий момент, поскольку большинство российских вузов имеют системы менеджмента качества и проводят оценку качества образования по международным стандартам ИСО, а значит, находятся в равных условиях по обеспечению качества образования при том, что для оценки рейтинга российских вузов достаточно данных мониторинга о трудоустройстве их выпускников. Определение качества образования и эффективности стимулирует вузы на повышение своего рейтинга (имиджа) в глазах потребителей их услуг, что повлечет за собой повышение качества образования в целом на всей территории России.

Список литературы:

1. Вадим Аванесов: Неэффективность российских вузов: реальная и мнимая // Интернет-ресурс: [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://viperson.ru/wind.php?ID=657524> (дата обращения 6.07.2013).
2. Глебова Л.Н.: Качество выпускников вузов надо оценивать по их карьере // Интернет-ресурс: [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://ria.ru/society/20130221/924022455.html#ixzz2UbMPG5Jh> (дата обращения 21.02.2013).
3. Ивойлова И. Виктор Садовничий: Реорганизация филиалов — правильная тенденция // Интернет-ресурс: [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://www.rg.ru/2012/11/20/vuzi.html> (дата обращения 10.07.2013).
4. Интернет-ресурс: [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://ria.ru/society/20121107/909974186.html> (дата обращения 6.07.2013).
5. Интернет ресурс: [Электронный ресурс] – Режим доступа. — URL: <http://rudocs.exdat.com/docs/index-425055.html> (дата обращения 6.07.2013).
6. Медведев: Нужно закрывать вузы, выпускники которых не могут трудоустроиться // Интернет-ресурс: [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://www.baltinfo.ru/2013/08/19/> (дата обращения 6.07.2013).
7. Сироткин Г.В. Недостатки современных систем менеджмента качества и возможный способ их устранения / Г.В. Сироткин // «Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии». — 2013. — № 1 (21) — С. 145—150.
8. Сироткин Г.В. Системный анализ факторов качества образования в вузе / Г.В. Сироткин // «Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии». — 2013. — № 2 (22) — С. 109—118.
9. «Эффективное образование» в «неэффективных вузах» // Интернет-ресурс: [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://www.solovei.info/russia/18-customer/4960-effektivnoe-obrazovanie-v-neeffektivnykh-vuzakh.html> (дата обращения 6.07.2013).

СЕКЦИЯ 3.

МАШИНОСТРОЕНИЕ И МАШИНОВЕДЕНИЕ

К ВОПРОСУ О СТРУКТУРЕ УСТОЙЧИВЫХ И НЕУСТОЙЧИВЫХ РЕШЕНИЙ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНО-РАЗНОСТНОГО УРАВНЕНИЯ

Красильников Александр Яковлевич

*д-р техн. наук, профессор, ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина»,
Екатеринбург*

E-mail: Krasilnikov1951@yandex.ru

Кравченко Константин Юрьевич

*аспирант, ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина»,
Екатеринбург*

E-mail: laPosteGenerale@gmail.com

ON THE STRUCTURE OF STABILITY AND INSTABILITY SOLUTIONS OF DELEY-DIFFERENTIAL EQUATION

Alexsandr Krasilnikov

*doctor of engineering science, professor, Ural Federal University
named after the first President of Russia B.N. Yeltsin,
Ekaterinburg*

Konstantin Kravchenko

*postgraduate, Ural Federal University named after the first President
of Russia B.N. Yeltsin,
Ekaterinburg*

АННОТАЦИЯ

Рассматривается математическая модель с одной степенью свободы, описывающая процесс резания материала, и соответствующее скалярное дифференциально-разностное уравнение второго порядка. Решается задача о построении границы устойчивости исходного уравнения. Исследуется поведение решений уравнения на границе устойчивости. Сделаны замечания о поведении решений дифференциально-разностного уравнения вблизи границы устойчивости.

ABSTRACT

Single degree of freedom model of cutting process and corresponding second-order delay differential equation of the system are under consideration. Stability analysis of presented model is suggested. In present paper behavior of the solution of considered delay differential equation at stability border is investigated. Some remarks and explanation are involved as well.

Ключевые слова: устойчивость; дифференциальные уравнения; механические колебания.

Keywords: stability; delay-differential; chatter.

Процесс механической обработки можно представить в виде одномерной модели, описываемой дифференциально-разностным уравнением (1).

$$\frac{d^2 q(\vartheta)}{d\vartheta^2} + a \frac{dq(\vartheta)}{d\vartheta} + q(\vartheta) = k(q(\vartheta - \theta) - q(\vartheta)) \quad (1)$$

где: θ , k , a — положительные постоянные константы

Поставим задачу определить границу устойчивости уравнения (1) на плоскости параметров θ и k при фиксированном значении параметра a . Для этого исследуем нулевое состояние равновесия на устойчивость. Определим решение рассматриваемого уравнения как $q(\vartheta) = Q \exp[i(\omega\vartheta - \psi_\vartheta)]$. Тогда $q(\vartheta - \theta) = q(\vartheta) \exp[-i(\omega\theta - \varepsilon_\psi)]$ согласно [2, с. 68]. Произведя такую замену, преобразуем уравнение (1) к виду

$$1 - \omega^2 + ia\omega = k(e^{-i\theta} - 1) \quad (2)$$

где: $\theta = \omega \mathfrak{G} - \varepsilon_{\Psi}$; ε_{Ψ} — сдвиг между фазой $\Psi_{\mathfrak{G}}$ функции без запаздывания и фазой функции запаздывания;

ω — относительная частота вибро смещений;

i — мнимая единица.

Результатом решения уравнения (2) относительно ω является

$$\omega_{\pm}^2 = \omega_0^2 \pm \sqrt{\omega_0^4 - 2k - 1} \quad (3)$$

где $\omega_0 = \sqrt{k + 1 - a^2/2}$.

Уравнение (3) и условие положительности параметров k и a приводит к набору ограничений на параметры k и a , которое гарантирует дальнейшую структуру области неустойчивости.

$$(a, k) \in \left\{ (a, k) \mid a \in (0, \sqrt{2}), k \in \left(\frac{a^2}{2} + a, +\infty \right) \right\} \quad (4)$$

Как показано в [1, с. 23—27] и [2, с. 67—73], исходное уравнение (1) может иметь на мнимой оси только корни $\pm i\omega_{+}$ и $\pm i\omega_{-}$, исходя из критерия устойчивости Найквиста, при $\theta = 2\pi L$, где $L = 0, 1, 2, \dots$. В то же время значение фазового сдвига определяется

как $\varepsilon_{\Psi}^{\pm} = 2\pi - 2\arctg\left(\frac{1 - \omega_{\pm}^2}{a\omega_{\pm}}\right)$ [2, с. 72]. Исходя из

вышеизложенного, получим

$$\mathfrak{G}_{\pm}(k) = \frac{1}{\omega_{\pm}(k)} \left(2\pi - 2\arctg\left(\frac{1 - \omega_{\pm}^2(k)}{a\omega_{\pm}(k)}\right) + 2\pi L \right), L \in N \quad (5)$$

Очевидно, что граница устойчивости на плоскости параметров \mathfrak{G} и k состоит из счетного числа подобных элементов (L — натуральное число). Каждый элемент границы будет складываться из двух несимметричных половин — $\mathfrak{G}_{+}(k)$ и $\mathfrak{G}_{-}(k)$. Кривые $\mathfrak{G}_{+}(k)$ и $\mathfrak{G}_{-}(k)$ сближается, только если $\mathfrak{G}_{-}(k) - \mathfrak{G}_{+}(k) \rightarrow 0$,

что возможно только в случае, когда $k \rightarrow k_0$, где $k_0 = a^2/2 + a$. На рис. 1 приведена граница устойчивости для значения параметра $a=0,0512$ при $L = 0,1,2,3,4,5,6,7,8,9$.

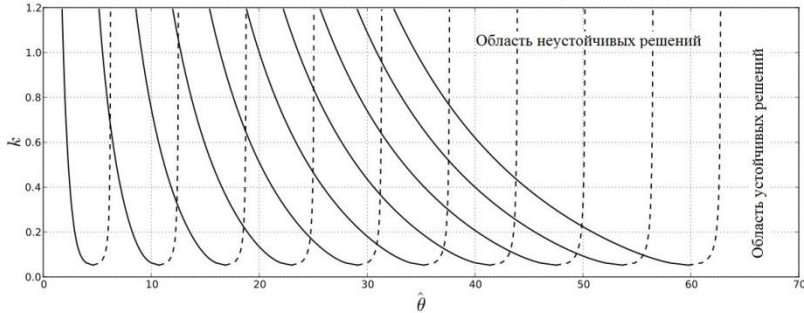


Рисунок 1. Граница устойчивости уравнения (1) для $a = 0,0512$ (сплошной линией показаны значения $\Theta_+(k)$, пунктирной — $\Theta_-(k)$)

Сделаем ряд замечаний к приведенным уравнениям и построенной границе устойчивости. Во-первых, параметры a и k являются безразмерными. Безразмерной величиной, следовательно, также является и относительная частота колебаний ω_{\pm} . Во-вторых, ограничения (4) носят условный характер. Эти ограничение определяют существование вещественных корней на полуоси $\omega > 0$. Как показано, на этой полуоси ω имеет всего два корня ω_+ и ω_- . Значение параметра $k=k_0$ задает предел, ниже которого расположена зона устойчивых решений и нет участков неустойчивых решений. Выше предела $k=k_0$ появляются зоны неустойчивости.

Перейдем к численному моделированию уравнения (1) при заданном постоянном значении $a = 0,0512$. Для численного решения дифференциально-разностного уравнения применим модифицированный метод Рунге-Кутты четвертого порядка [3, с. 54].

На рис. 2 приведены точки параметров Θ и k для проведения численного моделирования.

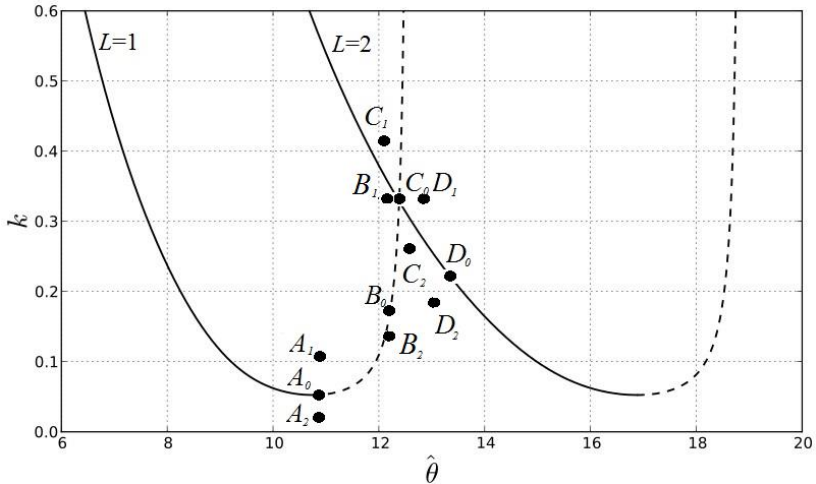


Рисунок 2. Параметры для численного моделирования \mathfrak{G} и k
**Набор точек соответствует следующим парам $A_i(\mathfrak{G}_i; k_i)$: $A_0(10,75;$
 $0,0525)$, $A_1(10,75; 0,1150)$, $A_2(10,75; 0,0150)$, $B_0(12,227; 0,1780)$,
 $B_1(12,227; 0,3285)$, $B_2(12,227; 0,1450)$, $C_0(12,385; 0,3285)$, $C_1(12,029;$
 $0,4138)$, $C_2(12,548; 0,2627)$, $D_0(13,349; 0,2216)$, $D_1(12,700; 0,3285)$,
 $D_2(12,835; 0,1830)$**

Ниже представлены результаты численного моделирования зависимостей $q(\vartheta) - \vartheta$, $dq(\vartheta)/d\vartheta - \vartheta$, а также фазовые соответствующие портреты.

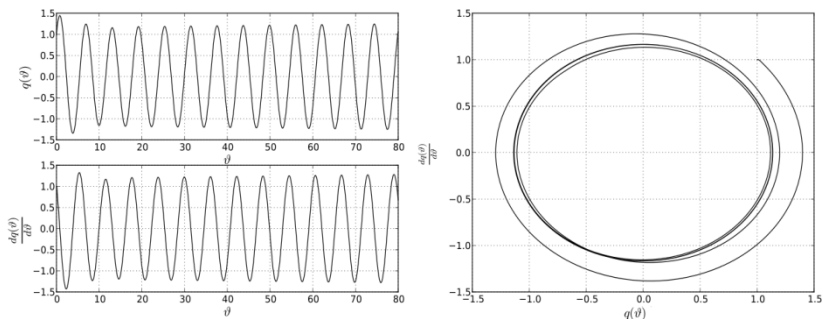


Рисунок 3. Поведение системы в точке A_0

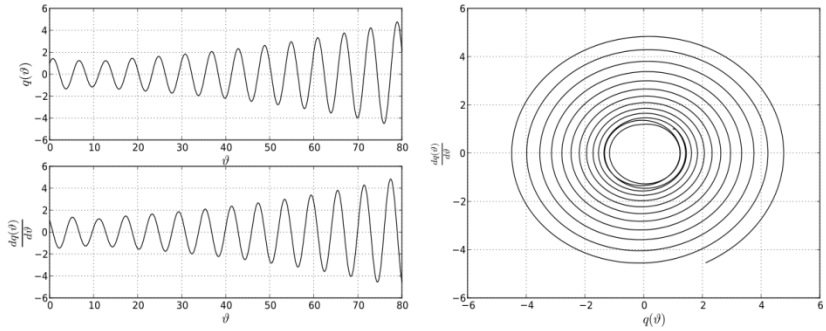


Рисунок 4. Поведение системы в точке A_1

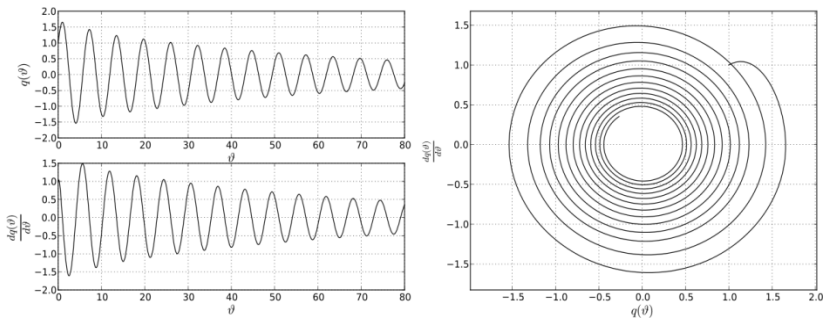


Рисунок 5. Поведение системы в точке A_2

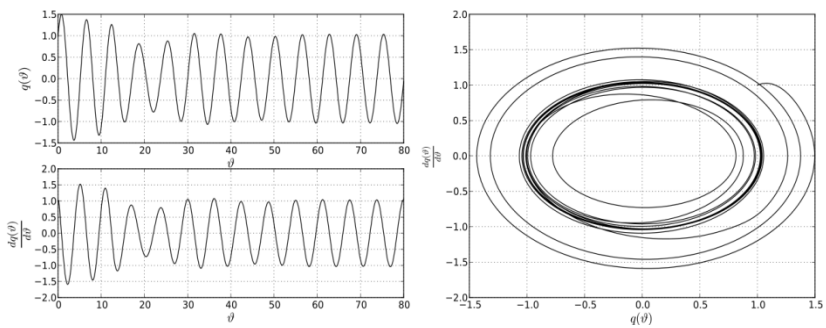


Рисунок 6. Поведение системы в точке B_0

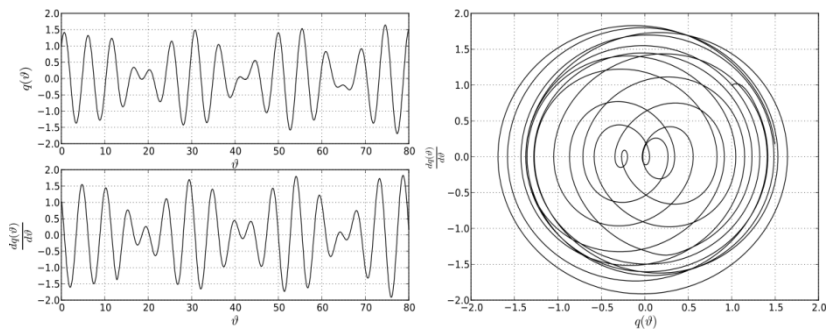


Рисунок 7. Поведение системы в точке B_1

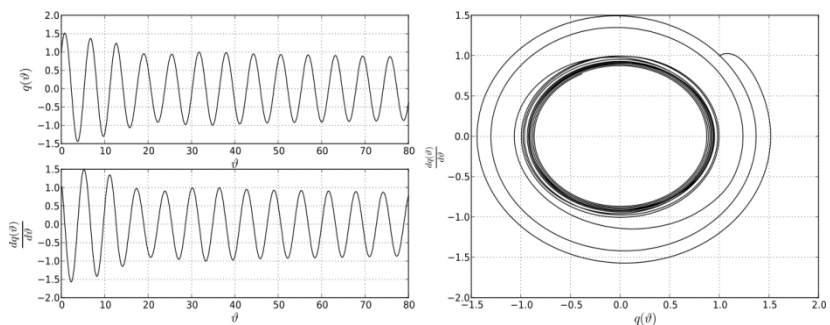


Рисунок 8. Поведение системы в точке B_2

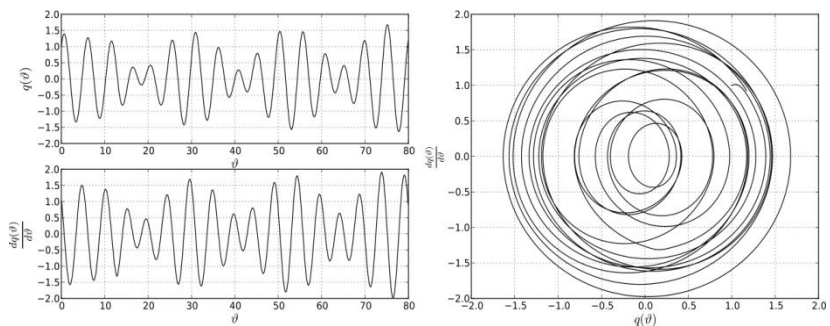


Рисунок 9. Поведение системы в точке C_0

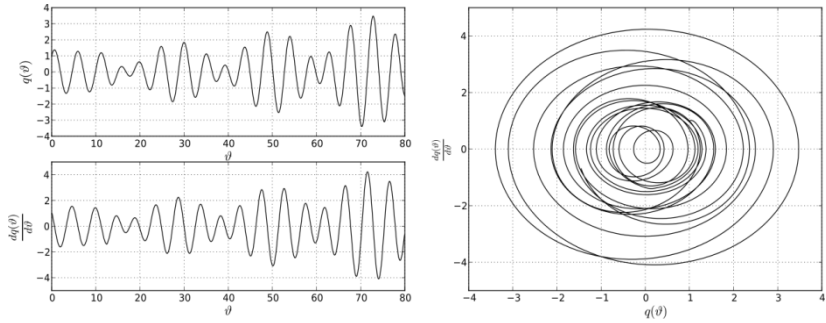


Рисунок 10. Поведение системы в точке C_1

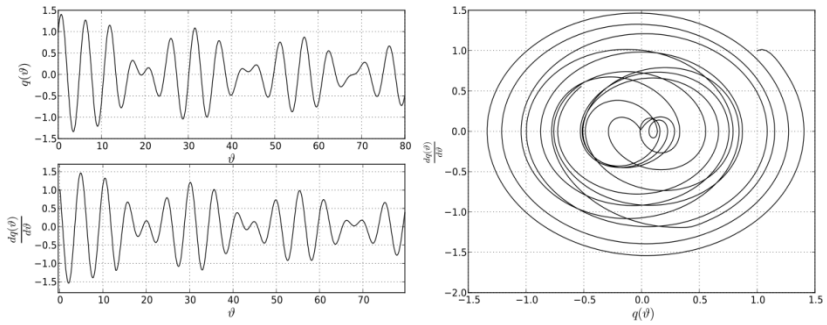


Рисунок 11. Поведение системы в точке C_2

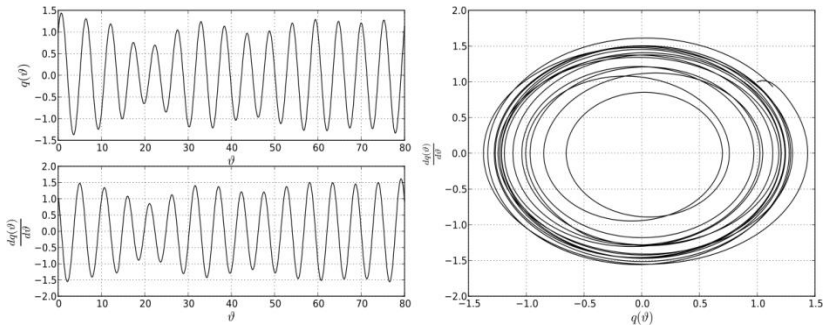


Рисунок 12. Поведение системы в точке D_0

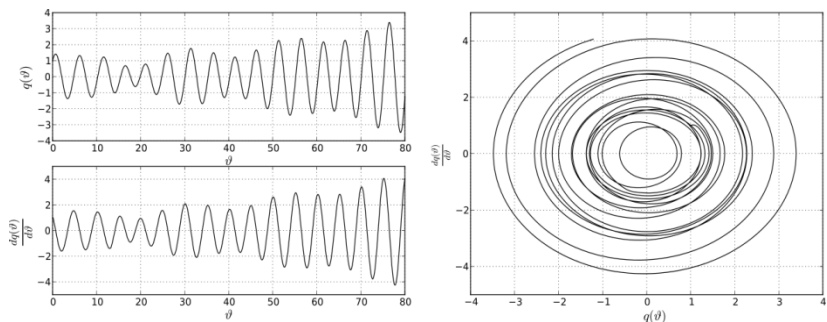


Рисунок 13. Поведение системе в точке D_1

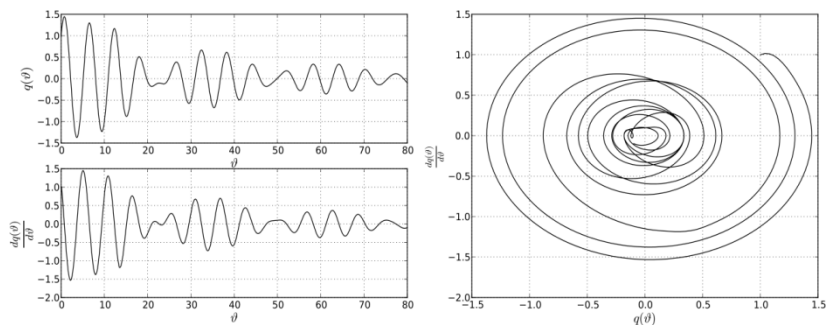


Рисунок 14. Поведение системе в точке D_2

Сделаем выводы. Поведение решений дифференциально-разностного уравнения (1) на границе устойчивости характеризуется существованием предельных устойчивых циклов. Однако предельные циклы не подобны между собой. Описанная структура устойчивых и неустойчивых решений уравнения (1) при различных парах параметров \mathfrak{G} и k указывает на существование некоторой «области притяжения» точки пересечения C_0 , в которой появляются и существуют биения. В общем случае, биения возникают в результате наложения двух периодических колебаний близких по частоте в системе двух осцилляторов. В системе с одной степенью свободы роль второго осциллятора играет функция запаздывания, которая, как указано выше, отстает по фазе от основной функции на величину ε_Ψ . Заметим, что при значениях $a \rightarrow 0$ $\varepsilon_\Psi \rightarrow 3\pi/2$.

Список литературы:

1. Красильников А.Я., Кравченко К.Ю. Аналитические методы исследования устойчивости систем с запаздыванием, описывающие процесс фрезерования // Справочник. Инженерный журнал с приложением. — 2013. — № 9 — С. 23—31.
2. Красильников А.Я., Кравченко К.Ю. Исследование устойчивости систем с запаздыванием, описывающих процесс фрезерования, в случае с одной степенью свободы // Вестник машиностроения. — 2013. — № 9 — С. 67—75.
3. Красильников А.Я., Кравченко К.Ю. Модифицированный метод Рунге-Кутты для решения дифференциальных уравнений с отклоняющимся аргументом // Перспективы развития информационных технологий: сборник материалов XIII Международной научно-практической конференции (Новосибирск, 24 июня 2013 г.). Новосибирск, 2013. — С. 53—57.

ВНЕДРЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОТОТИПИРОВАНИЯ НА БАЗЕ НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ЛАБОРАТОРИИ УНИВЕРСИТЕТА

Мухамадеева Рауля Минабулатовна

*канд. техн. наук, и.о. доцента кафедры стандартизации
и машиностроения Инновационного Евразийского университета,
г. Павлодар*

E-mail: raulia@list.ru

Логвиненко Павел Александрович

*ст. преподаватель кафедры стандартизации и машиностроения
Инновационного Евразийского университета,
г. Павлодар*

PROTOTYPING TECHNOLOGY ADOPTION AT THE PREMISES OF RESEARCH AND DEVELOPMENT LABORATORY OF UNIVERSITY

Railya Muhamadeeva

*candidate of Science, acting associate professor of Standardization
and Machine Engineering Department, Innovative University of Eurasia,
Pavlodar*

Pavel Logvinenko

*head teacher of Standardization and Machine Engineering
Department, Innovative University of Eurasia,
Pavlodar*

АННОТАЦИЯ

Рассмотрены преимущества использования технологии прототипирования в условиях Инновационного Евразийского университета

ABSTRACT

There are considered advantages of prototyping technology use at the premises of Innovative University of Eurasia.

Ключевые слова: технология прототипирования; ускоренная подготовка производства.

Keywords: prototyping technology; accelerated preparation of production.

В настоящий момент внедрение новых технологий является актуальной проблемой любого предприятия и организации. Ежедневно любому человеку, живущему в социуме, приходится сталкиваться с инновационными технологиями. При этом то, что еще накануне было на передовых позициях инноваций, сегодня уже может стать «вчерашним днем». Рынок диктует правила развития производства. Для повышения конкурентоспособности и для завоевания ведущих позиций на рынке требуется высокая скорость реагирования [3, с. 15].

Модернизация сферы образования направлена на активное участие работодателей в подготовке кадров для своего региона. В системе оценки качества подготовки специалистов в обязательном порядке предусматривается участие представителей производственных предприятий: государственная аттестационная комиссия возглавляется

председателем из числа работодателей; при составлении каталогов элективных дисциплин учитывается практическая ценность и востребованность, при проведении ярмарок выпускников, в составе внешних экспертов привлекаются опытные кадровики.

Помимо подготовки конкурентоспособных и востребованных специалистов, региональные университеты должны заниматься научными разработками и быть инициаторами введения инновационных технологий на производственных предприятиях. Научно-исследовательский сектор высшего учебного заведения должен иметь и развивать прикладные и научно-исследовательские подразделения.

Указом Президента Республики Казахстан от 4 июня 2013 года № 579 утверждена Концепция инновационного развития Республики Казахстан до 2020 года, в которой отмечается, что имеется недостаточное понимание составляющих инноваций и того, как развивать инновации в университетах. В документе выделено, что система образования не готова к вызовам ускоренной индустриализации и выполнению задач по развитию высокотехнологических секторов экономики. Исследования продолжают держаться на старом кадровом потенциале, созданном в прошлую эпоху.... [2, с. 2]

В будущем предусматривается введение рейтинговой системы оценки инновационности высших учебных заведений. Расчет рейтинга будет основываться на сравнении отношения доходов, полученных от предоставления образовательных услуг, к доходам от продажи и внедрения научных разработок.

Павлодарская область является многоотраслевым индустриальным комплексом. Промышленный потенциал региона определяют крупные экспортоориентированные промышленные компании, в целом, на долю области приходится около 7 % промышленного производства Республики. Для успешного развития экономики региона требуется большое количество специалистов в области техники и технологии [5].

В настоящий момент в систему профессионального образования по поручению Главы государства внедряется дуальная система обучения (учебный процесс плюс производственные навыки). При этом спектр специальностей с дуальной системой обучения, в первую очередь, охватывает машиностроение, инженерное дело, строительство и другие технические направления. Если предприятия не могут предоставить производственные площадки и современное оборудование, то образовательные учреждения стремятся оснащать и модернизировать собственные мастерские и лаборатории.

Инновационный Евразийский университет — многопрофильный вуз и за годы своего развития вырос в достаточно крупное учебное заведение с высококвалифицированным профессорско-преподавательским составом и мощной материально-технической базой. Для реализации миссии вуза по подготовке конкурентоспособных специалистов в области техники и технологии на базе ИнЕУ имеются все возможности для создания научно-производственной лаборатории коллективного пользования.

В качестве направлений деятельности научно-производственной лаборатории можно определить:

- Проведение научно-исследовательских работ;
- Демонстрация современных технологий при проведении учебных занятий;
- Привлечение молодых преподавателей, магистрантов и студентов к научной работе и производственной деятельности лаборатории;
- Выполнение опытно-конструкторских разработок;
- Проведение научных и обучающих семинаров;
- Повышение квалификации;
- Изготовление опытных образцов новых изделий;
- Регистрация интеллектуальной собственности.

В перечне современного оборудования материально-технической базы ИнЕУ имеется принтер трехмерной печати, работающий по технологии прототипирования.



Рисунок 1. Технология быстрого прототипирования (Rapid Prototyping)

Технология получения прототипов на специальных машинах прототипирования или 3D принтерах — это способ быстрого и точного получения новых деталей и изделий. По созданной или отсканированной трехмерной CAD-модели послойно выращивается модель (прототип).

Технология Rapid Prototyping (RP) известна и давно широко распространена и в Европе, и в США, и в Японии. Машины прототипирования уже выпускаются китайскими производителями и широко рекламируются в социальных сетях.

Выделяют наиболее распространенные на сегодняшний день технологии трехмерного моделирования:

- PolyJet — послойное распыление светочувствительного материала (фотополимера) с последующим отверждением каждого слоя с помощью освещения ультрафиолетовой лампой;
- MIT — послойное склеивание частиц порошкообразных материалов;
- 3DP — послойное склеивание композитного порошка на основе гипса связующим веществом;
- FDM — послойное выдавливание расплавленной пластиковой лески;
- MJM — послойное распыление капель нагретого воска;
- SLA — отверждение фотополимерной смолы ультрафиолетовой лампой или лазером.

Есть возможность ускорить не само производство, а сократить период подготовки новых изделий. Как известно, период конструкторско-технологической подготовки производства занимает более 70 % времени. Новые или модернизированные изделия необходимо презентовать, одобрить, затем изготовить новую оснастку, апробировать опытный образец и только после положительных результатов начать производство. Ускорение подготовки производства новых изделий возможно с внедрением технологии прототипирования.

Преимущества технологии прототипирования:

- визуализация при конструировании;
- определение ошибок на начальных этапах подготовки производства, что позволяет избежать дорогостоящих переделок;
- уменьшение сроков подготовки производства;
- выпуск и презентация опытных образцов изделий, без изготовления дорогостоящей оснастки;
- эффективный маркетинг;
- максимальное снижение себестоимости для мелких серий;
- отсутствие дополнительных инструментов для обработки;

- довольно высокий коэффициент использования материалов;
- широкий спектр применения (автомобилестроение, изготовление товаров народного потребления, протезирование в медицине, создание учебных макетов, сувенирная продукция и т. п.).

Возможности, которые дает 3D печать:

- оказание услуг не только крупным, но и средним и мелким предпринимателям региона;
- распространение знаний и информации о возможностях информационных технологий, CAD/CAM систем и прочего.

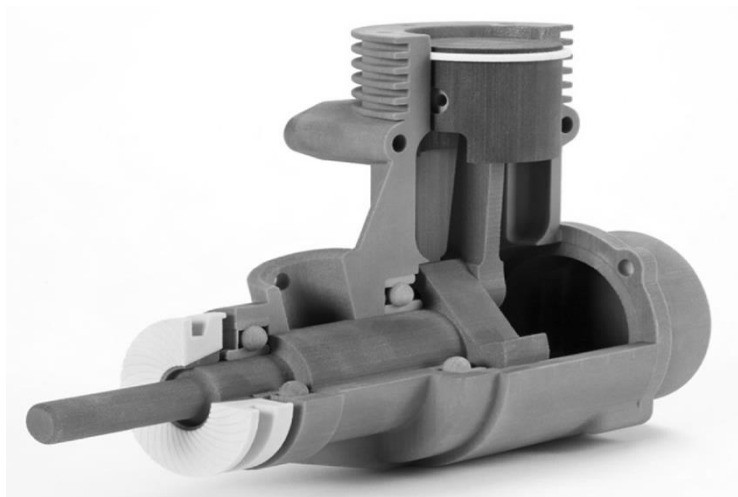


Рисунок 2. Учебная модель по дисциплине «Основы конструирования и детали машин», созданная на 3D-принтере

Необходимо обратить внимание на программное обеспечение 3D принтеров. Этот вопрос может стать проблемным для регионов. Связанно это с общей образовательной и подготовкой по информационным технологиям. Обучение в школах, в колледжах и профессионально-технических лицеях предполагает использование лицензированного программного обеспечения в рамках стандартных пакетов программ. Для внедрения технологии прототипирования необходимо владеть технологическими знаниями и навыками начального черчения и трехмерного моделирования. Пробелы в этом направлении могут быть компенсированы занятиями в научно-практической лаборатории вуза.

Кроме того, анализ современного состояния экономики говорит о том, что малое и среднее предпринимательство вносит немалый вклад в региональное развитие. При этом, представители малого и среднего бизнеса, как правило, не принимают участия в формировании компетенций выпускников вузов. У мелких предприятий нет достаточно масштабных материально-технических ресурсов, но они мобильнее и быстрее могут откликаться на внедрение инноваций. С помощью RP-технологий возможно получение довольно прочных образцов, что является идеальным и для предприятий, выпускающих малосерийную продукцию. Наличие современного оборудования на базе ИнЕУ дает возможность сотрудничества вуза с малым бизнесом.

Все, что уже делается в направлении слияния науки и производства является правильным, и может пока нет крупных экономических эффектов от сотрудничества, четких реальных результатов, но самое главное, есть понимание необходимости. В прошлом году Правительством Республики Казахстан были выбраны восемь приоритетных направлений предоставления инновационных грантов, среди них одно из направлений сформулировано как — прогрессивные технологии машиностроения, включая использование новых материалов. Это означает, что внедрение технологии прототипирования имеет возможность и в дальнейшем найти государственную поддержку.

Список литературы:

1. Концепция инновационного развития Республики Казахстан до 2020 года, Астана, 2013 год, [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://www.edu.kz>; (дата обращения 24.09.2013).
2. Мухамадеева Р.М. «Трансферт технологии прототипирования в Казахстане», Германия, European Applied Sciences, — № 5, — 2013, — с. 15—17.
3. Официальный сайт Агентства Республики Казахстан по статистике, [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://www.stat.kz>; (дата обращения 24.09.2013).
4. Справочный портал [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://kps.kz> (дата обращения 24.09.2013).
5. Тілеуберген Д.М. «Интеграция науки, образования и производства: мировой опыт и перспективы его использования в Казахстане», Официальный сайт КазНТУ им. К.И. Сатпаева, [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://www.kazntu.kz> (дата обращения 2.05.2013).

ДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ УПРАВЛЯЕМЫХ ДЕБАЛАНСНЫХ ВИБРОВОЗБУДИТЕЛЕЙ

Черевко Александр Николаевич

*канд. техн. наук, зав. кафедрой теоретической механики,
доцент Полтавского национального технического университета,
г. Полтава*

E-mail: alexandr-cherevko@mail.ru

DYNAMIC CHARACTERISTICS OF CONTROLLED DEBALANCE VIBRATION EXCITERS

Alexandr Cherevko

*candidate of Science, Head of Theoretical Mechanics department,
assistant professor of Poltava National Technical University,
Poltava*

АННОТАЦИЯ

Управляемые дебалансные вибровозбудители — основа технологических машин будущего. Генератор колебаний позволяет получать разнообразные нестационарные вибрационные поля переменной структуры. Для оценки возможностей управляемого вибровозбудителя используется теория приведения системы сил к заданному центру. В результате проведенных исследований были построены графики зависимостей динамических характеристик силового поля от угла поворота подвижного дебаланса.

ABSTRACT

Controlled unbalance vibration exciters - the basis of machinery technology of the future. The oscillator produces a variety of non-stationary vibrational fields of variable structure. To assess the opportunities managed exciter theory is used to bring the system of forces to a given center. The studies were plotted dynamic characteristics of power-th field of the angle of rotation of the movable eccentric weight.

Ключевые слова: дебаланс; вибровозбудитель, силовое поле.

Keywords: eccentric weight, vibration exciter, the force field.

В качестве привода вибрационной машины может использоваться управляемый вибровозбудитель с тремя дебалансами [1—2]. В начальный момент времени, который совпадает с моментом пуска машины, он представляет собой динамически уравновешенную систему. Дальнейшая работа машины связана с перемещением подвижных дебалансов вдоль дебалансного вала по направлению винтовых канавок.

Рассмотрим несколько возможных случаев:

1. направление поворота подвижных дебалансов совпадают (против часовой стрелки, если смотреть навстречу оси X) (рис. 1а);

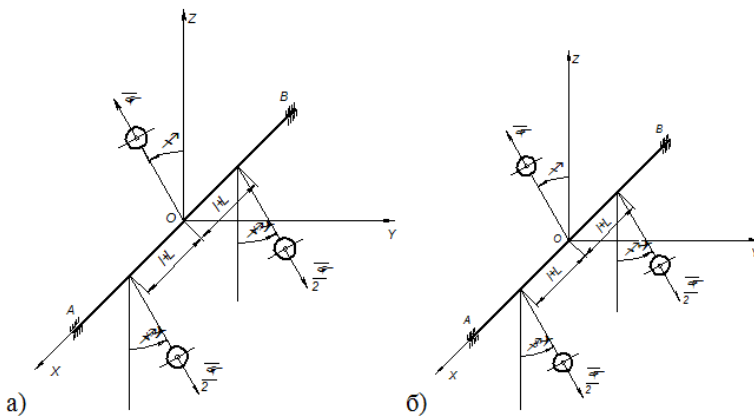


Рисунок 1. Схема управляемого трехдебалансного вибровозбудителя: а) направление поворота подвижных дебалансов совпадают; б) направление поворота подвижных дебалансов противоположны

Для определения возможностей вибровозбудителя приведем систему сил инерции к простейшему виду.

Определим главный вектор сил инерции \vec{F}_O :

$$\vec{F}_O = F_x \vec{i} + F_y \vec{j} + F_z \vec{k} .$$

Проекции главного вектора на оси координат определяются по следующим формулам:

$$F_x = \sum F_{ix}; \quad F_y = \sum F_{iy}; \quad F_z = \sum F_{iz}$$

$$\sum F_{ix} = 0; \quad \sum F_{iy} = 2\Phi_1 \sin \frac{\theta}{2} \cos \left(\varphi + \frac{\theta}{2} \right);$$

$$\sum F_{iz} = 2\Phi_1 \sin \frac{\theta}{2} \sin \left(\varphi + \frac{\theta}{2} \right); \quad (\text{рис. 2}).$$

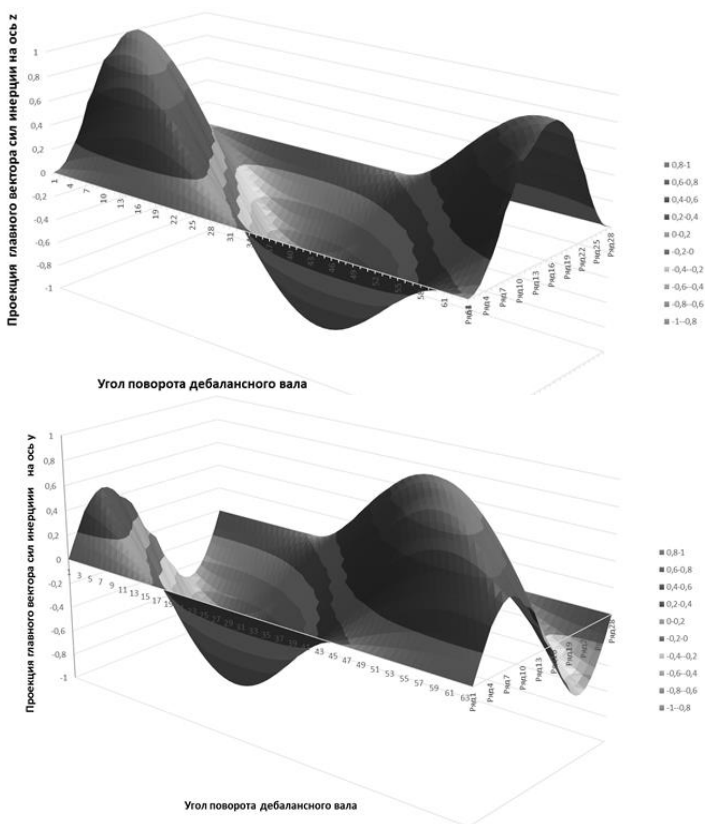


Рисунок 2. Изменение проекций главного вектора сил инерции на оси координат

$$F_O = \sqrt{(\sum F_{ix})^2 + (\sum F_{iy})^2 + (\sum F_{iz})^2} \cdot F_O = 2\Phi_1 \sin \frac{\theta}{2}; \text{ (рис. 3а).}$$

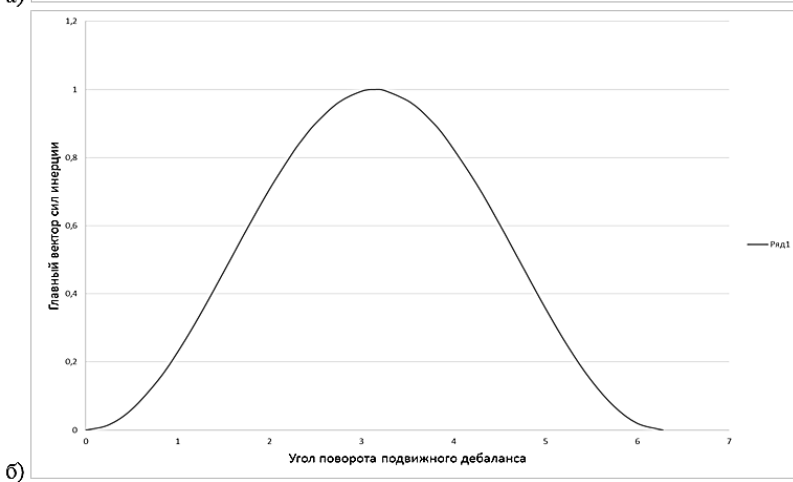
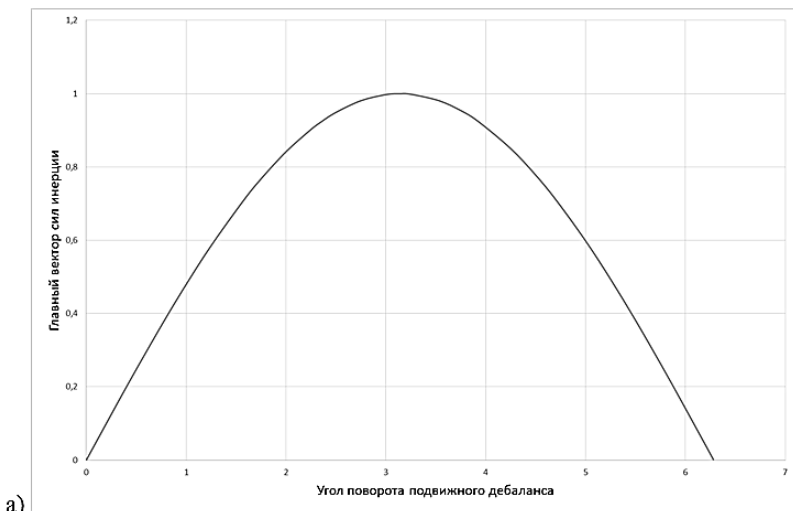


Рисунок 3. Изменение главного вектора сил инерции:
а) направление поворота подвижных дебалансов совпадают;
б) направление поворота подвижных дебалансов противоположны

Определим главный момент сил инерции \bar{M}_O .

$$\bar{M}_O = M_x \bar{i} + M_y \bar{j} + M_z \bar{k};$$

где: $M_x = \sum M_{ix}; M_y = \sum M_{iy}; M_z = \sum M_{iz}$.

$$\sum M_{ix} = 0; \quad \sum M_{iy} = 0; \quad \sum M_{iz} = 0; \quad \bar{M}_O = 0.$$

Таким образом, система сил приводится к равнодействующей в центре приведения O , $R = 2\Phi_1 \sin \frac{\theta}{2}$.

Определим направляющие косинусы равнодействующей:

$$\cos(\bar{R}, \bar{i}) = \frac{F_x}{F_O} = 0; \quad \cos(\bar{R}, \bar{j}) = \cos\left(\varphi + \frac{\theta}{2}\right);$$

$$\cos(\bar{R}, \bar{i}) = \sin\left(\varphi + \frac{\theta}{2}\right).$$

2. направление поворота подвижных дебалансов противоположны (рис. 1б);

Приведем систему сил к центру O .

Главный вектор системы сил \bar{F}_O имеет следующие проекции на оси координат:

$$F_x = \sum F_{ix}; \quad F_y = \sum F_{iy}; \quad F_z = \sum F_{iz}$$

$$\sum F_{ix} = 0; \quad \sum F_{iy} = -2\Phi_1 \sin \varphi \sin^2 \frac{\theta}{2}; \quad \sum F_{iz} = 2\Phi_1 \cos \varphi \sin^2 \frac{\theta}{2};$$

(рис.4).

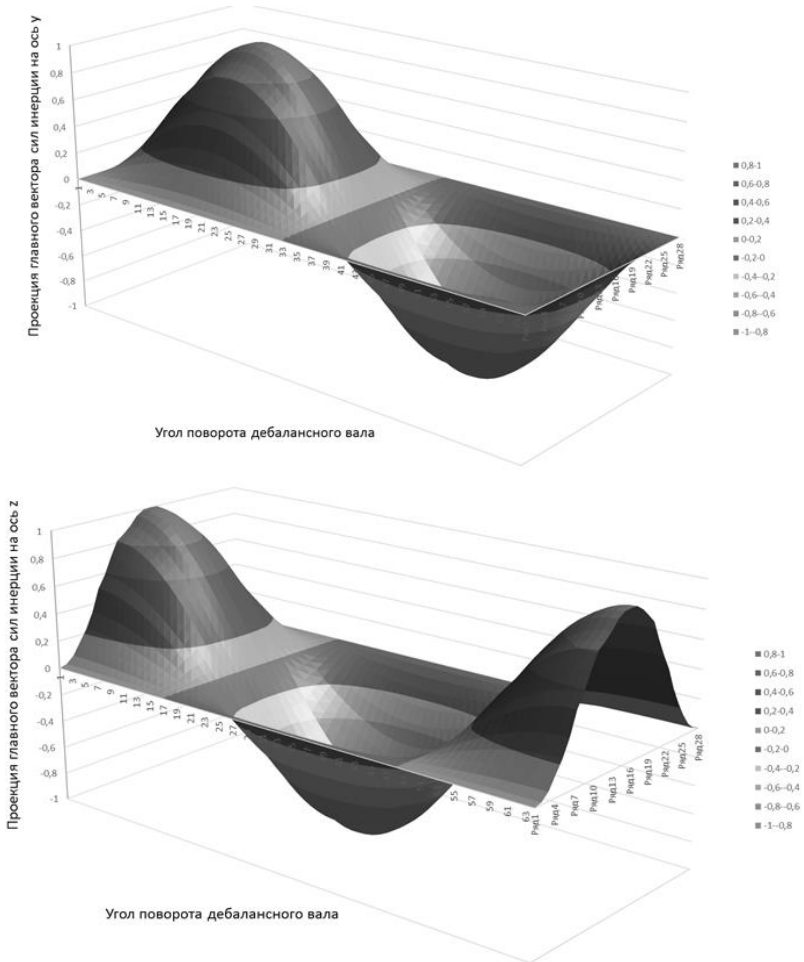


Рисунок 4. Изменение проекций главного вектора сил инерции на оси координат

$$F_o = \sqrt{\left(-2\Phi_1 \sin \varphi \sin^2 \frac{\theta}{2}\right)^2 + \left(2\Phi_1 \cos \varphi \sin^2 \frac{\theta}{2}\right)^2} = 2\Phi_1 \sin^2 \frac{\theta}{2} \quad (\text{рис. 3б}).$$

Проекции главного момента M_O на оси координат определяются по следующим формулам:

$$\sum M_{ix} = 0; \quad \sum M_{iy} = -\Phi_1(l+L)\sin\varphi\sin\theta;$$

$$\sum M_{iz} = \Phi_1(l+L)\cos\varphi\sin\theta;$$

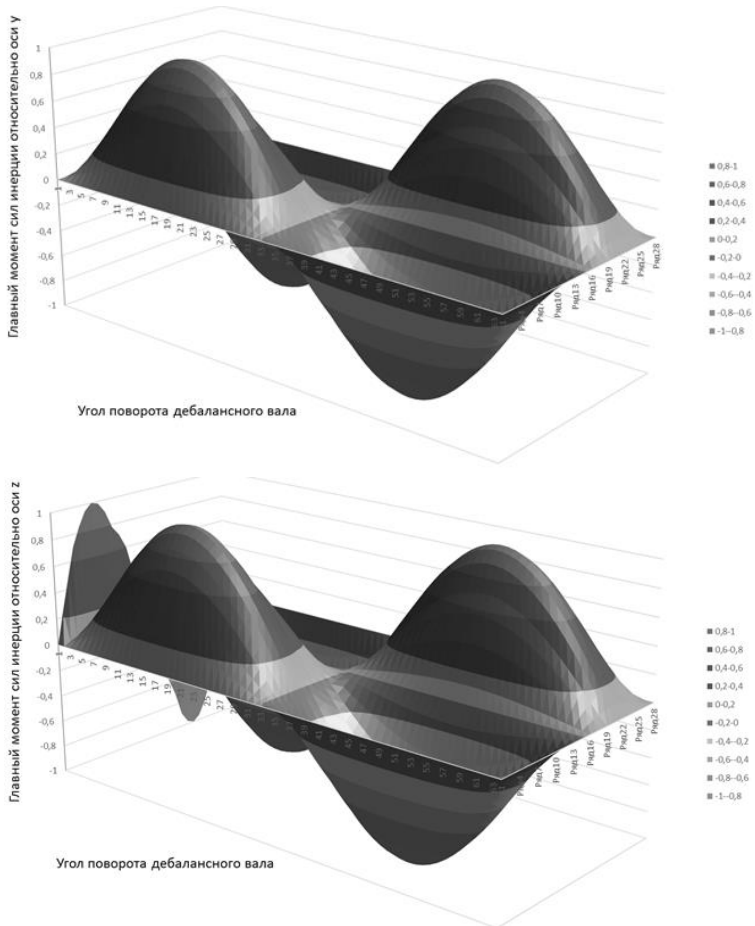


Рисунок 5. Изменение проекций главного момента сил инерции на оси координат

Определим главный момент M_o системы сил:

$$M_o = \Phi_1(l + L)\sin\theta.$$

Для оценки возможностей вибровозбудителя по синтезу вибрационных полей, определим наименьший главный момент системы сил:

$$M_g = \frac{M_x F_x + M_y F_y + M_z F_z}{F_A} = \Phi_1(l + L)\sin\theta$$

Таким образом, система сил может приводиться к динамическому винту с параметром:

$$p = \frac{M_g}{F_o} = \frac{\Phi_1(l + L)\sin\theta}{2\Phi_1 \sin^2 \frac{\theta}{2}} = (l + L) \operatorname{ctg} \frac{\theta}{2}$$



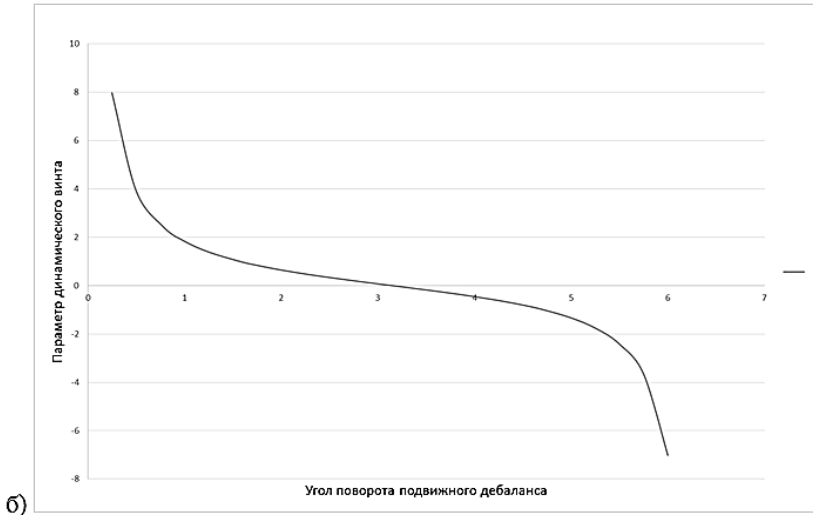


Рисунок 6. Изменение динамических параметров вибровозбудителя: а) главного момента сил инерции; б) параметра динамического винта

Определим уравнение центральной винтовой оси:

$$\frac{M_x - (yF_z - zF_y)}{F_x} = p \cdot \sin \frac{\theta}{2} (y \cos \varphi + z \sin \varphi) = 0.$$

Исследуем, когда полученное уравнение выполняется:

$$1) \sin \frac{\theta}{2} = 0; \quad \frac{\theta}{2} = 0, \pi; \quad \theta = 0;$$

В этом случае $F_O = 0$; $M_O = 0$; и система находится в динамическом равновесии.

$$2) y \cos \varphi + z \sin \varphi = 0; \quad y = -z \operatorname{tg} \varphi.$$

$$\frac{M_y - (zF_x - xF_z)}{F_y} = p; \quad x \cos \varphi \sin \frac{\theta}{2} = 0.$$

$$\frac{M_z - (xF_y - yF_x)}{F_z} = p; \quad x \sin \varphi \sin \frac{\theta}{2} = 0.$$

Таким образом, получены следующие уравнения оси:

$$\begin{cases} x \sin \varphi \sin \frac{\theta}{2} = 0; \\ x \cos \varphi \sin \frac{\theta}{2} = 0; \end{cases}$$

Решим эту систему:

а) $x = 0$;

б) $\sin \frac{\theta}{2} = 0$; $\theta = 0$; $F_o = 0$, $M_o = 0$ —

система находится в динамическом равновесии, поэтому этот корень не подходит;

в) если $\sin \varphi = 0$, то необходимо, чтобы и $\sin \frac{\theta}{2} = 0$,

а это невозможно;

г) если $\cos \varphi = 0$, то дополнительно должно быть и $\sin \frac{\theta}{2} = 0$, а это, как показано выше, в данной задаче невозможно.

Принимаем $x = 0$.

Система сил инерции не приводится к динамическому винту, когда $M_g = 0$. Таким образом, должно быть: $\Phi_1(l + L)\sin \theta = 0$.

Уравнение выполняется тогда, когда: $\sin \theta = 0$, а $\theta = 0, \pi$.

При $\theta = 0$ система сил находится в динамическом равновесии, а при $\theta = \pi$, $F_o = 2\Phi_1 \sin^2 \frac{\theta}{2} = 2\Phi_1$, $M_o = \Phi_1(l + L)\sin\theta = 0$ и система сил приводится к равнодействующей, приложенной в старом центре приведения. Проекция равнодействующей на оси координат имеют вид:

$$F_x = 0; \quad F_y = -2\Phi_1 \sin\varphi \sin^2 \frac{\theta}{2} = -2\Phi_1 \sin\varphi;$$

$$F_z = 2\Phi_1 \cos\varphi \sin^2 \frac{\theta}{2} = 2\Phi_1 \cos\varphi.$$

Случай приведения системы сил к паре сил невозможен, так как:

$$F_o = 2\Phi_1 \sin^2 \frac{\theta}{2} = 0, \text{ при } \theta = 0, \text{ но в этом случае}$$

$$M_o = \Phi_1(l + L)\sin\theta = 0.$$

Выводы.

При изменении угла поворота θ подвижных дебалансов в пределах от 0 до 2π система сил инерции приводится к различным простым видам:

1. $\theta = 0$, система сил находится в динамическом равновесии;
2. $0 < \theta < \pi$, система сил приводится к правому динамическому венту с параметром $(l + L) \operatorname{ctg} \frac{\theta}{2}$;
3. $\theta = \pi$, система сил приводится к равнодействующей, $R = 2\Phi_1$ приложенной в старом центре приведения;
4. $\pi < \theta < 2\pi$, система сил приводится к левому динамическому венту с параметром $(l + L) \operatorname{ctg} \frac{\theta}{2}$. Может показаться

на первый взгляд, что изменение угла поворота подвижных дебалансов в этих пределах, ничем не отличается от пункта б. Однако, это не так.

Происходит изменение направления динамического винта в процессе работы технологической машины;

5. $\theta = 2\pi$, система сил находится в динамическом равновесии.

Список литературы:

1. Бабичев А.П. Основы вибрационной технологии / А.П. Бабичев, И.А. Бабичев. Ростов-н/Д.: ДГТУ, 1999. — 620 с.
2. Сердюк Л.И. Основы теории, расчет и конструирование управляемых вибрационных машин с дебалансными возбудителями: автореф. дис. докт. техн. наук / Л.И. Сердюк; ХПИ. Харьков, 1991. — 48 с.

СЕКЦИЯ 4.
ЭНЕРГЕТИКА
И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ТЕХНИКА
И ТЕХНОЛОГИИ

АЛГОРИТМ ОГРАНИЧЕНИЯ
ПОВЫШЕНИЯ ЧАСТОТЫ ПРИ АВАРИЙНОМ
ВЫДЕЛЕНИИ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

Костин Владимир Николаевич

*канд. техн. наук, доцент кафедры электротехники,
электроэнергетики, электромеханики*

*Национального минерально-сырьевого университета «Горный»,
г. Санкт-Петербург*

E-mail: kostin_vn@mail.ru

ALGORITHM LIMITATIONS OF INCREASING
FREQUENCY ACCIDENTAL RELEASE POWER

Vladimir Kostin

*candidate of Science, assistant professor of electrical engineering,
electric power, electrical engineering*

*National University of mineral resources "Mountain",
St. Petersburg*

АННОТАЦИЯ

Определены технические мероприятия по координации баланса мощностей, позволяющие обеспечить при аварийном выделении электростанции ее устойчивую работу на сбалансированную нагрузку.

ABSTRACT

Determine the technical coordination activities balance powerfully-Stein, allowing to provide for the allocation of emergency power its steady work to a balanced load.

Ключевые слова: системная авария, автоматика ограничения повышения частоты, электростанция, отключение генераторов, статические характеристики нагрузки.

Keywords: system failure, automatic limiting the increase in frequency, power, off generators, static load characteristics.

Анализ развития ряда системных аварий, сопровождающихся выделением электростанции на изолированную работу с избытком генерирующей мощности, показал, что существующая система противоаварийной автоматики неэффективно исполняет свои функции, что приводит «погашению» выделившегося энергорайона с полным прекращением электроснабжения потребителей [1].

При аварийном выделении электростанции на изолированную работу с большим избытком генерируемой мощности вследствие относительно медленного действия регуляторов скорости турбин, не успевающего за развитием аварийного процесса повышения частоты, превентивной мерой восстановления баланса мощности в выделившемся районе является отключение части генераторов. Такая мера особенно актуальна для ГЭС, постоянная времени издрорма которых достигает 30 с, ПГУ, скорость разгрузки которых составляет не более 10 % в минуту и ТЭС, не участвующих в общем первичном регулировании частоты.

Действия автоматики ограничения повышения частоты (АОПЧ) на отключение генераторов связано со ступенчатым изменением величины генерируемой активной мощности аварийного района на величину, соизмеримую с мощностью выделяемого района. При этом величина генерируемой мощности должна оставаться несколько большей величины нагрузки выделенного района [4]. Изменения схемно-режимных условий работы электростанций и необходимость, в ряде случаев, изменения направления действия противоаварийных автоматик, может приводить к излишнему их действию из-за ошибок оперативного персонала станции при оценке нагрузки района выделения. Последнее может привести к недопустимому снижению частоты или напряжения в выделенном районе вплоть до их лавины и, следовательно, неоправданному отключению потребителей этого района.

В настоящей работе приведен алгоритм формирования управляющих воздействий АОПЧ, который не приведет к дефициту мощности в выделившемся районе нагрузки. В отличие от алгоритма, приведенного в [3], предлагаемый алгоритм будет корректно работать

при любом соотношении мощностей и загрузок генераторов электростанции.

Уставки АОПЧ по частоте и времени срабатывания с направлением действия на отключение части генераторов, как правило, определяются исходя из расчётной аварии повышения частоты в энергосистеме в целом. Недостатками этого алгоритма АОПЧ является не учёт специфики протекания переходных процессов при выделении станции на район изолированной нагрузки, что в ряде случаев приводит к излишнему отключению генераторов, дефициту мощности, снижению частоты с последующим полным погашением района.

Моделирование отключения связи W с энергосистемой C генераторов G электростанции с местной нагрузкой P_n осуществлялось применительно к схеме, приведенной на рисунке 1. Количество генераторов $n = 4$. Исходная генерация $P_G = 4 \times 50 = 200$ МВт. Мощность местной нагрузки $P_n = 80$ МВт. Уставки АОПЧ, соответствующие расчётной аварии повышения частоты в энергосистеме в целом, приняты следующими:

$f_1 = 50,5$ Гц, $t_{cp} = 0,5$ с на отключение одного генератора;

$f_1 = 50,5$ Гц, $t_{cp} = 1,0$ с — на отключение второго генератора;

$f_1 = 50,5$ Гц, $t_{cp} = 1,5$ с — на отключение третьего генератора.

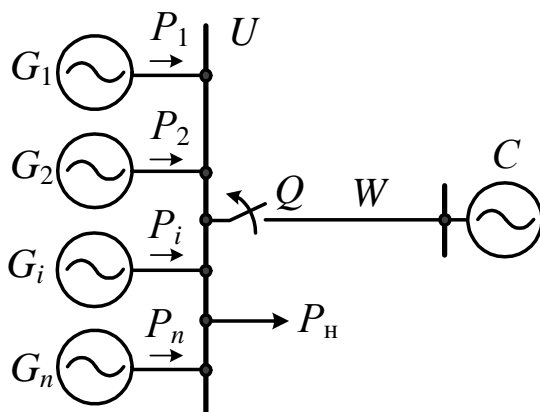


Рисунок 1. Принципиальная схема выделения станции на изолированную нагрузку

Результаты моделирования аварийной ситуации приведены на рисунке 2. Работа АОПЧ привела к отключению трёх генераторов,

подведённых под действие автоматики. Возникший дефицит мощности ($50 \text{ МВт} < 80 \text{ МВт}$) обусловил недопустимое снижение частоты (ниже критического значения 46 Гц), что приведет к лавине частоты в выделившемся районе и полному прекращению электроснабжения потребителей.

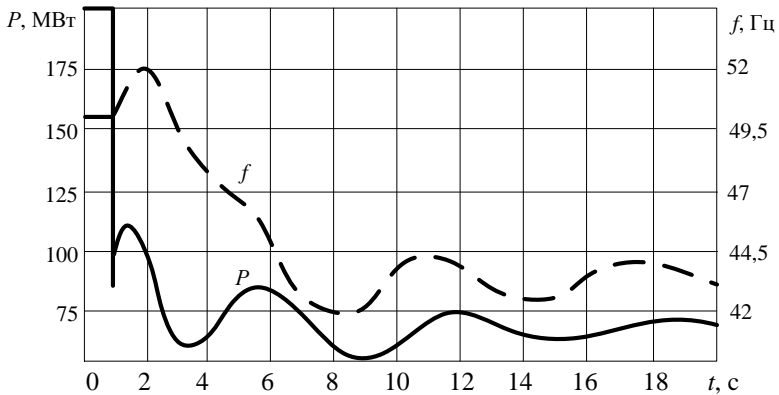


Рисунок 2. Переходные процессы изменения мощности и частоты при выделении станции на изолированную нагрузку

В этой связи важной задачей является определение в режиме, предшествующем выделению станции, величины нагрузки P_n с целью выбора такого воздействия АОПЧ на отключение генераторов, которое бы обеспечило в выделившемся энергорайоне устойчивую работу электростанции. Кроме того, при формировании управляющих воздействий на отключение генераторов в общем случае следует учитывать неравномерную загрузку генераторов в предшествующем выделению режиме.

Таким образом, зная величину генерации активной мощности каждого из генераторов станции, число m оставляемых в работе генераторов при их равномерной предшествующей загрузке определяется из условия:

$$\sum_{i=1}^m P_i \geq P_n, \quad (1)$$

где: $m = 1, 2, 3, \dots$

Полученный небаланс мощности должен ликвидироваться действием регуляторов скорости турбин.

При различной мощности генераторов станции или при их неравномерной загрузке в режиме, предшествующем выделению, количество генераторов, отключаемых по условию максимального приближения сверху суммарной генерируемой мощности к мощности нагрузки выделившегося района, следует определять путем минимизации функции с двоичными переменными δ_i [3]

$$F = \text{модуль} \left[\sum_{i=1}^n \delta_i P_i - P_{\text{н}} \right] \rightarrow \min, \quad (2)$$

где: P_i — мощность i -го генератора в предшествующем режиме;

$P_{\text{н}}$ — мощность нагрузки в предшествующем режиме.

При $\delta_i = 0$ i -й генератор следует отключить, при $\delta_i = 1$ i -й генератор следует оставить в работе. При недопустимости отключения k -го генератора вводится дополнительное ограничение $\delta_k = 1$.

Алгоритм аппаратно-программного устройства АОПЧ, реализующего выбор управляющих воздействий (УВ) на отключение генераторов для случая их произвольной загрузки в предшествующем режиме и с коррекцией нагрузки по напряжению и частоте, представлен на рисунке 3.

На вход устройства подаются значения мощностей генераторов (турбин) от системы АСУ станции. Электрические мощности генераторов суммируются, определяя величину нагрузки $P(U, f)$ района в текущий момент времени. При отличии напряжения и частоты в выделившемся районе от их значений в предшествующем режиме величина нагрузки корректируется по выражению (3) в соответствии со статическими характеристиками нагрузки

$$P_{\text{н}} = \frac{P(U, f)}{\left[a_0 + a_1 \left(\frac{U}{U_{\text{ном}}} \right) + a_2 \left(\frac{U}{U_{\text{ном}}} \right)^2 \right] \cdot \left[1 + a_3 \left(\frac{f}{f_{\text{ном}}} - 1 \right) \right]}. \quad (3)$$

Такая коррекция позволяет осуществить, в первом приближении, контроль предшествующего режима местной нагрузки.

Мощности генераторов подаются на звенья задержки $P(\tau)$. Время задержки τ позволяет сохранить параметры предшествующего режима, т. е. мощности турбин.

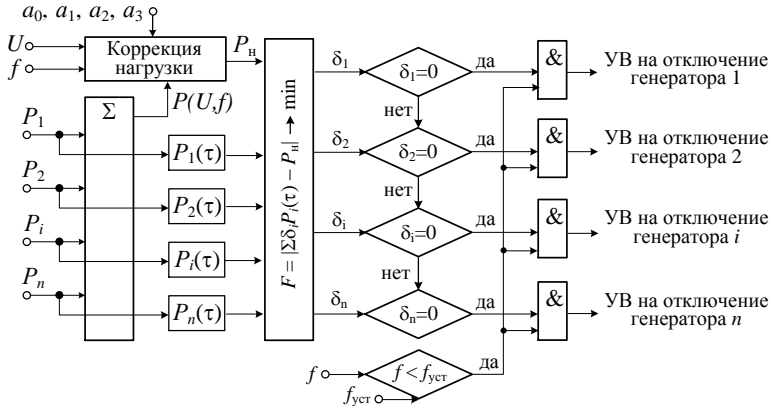


Рисунок 3. Алгоритм формирования УВ на отключение генераторов станции при ее выделении на изолированную нагрузку

Минимизация функции (2) дает значения двоичных переменных δ_i . Сравнение этих переменных с нулем обеспечивает формирование УВ на отключение части генераторов станции по условию максимального приближения сверху суммарной генерируемой мощности к мощности нагрузки. При частоте f ниже уставки $f_{уст}$ происходит отключение части генераторов.

На рисунке 4 представлены результаты расчетов переходных процессов в схеме рис. 1 при действии АОПЧ по предлагаемому алгоритму с коррекцией нагрузки по напряжению и частоте. Коэффициенты выражения (3) приняты для обобщенной нагрузки [5]

$$a_0 = 0; a_1 = 0,9; a_2 = 0,1; a_3 = 1.$$

Исходная генерация: $P_1 = 23$ МВт, $P_2 = 27$ МВт, $P_3 = 60$ МВт, $P_4 = 90$ МВт. Видно, что работа АОПЧ по предлагаемому алгоритму приводит к отключению второго и четвертого генераторов. Разбаланс мощности составляет 3 МВт. При использовании алгоритма, предложенного в [2] отключились бы первые три агрегата и разбаланс мощности был бы 10 МВт.

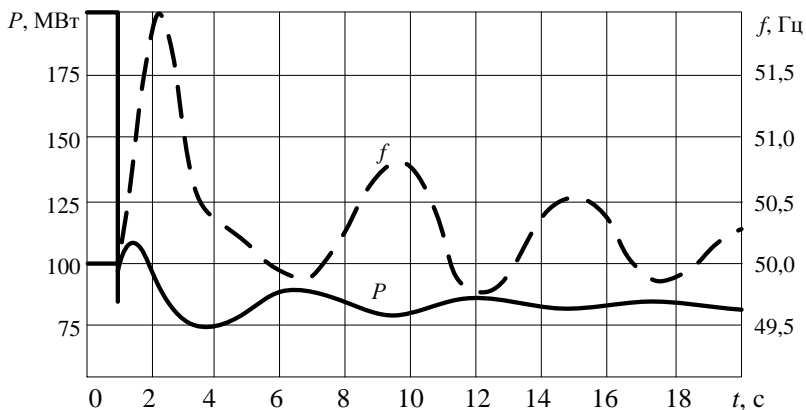


Рисунок 4. Переходные процессы изменения мощности и частоты при выделении станции на изолированную нагрузку

Выводы:

Определены технические мероприятия по координации баланса мощностей, позволяющие обеспечить при аварийном выделении электростанции ее устойчивую работу на сбалансированную нагрузку.

Разработан алгоритм аппаратно-программного комплекса АОПЧ электростанции с коррекцией нагрузки по частоте и напряжению, позволяющие выбирать отключаемые генераторы по условию максимального приближения сверху суммарной генерируемой мощности к мощности нагрузки выделившегося района.

Разработанный алгоритм отключения генераторов может быть применен для ГЭС, ПГУ и для тепловых электростанций, в частности, для ТЭЦ, оснащенных агрегатами с турбинами с противодавлением, и для станций, не участвующих в общем первичном регулировании частоты.

Список литературы:

1. Анализ развития крупных системных аварий: учебное пособие / А.Н. Беляев, Ю.П. Горюнов, А.А. Смирнов, С.В. Смоловик. СПб: СПбГПУ, 2006. — 72 с.
2. Зайцев А.В. Оптимизация формирования управляющих воздействий автоматики ограничения повышения частоты при выделении станции на изолированную нагрузку / А.В. Зайцев, А.С. Карпов, В.В. Луптаков // Электрика, — № 4, — 2010. — С. 16—18.

3. Зайцев А.В. Автоматика ограничения частоты при аварийном выделении энергорайона с избытком генерируемой мощности / А.В. Зайцев, В.Н. Костин // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Серия «Наука и образование». — 2012. — № 4 (195). — С. 17—20.
4. Технические правила организации в ЕЭС России автоматического ограничения снижения частоты при аварийном дефиците активной мощности М.: Стандарт ОАО «СО ЕЭС», 2009. — 12 с.
5. Электрические системы. Электрические сети: учеб. для вузов / В.А. Веников, А.А. Глазунов, Л.А. Жуков и др. М.: Высш. шк., 1998. — 511 с.

СЕКЦИЯ 5.

ГОРНАЯ И СТРОИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ

ОПТИМИЗАЦИЯ РАЦИОНАЛЬНОГО РЕЖИМА УПЛОТНЕНИЯ ЖЕСТКОЙ БЕТОННОЙ СМЕСИ НА ВИБРОПЛОЩАДКЕ С УПРАВЛЯЕМЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ

Хероим Елена Александровна

*аспирант Полтавского национального технического университета
им. Ю. Кондратюка,
г. Полтава, Украина
E-mail: lena_kl85@mail.ru*

Черевко Александр Николаевич

*канд. техн. наук, доцент, зав. кафедрой теоретической механики
Полтавского национального технического университета
им. Ю. Кондратюка,
г. Полтава, Украина
E-mail: alexandr-cherevko@mail.ru*

OPTIMIZATION OF GOOD SEAL HARD MODE FOR CONCRETE MIX WITH CONTROLLED PERFORMANCE SHAKING TABLE

Elena Kheroim

*graduate of Poltava National Technical University
named after Yuri Kondratyuk,
Poltava, Ukraine*

Alexandr Cherevko

*candidate of Sciences, docent, Head of Theoretical Mechanics department
of Poltava National Technical University named after Yuri Kondratyuk,
Poltava, Ukraine*

АННОТАЦИЯ

Определён наиболее эффективный режим уплотнения жесткой бетонной смеси на управляемой виброплощадке с пневмопригрузом. Для данного способа уплотнения получено и проанализировано уравнение регрессии предела прочности бетона.

ABSTRACT

Determine the most effective mode of rigid concrete seal on the managed shaking table with pneumatic load. For this sealing process obtained and analyzed regression equation strength concrete.

Ключевые слова: управляемая виброплощадка; режим уплотнения; уравнение регрессии.

Keywords: managed shake table; mode sealing; regression equation.

В последнее время коренным образом изменился подход к экспериментально-статистическим исследованиям и оптимизации сложных многокомпонентных систем. Методы математического планирования эксперимента с успехом применяются во многих отраслях научно-технических исследований. Их универсальность и возможность применения в большинстве областей исследований существенно повышает эффективность исследований.

Математическое планирование эксперимента заключается в выборе количества и условий постановки опытов, необходимых и достаточных для решения поставленной задачи с установленной точностью, методов математической обработки их результатов и принятия решения [4].

Задачи планирования эксперимента в том или ином объеме решаются при проведении любого экспериментального исследования. При планировании эксперимента необходимо, прежде всего, установить цель эксперимента и показатели его качества, указать характеристики плана и построить модель эксперимента, выбрать критерий оптимальности плана и установить ограничения на показатели качества исследования.

Планирование эксперимента является мощным инструментом экспериментально-статистического исследования и оптимизации сложных систем. Оно значительно уменьшает количество опытов, а следовательно, затраты и сроки проведения эксперимента, дает возможность получить количественные оценки влияния факторов, а также математические модели. Решение большого количества задач с помощью методов активного планирования эксперимента представлено в работах Адлера Ю.П., Баженова Ю.М., Гусева Б.В. и других исследователей [1—5].

Прочность бетона, уплотненного под воздействием нестационарного вибрационного поля, существенно зависит от функции уплотнения, а рациональность функции уплотнения зависит от удобоукладываемости бетонной смеси [7]. Следовательно, определение оптимального режима уплотнения для конкретной бетонной смеси имеет важное значение при производстве бетонных изделий.

Экспериментальные исследования проводились на вибрационной машине с пневмопригрузом, приводом которой является управляемый вибровозбудитель винтовых колебаний, состоящий из одного неподвижного и двух подвижных дебалансов. Опыты проводились на бетонной смеси жесткостью 110 с, из которой изготавливались образцы-кубики $10 \times 10 \times 10$ см, величина пневмопригрузки составила 0,025 МПа. Для оценки режимов работы виброплощадки сравнивалась прочность готовых образцов в возрасте 28 суток. Для достаточной достоверности полученных результатов каждый опыт проводился не менее шести раз. Из возможных режимов работы виброплощадки, которые отличаются функцией управления, необходимо было выбрать наиболее эффективный для уплотнения исследуемой смеси. Анализ режимов уплотнения показал, что наиболее рациональным является режим (рис. 1), при котором максимальная прочность образцов 59 МПа достигается при времени вибрационного воздействия 180 с. Остальные режимы виброуплотнения также могут быть применены для уплотнения представленной жесткой смеси, но по времени уплотнения и по максимальной прочности образцов они являются менее эффективными.

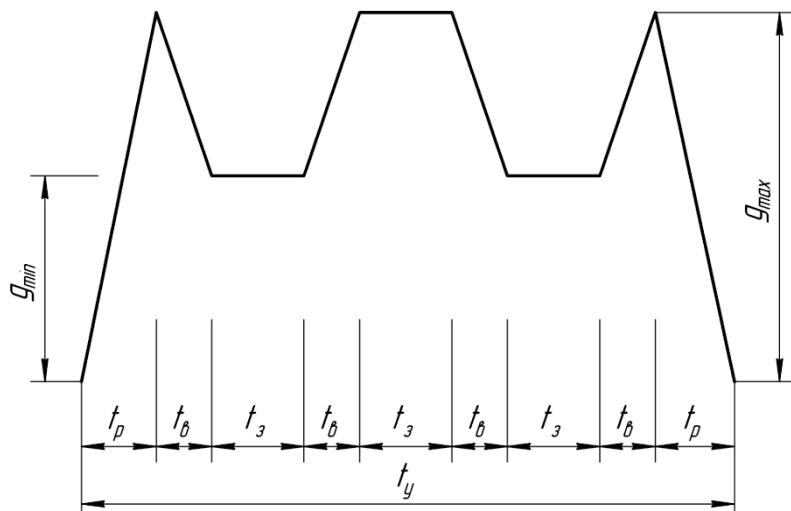


Рисунок 1. Функция уплотнения: $t_з$ — время задержки ускорения; t_y — время уплотнения; g_{max} — верхнее ускорение; g_{mix} — нижнее ускорение; t_p — время нарастания верхнего ускорения ($t_p = 10$ с); $t_θ$ — время варьирования ускорением

Для более глубокого изучения режима уплотнения, который оказался наиболее эффективным для уплотнения бетонной смеси жесткостью 110 с, применялся метод математического планирования эксперимента. Необходимо было построить математическую модель предела прочности бетона в возрасте 28 суток R_{cm}^{28} в зависимости от величины времени задержки амплитуды $t_з$ (x_1), времени уплотнения t_y (x_2), величины пригрузки P_0 (x_3), величины верхнего g_{max} (x_4) и нижнего g_{mix} (x_5) виброускорения.

Устанавливаем область варьирования технологическими факторами в соответствии с поставленной задачей (табл. 1).

Таблица 1.

Условия планирования эксперимента

Факторы		Уровни варьирования			Интервал варьирования
Натуральный вид	Кодированный вид	-1	0	+1	
t_z , с	x_1	24	30	36	6
t_y , с	x_2	160	180	200	20
P_o , МПа	x_3	0,02	0,025	0,03	0,005
g_{max} , М/с ²	x_4	42,29	47,58	52,87	5,29
g_{mix} , М/с ²	x_5	31,71	37	42,29	5,29

Проведённое планирование позволяет описать поверхность отклика полиномом второй степени. Коэффициенты рассчитаны с помощью метода наименьших квадратов.

Все коэффициенты регрессии в многофакторном эксперименте определялись и оценивались независимо друг от друга. Поскольку обрабатывалось небольшое количество экспериментальных данных, значимость коэффициентов оценивалась по распределению Стьюдента [6].

Для данного способа уплотнения получено следующее уравнение регрессии предела прочности бетона

$$\begin{aligned}
 R_{cm}^{28} = & 59,201 + 0,259x_1 - 0,4739x_2 + 0,2543x_3 + 0,2791x_4 - 0,7294x_5 - \\
 & - 1,4338x_1^2 - 13,2543x_2^2 - 4,988x_3^2 + 5,7904x_4^2 + 7,7041x_5^2 - 0,685x_1x_2 + (1) \\
 & + 0,9498x_1x_3 - 2,338x_1x_4 + 1,5067x_1x_5 - 0,5799x_2x_3 - 0,3090x_2x_4 + \\
 & + 0,4466x_2x_5 - 0,9464x_3x_4 + 0,8514x_3x_5 + 0,3323x_4x_5 \quad (\text{МПа})
 \end{aligned}$$

Полученная модель прошла проверку на адекватность, которая показала, что данное уравнение регрессии является адекватным и его можно считать математической моделью прочности жесткого бетона для заданной области исследуемых факторов.

Анализ статистической модели позволил построить комплексные графические зависимости предела прочности бетона

$R_{cm}^{28} = f(t_z, t_y, P_o, g_{max}, g_{min})$ от исследуемых факторов (рис. 2—4).

Они чётко иллюстрируют, что наибольшее влияние на предел прочности бетона оказывает время уплотнения смеси, менее значимое влияние имеет время задержки ускорения и величина пневмопригрузки. Оптимальным является режим уплотнения, когда все варьлируемые факторы находятся на среднем уровне.

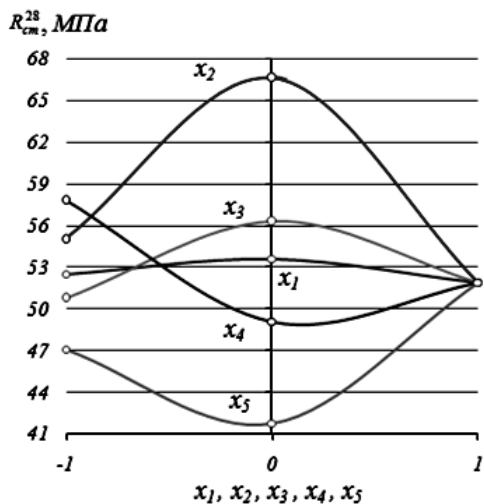


Рисунок 2. Зависимость предела прочности бетона от параметров функции уплотнения. Варьируемые факторы на верхнем уровне (+1)

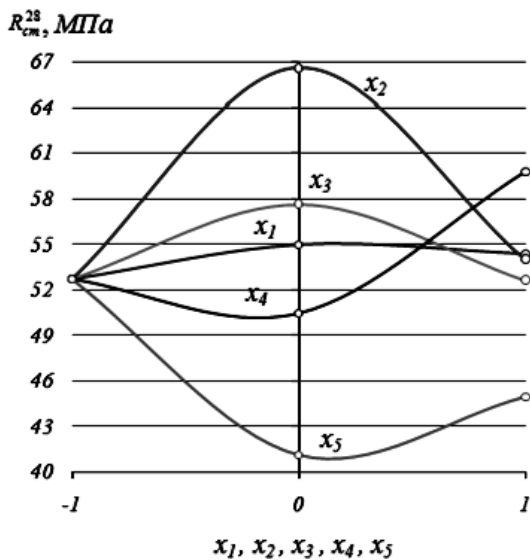


Рисунок 3. Зависимость предела прочности бетона от параметров функции уплотнения. Варьируемые факторы на нижнем уровне (-1)

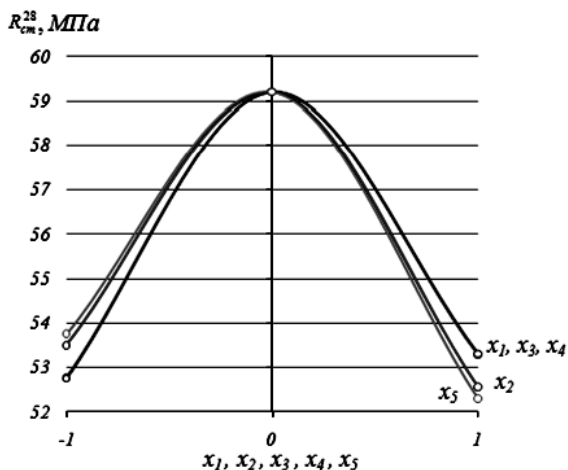


Рисунок 4. Зависимость предела прочности бетона от параметров функции уплотнения. Варьируемые факторы на среднем уровне (0)

При заданных ограничениях основных факторов максимальное расчётное значение выходного параметра $R_{cm}^{28} = 67,69$ МПа. Проведённые экспериментальные исследования полностью это подтвердили. При $t_3 = 30$ с, $t_y = 180$ с, $P_\theta = 0,025$ МПа; $g_{max} = 47,58$ м/с²; $g_{mix} = 31,74$ м/с² $R_{cm}^{28} = 67,63$ МПа.

Список литературы:

1. Адлер Ю.П., Грановский Ю.В. Обзор прикладных работ по планированию эксперимента. М.: Изд-во МГУ, 1967. — 96 с.
2. Баженов Ю.М. Технология бетона. М.: Высшая школа, 1987. — 415 с.
3. Гусев Б.В., Зазимко В.Г. Вибрационная технология бетона. Киев: Будівельник, 1991. — 160 с.
4. Зингинидзе И.Г. Планирование эксперимента для исследования многокомпонентных систем. М.: «Наука», 1976. — 390 с.
5. Налимов В.В. Теория эксперимента. М.: Наука, 1971. — 208 с.
6. Рекомендации по применению методов математического планирования эксперимента в технологии бетона. М.: НИИЖБ. 1982. — 103 с.
7. Черевко А.Н. Разработка и исследование низкочастотных виброплощадок с управляемыми режимами работы для формирования железобетонных изделий: Дисс. ... канд. техн. наук. Полтава, 1993. — 157 с.

СЕКЦИЯ 6.

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ВОДООХЛАЖДАЕМЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ДУГОВОЙ СТАЛЕПЛАВИЛЬНОЙ ПЕЧИ ПРИ РАБОТЕ НА ПОЛЫХ (ТРУБЧАТЫХ) ЭЛЕКТРОДАХ

Кожухов Алексей Александрович

*канд. техн. наук, доцент СТИ НИТУ «МИСиС»,
г. Старый Оскол*

E-mail: koshuhov@yandex.ru

Ткачев Александр Сергеевич

*аспирант СТИ НИТУ «МИСиС»,
г. Старый Оскол*

Мельников Евгений Николаевич

*аспирант СТИ НИТУ «МИСиС»,
г. Старый Оскол*

ASSESSMENT OF OVERALL PERFORMANCE OF WATER-COOLED ELEMENTS OF THE ARC STEEL-SMELTING FURNACE DURING THE WORK ON HOLLOW (TUBULAR) ELECTRODES

Alexey Kozhukhov

*candidate of Technical Sciences, Associate Professor of STI NITU "MISIS",
Stary Oskol*

Aleksandr Tkachev

*graduate Student of STI NITU "MISIS",
Stary Oskol*

Eugene Melnikov

*graduate Student of STI NITU "MISIS",
Stary Oskol*

АННОТАЦИЯ

В статье рассматриваются вопросы повышения эффективности тепловой работы водоохлаждаемых элементов современных дуговых сталеплавильных печей методом математического моделирования при использовании электродов различной конструкции, а именно традиционных (сплошных) и полых (трубчатых).

Результаты моделирования на ЭВМ качественно согласуются с данными, полученными на физических моделях, что свидетельствует о перспективности применения полых (трубчатых) электродов в производственных условиях.

ABSTRACT

The article discusses the increase in efficiency of the water-cooled heat elements of modern electric arc furnaces using mathematical modeling using electrodes of different design, namely conventional (solid) and hollow (tubular).

The results of computer simulations are in qualitative agreement with the data on physical models, thus promising applications of hollow (tubular) electrodes in a production environment.

Ключевые слова: дуговая печь, электрод, водоохлаждаемый элемент

Keywords: arc furnace, electrode, water-cooled element.

Для интенсификации выплавки стали в современных сверхмощных дуговых сталеплавильных печах применяется большой комплекс энергетических и технологических мероприятий, которые включают в себя тщательную подготовку металлошихты и рациональную загрузку ее в печь, использование кислорода для расплавления шихты, вспенивание шлака и увеличение активной мощности вводимой в печь. Все эти мероприятия направлены, прежде всего, на уменьшение длительности и снижение степени облученности футеровки излучением электрических дуг. В тоже время рост вводимой в печь удельной электрической мощности до $1 \div 1,5$ МВт/т наряду с использованием альтернативных источников энергии приводит к значительному увеличению тепловых нагрузок на водоохлаждаемые элементы (ВЭ) футеровки дуговых сталеплавильных печей, что приводит к повышению отказов в работе ВЭ.

Наиболее часто отказы в работе ВЭ связаны с их прогаром вторичными электрическими дугами, что в значительной степени является случайным фактором, зависящим от качества, размера кусков и расположения в печи металлошихты, в тоже время длительный перегрев наружной поверхности ВЭ так же приводит к выходу из строя водоохлаждаемых элементов печи [1].

Как показывает анализ научно-технической литературы [1, 2] и результаты математического моделирования, применение полых (трубчатых) электродов позволяет повысить коэффициент мощности $\cos\phi$ в период расплавления и улучшить работу дуговой сталеплавильной печи в период жидкой ванны за счет создания более направленного теплообмена от электрических дуг на металлическую ванну.

В связи с этим, на основе методики расчета теплообмена в рабочем пространстве дуговой сталеплавильной печи изложенной в работах Макарова А.Н. выполним оценку эффективности тепловой работы водоохлаждаемых элементов печи при использовании полых (трубчатых) электродов в сравнении с типовым электродами.

Для анализа эффективности тепловой работы водоохлаждаемых элементов рассмотрим условия их эксплуатации в период жидкой ванны для 150-т дуговой сталеплавильной печи. Для охлаждения ВЭ наиболее часто используется техническая вода оборотного цикла. Вода на охлаждение панели подается обычно с температурой 30°C и рабочим давлением 0,5 МПа. Расход воды на охлаждение панели составляет $400 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Эффективность тепловой работы ВЭ достигается в первую очередь отводом проходящего теплового потока циркулирующей с расчетной скоростью водой без существенного перегрева наружной,

обращенной в рабочее пространство печи, поверхности трубы, а также самой воды. Наиболее оптимальным, является нагрев воды в контуре охлаждения ВЭ до температуры $50 \div 55^\circ\text{C}$, что при использовании оборотного цикла водоснабжения предотвращает выпадение солей жесткости на внутренней поверхности трубы и ухудшение условий теплопередачи.

Для расчета процесса переноса теплоты от электрических дуг к поверхности водоохлаждаемой панели воспользуемся схемой представленной на рис. 1.

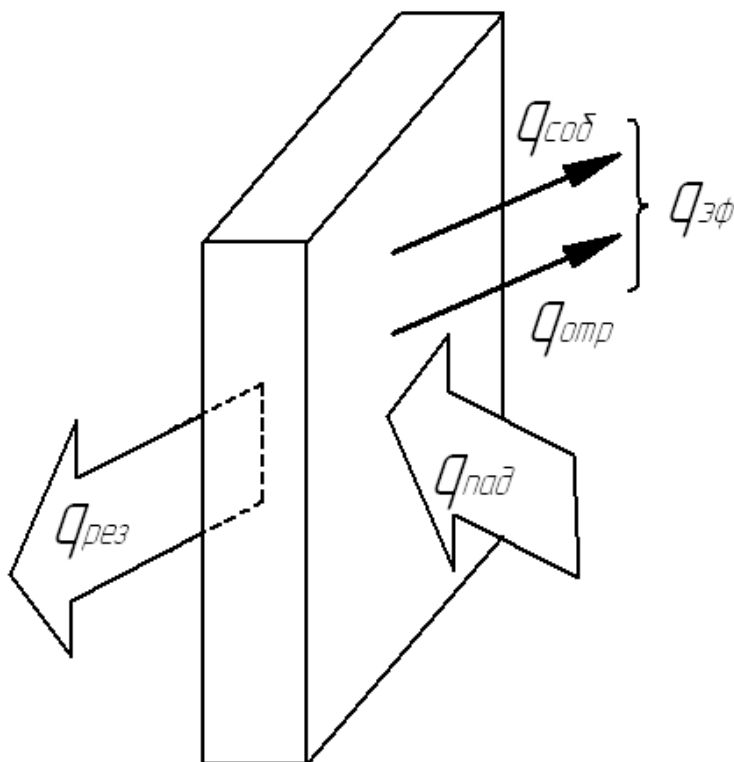


Рисунок 1. Схема теплообмена в рабочем пространстве печи

Величину результирующего теплового потока ($q_{рез}$) поглощаемого водоохлаждаемым элементом и теряемого

с охлаждающей водой можно определить исходя из следующего выражения:

$$Q_{рез} = Q_{пад} - Q_{эф}, \quad (1)$$

где: $Q_{пад}$ — величина падающего теплового потока на поверхность водоохлаждаемых элементов стен и свода дуговой сталеплавильной печи;

$Q_{эф}$ — эффективный тепловой поток, Вт.

Величину падающего теплового потока на поверхность водоохлаждаемых элементов стен и свода дуговой сталеплавильной печи, определим путем разбиения поверхности стен и свода печи на сектора с использованием методики разработанной Макаровым А.Н.

Величина эффективного теплового потока $Q_{эф}$ складывается из величины отраженного $Q_{отр}$ и собственного теплового потока $Q_{соб}$ и рассчитывается в соответствии с формулой:

$$Q_{эф} = Q_{соб} + Q_{отр}, \quad (2)$$

Величину плотности отраженного потока ($q_{отр}$) можно найти по формуле:

$$q_{отр} = (1 - \varepsilon) \cdot q_{пад}, \quad (3)$$

где: ε — степень черноты поверхности.

Величину теплового потока которую излучает поверхность водоохлаждаемого элемента ($q_{соб}$) можно определить из выражения:

$$q_{соб} = 5,67 \cdot \varepsilon \cdot (T/100)^4, \quad (4)$$

где: T — температура поверхности, К.

Так как, результирующий тепловой поток поглощается поверхностью водоохлаждаемого элемента и уносится охлаждающей водой, тогда величину ($q_{рез}$) можно представить в виде:

$$q_{рез} = \frac{c \cdot G \cdot (t_B^{вых} - t_B^{вх})}{F}, \quad (5)$$

где: c — теплоемкость воды, кДж/кг·°С;

G — расход воды, кг/с;

$t_B^{вх}$ — температура воды на входе в водоохлаждаемый элемент, °С;

$t_B^{вых}$ — температура воды на выходе из водоохлаждаемого элемента, °С.

Исходя из выражения (5) можно рассчитать температуру воды на выходе из водоохлаждаемого элемента по формуле:

$$t_B^{вых} = t_B^{вх} + \frac{q_{рез} \cdot F}{c \cdot G}, \quad (6)$$

На основе системы уравнений (1)—(6) был составлен алгоритм позволяющий рассчитать температуру поверхности водоохлаждаемых элементов и температуру охлаждающей воды.

В ходе расчета было установлено, что при использовании полых (трубчатых) электродов температура поверхности водоохлаждаемых элементов стен и свода дуговой сталеплавильной печи снижается в среднем на 3°С (рис. 2). Данный факт можно объяснить тем, что при использовании полых (трубчатых) электродов создается более направленный тепловой поток в сравнении с типовым (сплошным) электродом. То есть большее количество тепла передается металлу, что позволяет снизить величину результирующего теплового потока на водоохлаждаемые элементы стен и свода дуговой сталеплавильной печи на 7—10 % и улучшить условия тепловой работы водоохлаждаемых элементов дуговой сталеплавильной печи. А именно снизить толщину слоя продуктов коррозии на внутренней поверхности труб, величину перегрева их рабочей поверхности и снять опасные термические напряжения, приводящие к развитию трещин и явлению малоциклового усталости. Кроме того, снижение величины результирующего теплового потока также позволяет снизить температуру

охлаждающей воды на выходе на 6°C , что позволит снизить величину тепловых потерь с охлаждающей водой на 120 кВт/м^2 .

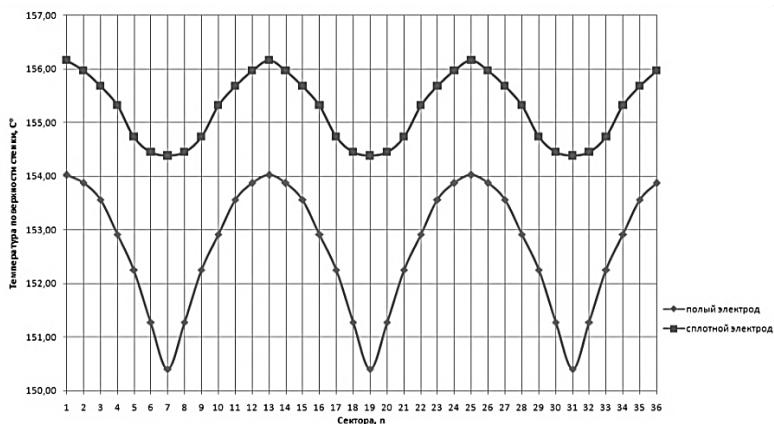


Рисунок 2. Распределение температуры поверхности водоохлаждаемых элементов стен в дуговой сталеплавильной печи

Выводы:

В результате математического моделирования было установлено, что использование полых (трубчатых) электродов позволяет существенно улучшить тепловую работу водоохлаждаемых элементов дуговых сталеплавильных печей, снизить величину тепловых потерь на 120 кВт/м^2 .

Список литературы:

1. Егоров А.Е., Никольский Л.Е., Огороков Н.В. О применении трубчатых электродов в дуговых электрических печах. // Электротермия, — 1962, — № 9. — с. 27—31.
2. Сосонкин О.М. Граничные условия замены кладки дуговых сталеплавильных печей охлаждаемыми конструкциями // Сталь. — 2001, — № 11. — С. 30—31.

ТЕРМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКОГО КАЛЬЦИЯ

Фалин Владимир Викторович

*научный сотрудник, Фирма «Вак ЭТО»,
г. Москва*

E-mail: raven0607@rambler.ru

Сухарев Артем Викторович

*канд. техн. наук, заместитель генерального директора,
Фирма «Вак ЭТО»,
г. Москва*

E-mail: vaceto@bk.ru

THERMAL METHODS OF CALCIUM METAL PRODUCTION

Vladimir Falin

*research scientist of the firm "Vak ETO",
Moscow*

Artem Suharev

*candidate of Science, Deputy Director General of the firm "Vak ETO",
Moscow*

АННОТАЦИЯ

Проведены исследования возможности получения металлического кальция с помощью газовых восстановителей, методом диссоциации карбида кальция в вакууме и металлотермическим восстановлением оксида кальция. Показано, что применение газовых восстановителей или диссоциация карбида кальция при температурах ниже 1750 °С не позволяет получить металлический кальций. Аллюминотермическое восстановление сопровождается хорошей смачиваемостью алюминием поверхности оксида. Критерий смачиваемости положен в основу выбора металла — восстановителя с учетом расхода электроэнергии на восстановление.

ABSTRACT

There are conducted the researches of calcium metal possible production with a help of gas reducers by the method of calcium carbide dissociation in vacuum and calcium oxide metallothermic reduction. It is shown that the use of gas reducers or the calcium carbide dissociation at temperatures below 1750 °C do not allow to receive a calcium metal. Aluminothermic reduction comes amid well aluminum wettability of oxide surface. Wettability criterion is taken as a basis of reducing metal choice with account for reduction power consumption.

Ключевые слова: кальций; восстановление оксида кальция; диссоциация карбида кальция; вакуумная печь; алюминотермическое и металлотормическое восстановление.

Keywords: calcium; calcium oxide reduction; calcium carbide dissociation; vacuum furnace; aluminothermic and metallothermic reduction.

Основу потребления металлического кальция в России и в мире составляют предприятия металлургического комплекса [6]. Раскисление стали кальцием при внепечной обработке [2] приводит к удалению кислорода и позволяет осуществить эффективную десульфурацию металла. Таким образом, удается обеспечить контролируемые состав и форму неметаллических включений при низком содержании кислорода, что позволяет реализовать процесс непрерывного литья полосы [11]. В цветной металлургии легирование, например, сплавов системы Al – Mg – Si [7] 0,014—0,14 масс.% Ca значительно повышает их способность к выдавливанию при значительном снижении склонности к трещинообразованию.

В мире и, прежде всего, в КНР как главном поставщике кальция, его получение основано на процессе восстановления оксида кальция алюминием [6]. В Российской Федерации этот способ пока не нашел своего промышленного воплощения. Поскольку для нужд металлургической промышленности на первый план выходит не чистота получаемого кальция, а его стоимость, нами исследовалась возможность получения кальция металлотормическим, в том числе, алюминотермическим, а также альтернативными методами, связанными с проведением нагрева в вакууме.

Кальций получали на вакуумной дистилляционной электропечи ВОж-16-22 (рис. 1), в которой нагревательный блок был изготовлен из углерод-углеродного композиционного материала (УУКМ) различной плотности; в печи имелся охлаждаемый водой конденсатор

паров кальция; в вакуумной системе был предусмотрен мембранный насос, что позволяло проводить откачку (при относительно низких температурах) паров воды.

Рентгеновская съемка (РФА) проведена на дифрактометре ДРОН-3 в $\text{Cu}_{\text{K}\alpha}$. Растровая электронная микроскопия (РЭМ) - на электронном микроскопе FEI Quanta 600 FEG с приставкой энергодисперсионного рентгеновского микроанализа EDAX. Массу образцов измеряли на лабораторных электронных весах АН-620СЕ.

В работе использованы следующие материалы: оксид и карбид кальция, алюминий марки АПВ, алюминиевая проволока марки АД1 диаметром 1,6 мм, кремний технический КР00, ферросилиций ФС75, ацетилен марки Б, аргон газообразный высшего сорта и диоксид углерода газообразный.

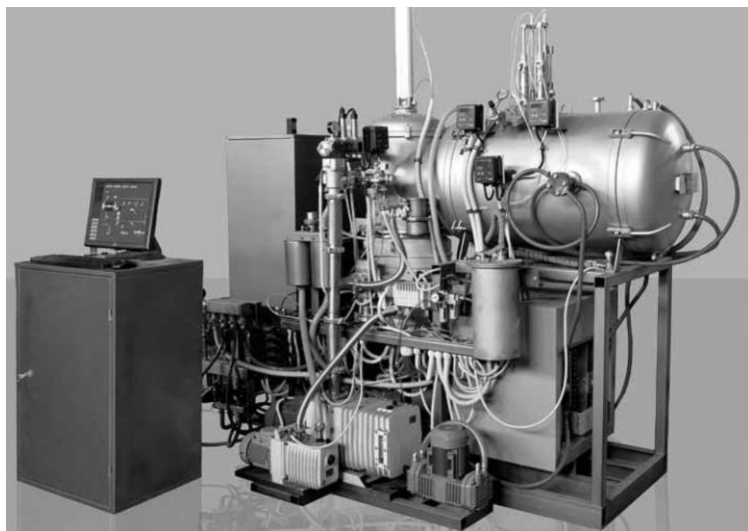


Рисунок 1. Вакуумная дистилляционная печь ВОж-16-22

Эксперименты с газообразными восстановителями ($\text{C}_2\text{H}_2 - 10 \text{ кПа} + \text{Ar} - 24 \text{ кПа}$ с диссоциацией ацетилена) или CO_2 (наличие в печи нагревательного блока из УУКМ приводит к образованию CO по реакции Будуара) показали отсутствие восстановления оксида кальция, как при постоянной атмосфере газа-восстановителя, так и при проведении циклического режима (рис. 2).

Наличие в составе оксида кальция заметного количества карбоната кальция (в отечественном сырье доля карбоната кальция

в оксиде достигает 15—20 масс.%), а тем более применение двуокиси углерода в печи с нагревателями из углеродного материала приводит к выходу из строя нагревателя. На рис. 3. показано разрушение электрического контакта нагревателя печи после проведения экспериментов с CO_2 . Между секцией нагревателя и токоподводом образовалась магистральная трещина.

Возможность получения металлического кальция как продукта диссоциации карбида кальция была проверена при проведении нагревов в вакууме 1 Па. На рис. 4 показана зависимость выхода кальция от температуры при постоянной выдержке — 3 час.

Как видно из представленных данных, заметный выход кальция соответствует температуре 1750 °С. Это не совпадает с расчетными данными работы [3], в которой приведены результаты термодинамических оценок реакции диссоциации карбида кальция с поправкой на изотерму Ван-Гоффа.

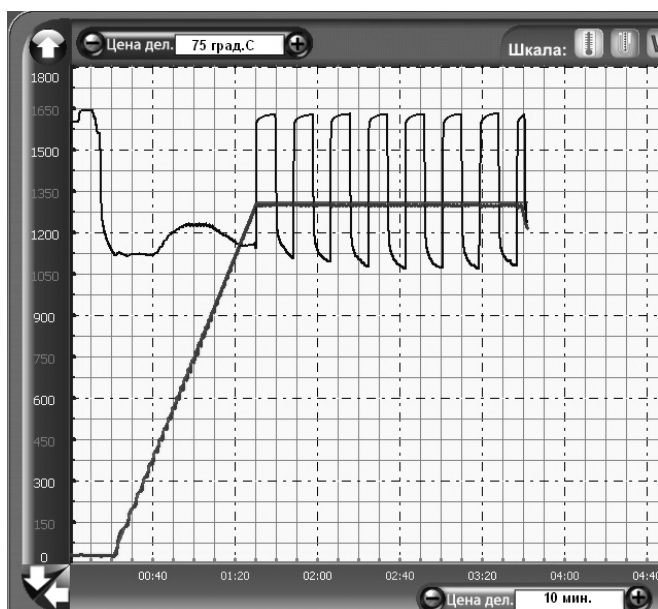


Рисунок 2. Кривая нагрева шихты, состоящей из оксида кальция, с циклическим напуском газа и последующей выдержкой при откачке. На рисунке: красная линия — показания регулирующей терморпары, зеленая — линия температурного задатчика; синяя — остаточное давление в печи



Рисунок 3. Разрушение углеродного нагревателя печи ВОж-16-22 после проведения экспериментов с CO_2

В соответствие с этими оценками температура начала диссоциации при давлении 10^{-3} атм. должна составлять 1800 К, а при давлении 10^{-4} атм. — 1560 К. Причиной такого несоответствия, видимо, является то обстоятельство, что при выводе уравнения изотермы Ван-Гоффа предполагается гомогенность системы, в которой происходит химическая реакция (наличие пара кальция и твердых углерода и карбида кальция делает систему гетерогенной), а также, то, что каждый участник реакции есть идеальный газ (очевидно, в рассматриваемой системе — это не так). Также вызывает большие сомнения принципиальная возможность применения стандартных термодинамических расчетов, например, по алгоритму Темкина-Шварцмана, для реальных необратимых термических процессов, сопровождаемых испарением, образованием и растворением промежуточных соединений, изменением межфазных границ.

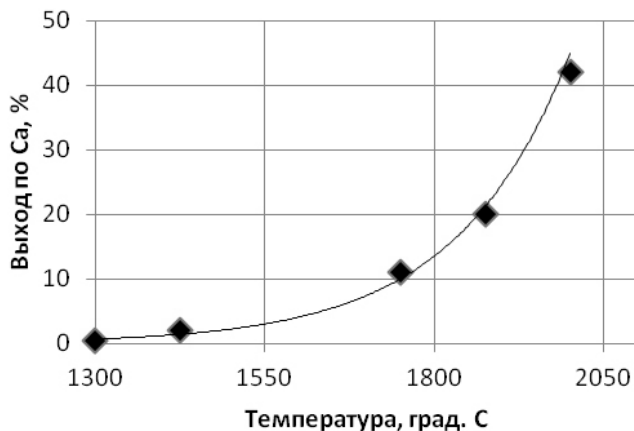


Рисунок 4. Выход кальция при дистилляции карбида кальция в зависимости от температуры при постоянном давлении 1 Па и времени выдержки 3 час

Образующийся при диссоциации CaC_2 углерод обладает низкой эрозивной стойкостью и требует применения специальных мер, предотвращающих осаждение продуктов износа в местах электрических вводов в герметичный объем, а также исключающих попадание частиц углерода в откачную систему. Как показали прямые эксперименты, при скорости откачки (скорости напуска воздуха) более 50 Па/с в диапазоне давлений > 30 кПа происходит «разброс» углерода по рабочему пространству печи, а, следовательно, возникает опасность его попадания в систему откачки и на дизлектрические вводы.

Следовательно, применение прямой диссоциации карбида кальция требует проведение процесса в области высоких температур (выше 1750°C); время откачки и напуска воздуха при этом будет составлять до 1 часа. При стоимости карбида кальция 60—65 руб./кг [9] получение кальция из такого сырья при существующих ценах на кальций вряд ли рентабельно.

В настоящее время единственным методом металлотермического получения кальция, применяемым в промышленности, является способ алюминотермического восстановления оксида кальция. Для гетерогенной системы CaO-Al (расплав) — Ca (газ) при прочих равных параметрах кинетика восстановления определяется размерами межфазной границы раздела. В этой связи были изучено влияние

предварительного рассеивание оксида кальция на величину выхода кальция, а также влияние размера вводимого алюминия на выход кальция.

На рис.5. показана зависимость выхода кальция (относительного выхода) от среднего размера порошка СаО (после разделения фракций по размерам) после восстановления при температуре 1300 °С, времени выдержки 3 час. и остаточном давлении 1—10 Па. В отличие от данных работы [5], обнаружена немонотонная зависимость выхода от размера частиц оксида кальция, которая с величиной достоверной аппроксимации $R^2=0,93$ может быть записана как полином 2-ой степени. Максимальный выход соответствовал размеру фракции $x: 0,63 \leq x \leq 0,8$ мм.

Обратная задача определение влияния размера алюминия на выход кальция при алюминотермическом восстановлении СаО была рассмотрена при сравнении восстановления оксида кальция с использованием алюминия АПВ и алюминиевой проволоки АД1. В табл.1 приведен фракционный состав порошка АПВ и распределение по длине алюминиевой проволоки.

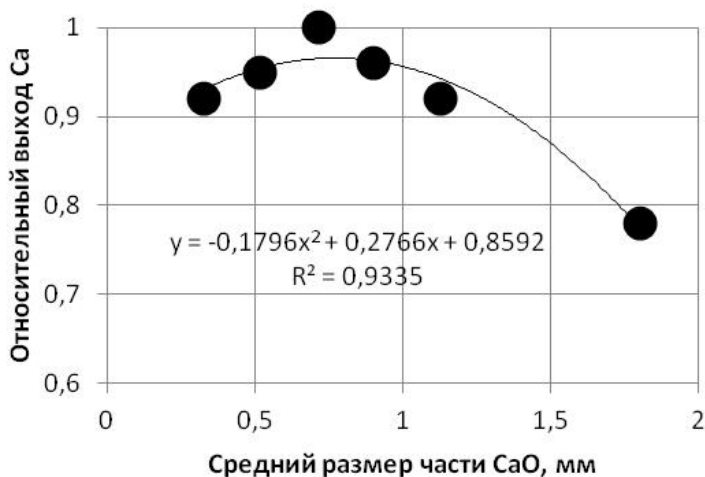


Рисунок 5. Относительный выход кальция при алюминотермическом восстановлении оксида в зависимости от размера частиц СаО; доверительный интервал в определении выхода соответствует «диаметру» точки

Таблица 1.

**Гранулометрический состав (размеры в мм) АПВ
и распределение по длине L проволоки АД1, примененных
в качестве восстановителей**

	Процентное содержание фракций, %							
	$1,6 \leq x < 2,5$	$1,25 \leq x < 1,6$	$1 \leq x < 1,25$	$0,63 \leq x < 1$	$0,16 \leq x < 0,2$	$L \leq 2$	$2 < L \leq 3$	$3 < L \leq 5$
АПВ	33,3	33,6	20,9	12,1	0,1	–	–	–
АД1	–	–	–	–	–	12	35	53

Несмотря на очевидные различия в величине поверхности алюминиевых восстановителей, выход кальция по указанному выше режиму в случае применения порошка АПВ был выше всего на 7 % (доверительный интервал в определении выхода $\pm 1,2$ %) по сравнению с применением проволоки при одинаковом массовом количестве алюминия.

Таким образом, применение предварительной операции отсева оксида кальция оказывает незначительное влияние на величину выхода; то же относится и к размеру примененного восстановителя (в исследованном диапазоне).

При алюминотермическом (АПВ) восстановлении в составе шихты были идентифицированы следующие фазы: $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$, $12\text{CaO} \cdot 7\text{Al}_2\text{O}_3$ и Al_2Ca . На рис.6 показана микроструктура шихты после проведения алюминотермического восстановления (температура 1350°C , выдержка в течение 3 час. при остаточном давлении 1 Па). Обращает на себя внимание наличие ярко выраженных линейных структурных элементов толщиной 10^2 — 10^3 нм (рис. 6, а,б — съемка с поверхности).

Состав этих структурных элементов, точнее, соотношение содержания кальция к алюминию (рис. 7.) не позволяет «приписать» линейные структурные элементы ни к одной из идентифицированных фаз: в них «завышено» количество алюминия.

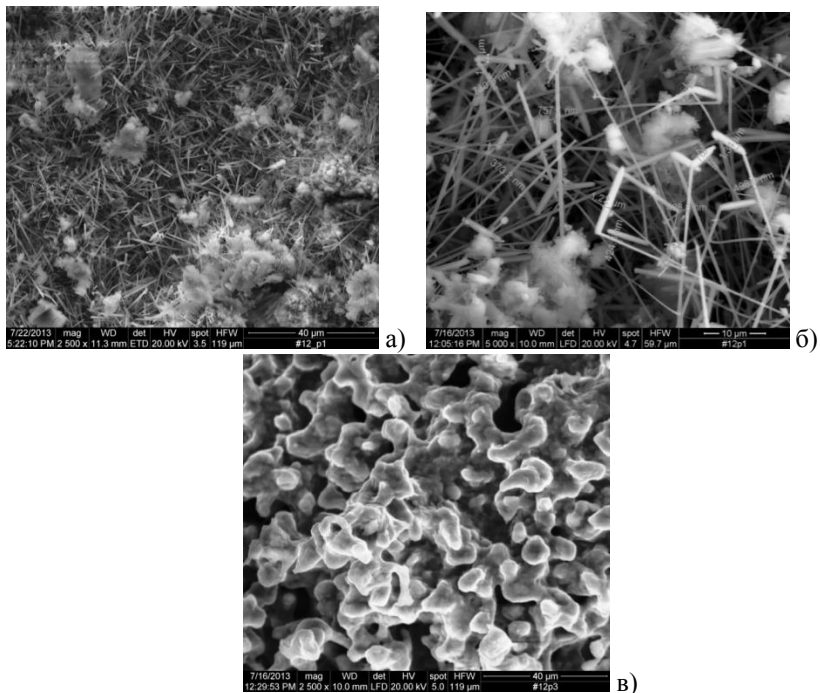


Рисунок 6. Микроструктура брикета после алюмотермического восстановления во вторичных и обратно рассеянных электронах (а) и во вторичных электронах (б,в): а,б — съемка с внешней поверхности образца; в — съемка с поверхности излома

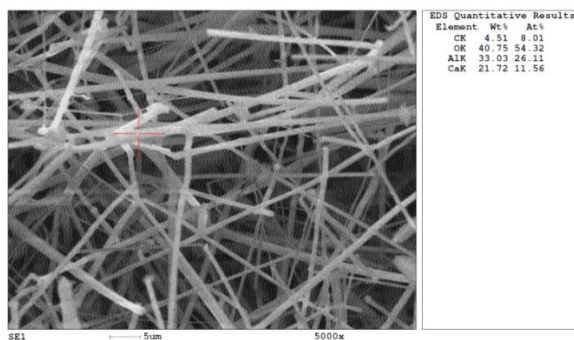


Рисунок 7. Элементный состав линейной структуры брикета после проведения алюмотермического восстановления

Если предположить, что измеренная величина состава связана с раствором $\text{Al}_2\text{Ca}-\text{Al}_4\text{Ca}$, имеющим область гомогенности более 10 % Ca (раствор на базе Al_2Ca в приблизительном соотношении интерметаллидов 75:25), то это устраняет «противоречие» между результатами РФА и РЭМ.

Линейные размеры составляют 200—500 мкм, что близко к размеру фракций CaO . В то же время съемка с поверхности излома образца не выявила наличие подобных структурных элементов (рис. 6, в). Поверхности съемки отличаются условиями смачиваемости.

Вблизи светлой границы (рис. 8.) — смесь алюминатов кальция $3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$, $12\text{CaO}\cdot 7\text{Al}_2\text{O}_3$.

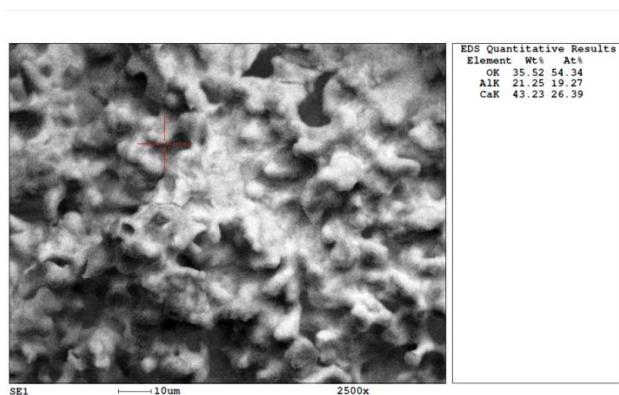


Рисунок 8. Элементный состав вблизи светлой границы после проведения алюминотермического восстановления

Проведенные эксперименты дают основание полагать, что смачиваемость восстановителем межфазной границы играет значительную роль в металлотермическом восстановлении оксида кальция. Поскольку одной из основных статей расхода при проведении алюминотермического восстановления является стоимость алюминия, были проведены эксперименты по изучению возможности замены алюминия более дешевым восстановителем.

В качестве восстановителей применяли технический кремний Kr00 , ферросилиций ФС 75 в различных отношениях с порошком вторичного алюминия АПВ. При применении железа в его составе присутствовали 1,2—2,0 % Si и 0,4—0,7 % Mn.

Порошки смешивали с оксидом кальция в массовом соотношении 80 % оксида и 20 % металла-восстановителя с последующим

прессованием в брикеты. В табл. 2 показаны составы восстановителей (ат.%) и величина выхода по кальцию. При выбранном режиме (температура 1350 °С, выдержка в течение 3 час. при остаточном давлении 1 Па) восстановитель находится в жидком состоянии; в табл. 2 также указана температура ликвидуса восстановителя [8].

Таблица 2.

**Состав исследованных восстановителей оксида кальция
и выход кальция**

№ смеси	Восстановитель, ат. %			Выход по Ca, %	Т ликвидуса, °С [8]
	Al	Si	Fe		
1	100	—	—	57	660
2	76	24	-	43	760
3	51	49	-	39	1020
4	26	74	-	27	1250
5	89,3	9,2	1,5	51	735
6	72,8	23,3	3,9	47	880
7	50,8	42,2	7	38	1040
8	—	85,7	14,3	17	1320

Таблица 3.

Состав кальция

№ смеси	Примеси, масс. %						
	Mg	Al	Si	Fe	Mn	K	Na
1	0,44	0,50	0,05	0,003	0,049	0,002	0,001
3	0,41	0,05	0,03	0,002	0,02	0,015	0,015
4	0,35	0,04	0,06	0,002	0,02	0,003	0,006
8	0,40	0,04	0,04	0,005	0,02	0,009	0,012
Электролиз "ЧМЗ"	0,0005	0,012	0,016	0,0036	0,0026	0,003	0,01

Анализ представленных результатов свидетельствует о сложном влиянии состава и температуры ликвидуса восстановителя на выход кальция. Так, выход кальция (табл. 2), полученный при восстановлении смесью 76 % Al — 24 % Si (№ 2), меньше выхода кальция при восстановлении смесью 72,8 % Al — 23,3 % Si — 3,9 % Fe (№ 6).

Обычный подход к интерпретации результатов, полученных при восстановлении CaO, предусматривает, что скорость образования кальция на конденсаторе на начальных стадиях определяется испарением, а затем — встречной диффузией кальция в оксиде и металла восстановителя к поверхности раздела. Однако это не позволяет объяснить того факта, что рассчитанная, например, по данным [1, 4] энергия активации процесса (соответственно 47 кДж/моль и 42 кДж/моль) в 3—4 раза отличаются и от значений теплоты испарения кальция, и от значений энергии активации диффузии кальция в структурах, близких к алюмосиликатам кальция [10].

Исходя из того, что устойчивое равновесие системы с постоянной температурой и объемом соответствует минимуму свободной энергии Гельмгольца, а также — исходя из модели, в которой при наличии смачиваемости на физическом рельефе поверхности раздела, происходит перемещение расплава металла-восстановителя, можно получить зависимость выхода Y от температуры T процесса в виде соотношения:

$$Y = K \times \ln(T/T_{liq}) \times \exp(-Q/RT),$$

где: K — постоянный для данного восстановителя коэффициент пропорциональности;

T_{liq} — температура плавления для однокомпонентного восстановителя или температура ликвидуса многокомпонентного восстановителя;

R — газовая постоянная;

Q — теплота испарения кальция.

Приведенное выше соотношение вполне удовлетворительно согласуется с известными нам данными по металлотермическому восстановлению оксида кальция.

Переход от алюминия к иному восстановителю приведет к изменению T_{liq} . Повышение температуры восстановления сопровождается повышением расхода электроэнергии вакуумной электропечи. Таким образом, одновременный учет стоимости металла-восстановителя и стоимость электроэнергии на единицу массы кальция позволит выйти на оптимальный режим восстановления.

Типичное изменение мощности в установившемся режиме (нет зависимости от скорости нагрева) дистилляционной вакуумной электропечи приведено на рис. 9. Наличие «составляющей» по теплопроводности футеровки делает зависимость тепловых потерь

от температуры (при постоянной толщине футеровки) более сложной, чем это следует из закона Стефана-Больцмана.

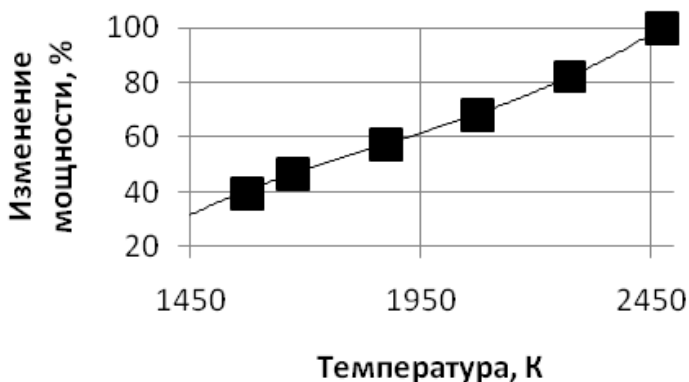


Рисунок 9. Изменение мощности в установившемся режиме вакуумной печи с нагревательным блоком из УУКМ от температуры нагрева. За 100 % принята мощность при температуре 2200 °С

Выводы:

1. Применение газовых восстановителей водорода и оксида углерода не приводит к восстановлению оксида кальция.
2. Получение металлического кальция диссоциацией карбида кальция протекает в вакууме 1 Па при температурах не ниже 1750 °С. Образующаяся при этом сажа требует применения специальных мер при откачке и напуске воздуха.
3. При металлотермическом восстановлении выход кальция зависит от превышения температуры восстановления над температурой плавления (температурой ликвидуса) восстановителя и его индивидуальных свойств. Стоимость восстановителя может быть снижена, например, за счет введения в алюминий железного порошка.

Список литературы:

1. Ватулин И.И., Минков О.Б., Сухарев А.В. и др. Высокотемпературное алюминотермическое восстановление оксида кальция.// Материаловедение, — 2009, — № 3, — С. 46—50.
2. Кудрин В.А. Внепечная обработка чугуна и стали. М.: Металлургия, 1992. — 336 С.

3. Кулифеев В.К., Кропачев А.Н., Божко Г.Г., Елсукова М.А. Термодинамический анализ системы $\text{CaCO}_3\text{-CaO-C}$ при карботермическом восстановлении кальция в вакууме. Сб научн. трудов SWorld «Перспективные инновации в науке, образовании и транспорте» Одесса, — 2012, — Вып. 2, — Т. 8, — С. 66—72.
4. Кулифеев В.К., Кропачев А.Н., Миклушевский В.В., Ватулин И.И. Технология алюмотермического получения кальция и аппаратное оформление процесса// Цветные металлы, — 2004, — № 10, — С. 58—61.
5. Матвиенко И.И., Деменев Н.В. Алюмотермическое восстановление окиси кальция, Труды института химии. Уральский филиал АН СССР, — 1958, — вып. 2, — С. 121—131.
6. Обзор рынка кальция металлического в России и мире. [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://www.infomine.ru>. август 2011 г. — 102 С.
7. Патент РФ № 2288967, 28.04.2008.
8. FACT-Win/F*A*C*T and ChemSage/SOLGASMIX — [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://www.crct.polymtl.ca/fact/documentation/> (дата обращения 11.04.13).
9. [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: http://www.chemservice.ru/materials/karbid_kalcija/ (дата обращения 19.08.13).
10. Schwandt C.S., Cygan R.T., Westrich H.R. Ca self-diffusion in grossular garnet// American Mineralogist, — 1996, — vol. 81, — pp. 448—451.
11. Vapalahti S., Louhenkilpi S., Miettinen J., Numerical simulation of continuous casting. Conference on simulation and modeling. Finland, Oulu, 2002, 26—27 September, p. 216—223.

СЕКЦИЯ 7.

СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДЕФОРМАЦИЙ ИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ И ИХ ЭЛЕМЕНТОВ

Кузнецов Олег Федорович

*почетный геодезист России, доцент каф. «Строительство»
Филиала НОУ ВПО МТИ «ВТУ» в г. Оренбурге,
г. Оренбург*

E-mail: st@mti-orenburg.ru

Миронов Николай Александрович

*доцент кафедры «Строительство»
Филиала НОУ ВПО МТИ «ВТУ» в г. Оренбурге,
г. Оренбург*

E-mail: st@mti-orenburg.ru

EVALUATION OF ENGINEERING CONSTRUCTIONS AND ITS ELEMENTS' DEFORMATIONS

Oleg Kuznetsov

*honoured surveyor of Russia, associate professor of Faculty
of Construction, Branch of Non-state Educational Establishment HVE
Moscow Technological Institute "World Technological University",
Orenburg*

Nikolay Mironov

*associate professor of Faculty of Construction, Branch of Non-state
Educational Establishment HVE Moscow Technological Institute
"World Technological University",
Orenburg*

АННОТАЦИЯ

Огромное значение для определения прочности и устойчивости сооружений имеет наблюдение за сдвигами, осадками и деформациями сооружений. Контроль эксплуатационного состояния сооружений осуществляется путем комплексных натурных наблюдений за изменениями перечисленных характеристик, для чего создаются специальные измерительные комплексы, в состав которых входит комплект геодезического контроля стабильности (ГКС). Анализ параметров пространственной стабильности позволяет решать задачи контроля эксплуатационного состояния сооружений.

ABSTRACT

Surveillance over construction simple shears, sets and deformations is of great importance for the sake of resistibility and stability of constructions' evaluation. Operational status control of constructions is monitored by complex field observations of the stated characteristics' changes. Therefore special measurement systems are made, which include a package of geodesic control of stability. Parameter analysis of dimensional stability allows solving the issues of operational status control of constructions.

Ключевые слова: деформации сооружений.

Keywords: construction deformations.

Наблюдение за сдвигами, осадками и деформациями сооружений имеет огромное значение для определения прочности и устойчивости сооружений, для своевременного предотвращения их разрушения или своевременного сигнала о наступлении аварийного состояния.

Контроль эксплуатационного состояния сооружений осуществляется путем комплексных натурных наблюдений за изменениями перечисленных характеристик. Эти наблюдения выполняют с использованием различных методов и средств: тензометрических, динамометрических, акустических, вибрационных, магнитометрических, радиационных, геодезических и других [1].

Использование этих методов и средств с целью получения достаточно полной, точной и достоверной информации о характеристиках эксплуатационного состояния является сложной инженерной задачей. Для ее решения на объектах создают специальные измерительные комплексы, получившие название систем испытаний и долговременного контроля (ИДК). В состав систем ИДК входит ряд подсистем (комплектов) контроля характеристик эксплуатационного

состояния сооружений, в том числе комплект геодезического контроля стабильности (ГКС) [3].

В зависимости от характера перемещений и деформаций сооружений и их конструктивных элементов геодезический контроль стабильности можно разделить на пять основных видов, отличающихся применяемыми геодезическими приборами и методами измерений, размещением и конструкцией опорных сетей и деформационных марок комплекта ГКС на объекте:

- ГКС высотного положения — высотный контроль (ВК). Он применяется для сооружений и их элементов, перемещающихся в вертикальном направлении (определяются осадки, подъемы, вертикальные деформации — удлинения, укорочения и др.);

- ГКС планового положения — плановый контроль (ПК). Этот вид контроля применяется для сооружений и их элементов, перемещающихся в горизонтальном направлении (определяются плановые перемещения — сдвиги);

- ГКС азимутального положения — азимутальный контроль (АК). Такой контроль применяется для сооружений и их элементов, разворачивающихся вокруг вертикальной оси (определяются азимутальные развороты);

- ГКС кренов — контроль кренов (КК). Он применяется для элементов, разворачивающихся вокруг горизонтальной оси (определяют крены);

- КС трещин — контроль трещин (КТ) в конструкциях. Этот контроль применяется для определения высоты (глубины) и раскрытия трещин.

Совместное применение высотного и планового контроля (ВК + ПК) позволяет определять общие перемещения сооружений, происходящие в пространстве, а совместное применение контроля азимутального положения (разворотов) и кренов (АК + КК) позволяет определять развороты вокруг наклонных осей.

Анализ параметров пространственной стабильности, совместно с материалами других видов натуральных наблюдений, позволяет решать следующие задачи контроля эксплуатационного состояния сооружений:

- оценивать и прогнозировать несущие и защитные свойства, работоспособность, надежность и другие характеристики конструкции и сооружений в действительных условиях эксплуатации;

- определять допустимость изменения величины и характера эксплуатационных воздействий либо необходимость усиления конструкций при изменяющихся воздействиях;

- выявлять причины недопустимых изменений, параметров пространственной стабильности и принимать действенные меры по устранению этих причин;
- планировать сроки и объем планово-предупредительных ремонтов и реконструкции сооружений;
- решать ряд научно-исследовательских задач, таких, как совершенствование теории расчета и конструирования элементов сооружений, разработка способов оптимального возведения и эксплуатации объектов и др.

В решении комплекса задач инженерно-геодезического обеспечения эксплуатации объектов принимают участие проектные, заказывающие, строительно-монтажные, научно-исследовательские организации, эксплуатирующие организации [1].

Проектная организация на основании технического задания (ТЗ) заказчика разрабатывает проект создания комплекта ГКС и эксплуатационную документацию, а также программу геодезического контроля стабильности сооружений. В программе устанавливаются перечень сооружений и конструктивных элементов, подлежащих контролю, точностные требования, методы измерений, порядок и сроки, методика обработки результатов измерений, отчетная документация и порядок ее использования при оценке характеристик эксплуатационного состояния сооружений.

Строительно-монтажные организации осуществляют одновременно со строительством сооружений создание комплектов ГКС, а также геодезические наблюдения за перемещениями и деформациями сооружений в период строительства [3].

Служба эксплуатации или специальные подразделения геодезического контроля стабильности осуществляют во время эксплуатации сооружения наблюдения за перемещениями деформациями, обработку материалов наблюдений, составляют предварительные заключения о характере и допустимости перемещений и деформаций сооружений и их конструктивных элементов.

Научно-исследовательские, а также другие специализированные (геодезические) организации могут привлекаться к работам по инженерно-геодезическому обеспечению эксплуатации сооружений на всех этапах создания и использования комплектов ГКС: к разработке ТЗ на проектирование совместно с организациями заказчика, к осуществлению проектирования и авторского надзора за строительством совместно с проектной организацией, наблюдением за перемещениями и деформациями сооружений на этапах строительства и эксплуатации объектов. Научно-исследовательские организации

обычно осуществляют оценку эксплуатационного состояния сооружений по данным контроля комплектом и другими комплектами систем ИДК, а также решают возникающие научно-исследовательские задачи.

Определяющими факторами при организации геодезического контроля стабильности являются вид, необходимый объем и характер использования информации о перемещениях и деформациях сооружений, а также требования к точности и периодичности измерений.

В зависимости от требуемой информации проектом предусматривается создание и эксплуатация одного, нескольких или всех пяти видов ГКС на объекте. Создание и эксплуатация всех пяти видов ГКС характерны для наиболее ответственных, уникальных сооружений. Для менее ответственных сооружений, но работающих в неблагоприятных гидрогеологических условиях (в пучинистых, просадочных грунтах и др.) обычно предусматривается высотный контроль, контроль кренов и контроль трещин.

Количество и капитальность пунктов опорных геодезических сетей, количество и размещение измерительных точек на сооружениях, точность используемых геодезических приборов и рекомендуемые методы измерений зависят от требуемого объема, точности и достоверности информации, от ожидаемого характера и величины перемещений, деформаций и их влияния на эксплуатационные характеристики сооружений и конструкций. Пункты опорных сетей должны быть устойчивыми в пространстве и во времени. Как правило, для повышения достоверности измерений они дублируются и располагаются на наивыгоднейших расстояниях от сооружений [5].

Деформационные марки располагают в местах, где перемещения и деформации могут изменять величину и направление: на участках действия различных нагрузок по обе стороны от осадочных и рабочих швов, в местах примыкания продольных стен, сильно нагружаемых конструкций, а также по осям симметрии сооружений. При размещении марок учитывают соображения сохранности их в процессе эксплуатации и удобства измерений (контролепригодность), а также другие факторы.

Требуемую точность определения параметров пространственной стабильности практически назначают, исходя из величины ожидаемых перемещений и деформаций с учетом характера использования измерительной информации.

Если некоторый параметр пространственной стабильности S является самостоятельной характеристикой эксплуатационного состояния данного сооружения (конструкции), то среднеквадра-

тическая погрешность определения этого параметра принимается на порядок меньше его ожидаемого значения (1), т. е.

$$m_c \leq 0,1C. \quad (1)$$

Пусть, например, ожидаемый сезонный крен антенного сооружения составляет $\Delta_\alpha = 30 + 40''$. Тогда с целью установления факта отсутствия крена или измерения его действительной величины можно применить геодезические методы и средства, обеспечивающие определение крена с погрешностью (2):

$$m_{\Delta d} \leq 3 \div 4''. \quad (2)$$

Когда для данного типа сооружения (конструкции) нормированы предельные перемещения и деформации $S_{пр}$ и $\Psi_{пр}$, то для обнаружения приближения к ним можно использовать методы и средства контроля, обеспечивающие точности:

$$m_\psi \leq 0,1\Psi_{пр} \text{ и } m_s \leq 0,1S_{пр}. \quad (3)$$

Некоторые точностные характеристики контроля стабильности, получаемые при использовании современных геодезических приборов и методов измерений, приведены в таблице 1 [3].

Таблица 1.

Характеристика контроля стабильности

Наименование контроля	Средняя квадратическая погрешность	
	при контроле стабильности сооружения в целом	при контроле стабильности взаимного положения строительных конструкций
Контроль высотного положения	± 1 мм	$\pm 0,1$ мм
Контроль планового положения	$\pm (1+4)$ мм	$\pm 0,5$ мм
Контроль азимутального положения	$\pm (10-15)$ мм	$\pm (3-5)$ мм
Контроль кренов	$\pm (5-10)$ мм	$\pm (2-5)$ мм
Контроль трещин	-	$\pm 0,01$ мм

При определении периодичности измерений руководствуются следующим. Для получения наиболее полной и достоверной информации о перемещениях и деформациях геодезические измерения начинают вместе со строительством сооружений (иногда даже до его начала). Циклы измерений при строительстве приурочивают к моментам окончания отрывки котлована, возведения фундамента, возведения стен и т. д., а при эксплуатации — к моментам воздействия эксплуатационных нагрузок (до воздействия, в процессе воздействия и после него) и к сезонным изменениям гидрологического и климатического режимов (измерения один-два раза в сезон) [2].

Изменение контролируемого параметра стабильности C между циклами измерений i и $i+1$ рассчитывают по формуле (4):

$$\Delta C_{t,t+1} = C_{t+1} - C_t. \quad (4)$$

В установившемся режиме строительства или эксплуатации периодичности продолжительность контроля T_k устанавливают на основе анализа графика изменений параметра стабильности (см. Рис. 1). Необходимо стремиться к тому, чтобы минимальный промежуток времени t между соседними циклами измерений был достаточным для того, чтобы произошло изменение ΔC параметра C на величину, равную погрешности Δ его определения, т. е. чтобы $\Delta C \geq \Delta$. Величина допускаемой погрешности устанавливается с учетом целей контроля параметра и возможностей методов измерений (см. Табл. 1).

Практически промежуток времени t между текущим и последующим циклами измерений принимают по графику изменения параметра (на рисунке 1 — до цикла 8) равным времени изменения параметра на величину удвоенной предельной погрешности его определения (t_{8-9} — время изменения параметра C на величину 2Δ).

Систематические измерения параметров прекращают по причине их стабилизации, если в трех циклах подряд зафиксировано $\Delta C < \Delta$, далее необходимо проведение лишь контрольных измерений один раз в три-пять и более лет, а также после изменений эксплуатационной нагрузки.

В случае знакопеременных воздействий на сооружения измерения параметров проводят вплоть до выявления четкой картины и причин происходящего процесса.

Для организации и проведения цикла измерений в рамках общей программы геодезического контроля стабильности составляют календарный план, в котором определяют виды работ и последовательность их выполнения по сооружениям и на каждом сооружении, конкретные сроки начала и конца работ по каждому виду и сооружению, потребность в специалистах, перечень необходимых приборов, оборудования, расходных материалов, транспорта и т. д. [3].

Основные виды работ в каждом цикле измерений проводят в следующей последовательности:

- выполняют исследования и поверки геодезических приборов;
- готовят к измерениям пункты опорных геодезических сетей и деформационные марки;
- инструментально проверяют стабильность опорных геодезических сетей;
- проводят геодезические измерения положения деформационных марок;
- обрабатывают результаты геодезических измерений, оформляют отчетную документацию.

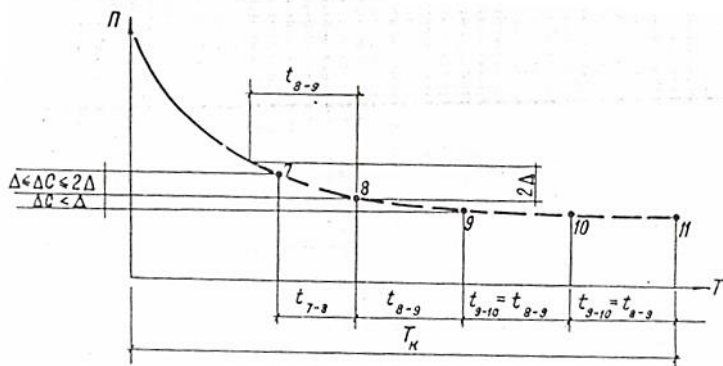


Рисунок 1. График изменений параметра стабильности

Исследования и поверки геодезических приборов выполняют в соответствии с требованиями действующих инструкций и руководств.

В процессе подготовки к измерениям проводят осмотр пунктов опорных сетей и деформационных марок, проверку сохранности

закладных частей, проверку и восстановление видимости по всем необходимым направлениям [4]. Стабильность опорных геодезических сетей проверяют путем инструментального определения элементов геодезических измерений между пунктами сетей (превышений, углов, направлений, расстояний) и сравнения их с элементами предыдущих циклов измерений.

Геодезические измерения положения деформационных марок и обработка результатов измерений с целью определения по ним перемещений и деформаций (параметров пространственной стабильности) сооружений и конструктивных элементов являются завершающими и наиболее ответственными этапами цикла геодезических работ.

Список литературы:

1. Интулов И.П. Инженерная геодезия / И.П. Интулов. Воронеж, 2006. — 273 с.
2. Кузнецов О.Ф. Геодезическое обеспечение строительства и эксплуатации сооружений / О.Ф. Кузнецов. Оренбург: Экспресс-печать, 2008. — 201 с.
3. Кузнецов О.Ф. Инженерная геодезия / О.Ф. Кузнецов. М.: МГСУ, 2013. — 363 с.
4. СНиП 3.01.03-84 Геодезические работы в строительстве.
5. Федотов В.А. Инженерная геодезия / В.А. Федотов. М.: Высшая школа, 2007. — 463 с.

ОЦЕНКА ЧИСЛОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ДЕФОРМАЦИЙ СООРУЖЕНИЙ

Кузнецов Олег Федорович

*почетный геодезист России, доцент каф. «Строительство»
Филиала НОУ ВПО МТИ «ВТУ» в г. Оренбурге,
г. Оренбург*

E-mail: st@mti-orenburg.ru

Вагнер Елена Станиславовна

*преподаватель кафедры «Строительство»
Филиала НОУ ВПО МТИ «ВТУ» в г. Оренбурге,
г. Оренбург*

E-mail: st@mti-orenburg.ru

EVALUATION OF NUMERICAL CHARACTERISTICS OF CONSTRUCTION DEFORMATIONS

Oleg Kuznetsov

*honoured surveyor of Russia, associate professor of Faculty
of Construction, Branch of Non-state Educational Establishment HVE
Moscow Technological Institute “World Technological University”,
Orenburg*

Elena Vagner

*teacher of Faculty of Construction, Branch of Non-state Educational
Establishment HVE Moscow Technological Institute
“World Technological University”,
Orenburg*

АННОТАЦИЯ

В статье рассмотрен пример оценки числовых характеристик деформаций сооружений на примере вертикальных перемещений (осадок) и кренов сооружения. Оценка эксплуатационного состояния сооружений осуществляется путем сравнения накопленных осадок и кренов с их предельно допустимыми величинами. Уменьшение (затухание) скоростей свидетельствует о стабилизации пространст-

венного положения сооружений. По графику может быть оценено фактическое напряженно-деформированное состояние и запас несущих свойств отдельных элементов сооружений, а на их основе рассчитана надежность сооружений.

ABSTRACT

The article briefly reviews an example of evaluation of construction deformations' numerical characteristics based on vertical movements (settlements) and construction tilts. Constructions' operational status evaluation is monitored by comparison of accumulated settlements and tilts with its maximum permissible values. Deceleration (damping) indicates attitude hold of constructions. According to schedule it is possible to estimate the factual strain-stress distribution and lift characteristics of particular construction elements; then on its basis could be evaluated structure safety of constructions.

Ключевые слова: числовые характеристики, деформации сооружений.

Keywords: numerical characteristics; construction deformations.

Числовые характеристики деформаций сооружений можно получить в результате геодезических измерений и наблюдений, которые ведутся по мере возведения сооружений, после их завершения и сравнения результатов измерений, выполненных в разное время. Оценим числовые характеристики на примере вертикальных перемещений (осадок) и кренов сооружения [3].

Оценка материалов наблюдений начинается с тщательной проверки всех записей и вычислений в полевых журналах превышений между реперами и марками двумя исполнителями (в две руки). Округление выполняют обычно до 0,01—0,1 мм. Затем составляют схему нивелирования, на которое выписывают вычисленные превышения, полученные и допустимые невязки.

Уравновешивание каждого полигона осуществляют с использованием одного из способов, известных в геодезии [5]. После увязки превышений вычисляют отметки H_k каждой из N марок сооружения в данном цикле измерений, например $(i + I) - m$, а также среднеквадратические погрешности отметок в цикле (1):

$$m_{i+1} = \pm m_C \sqrt{n_x} , \quad (1)$$

где: n_x — число станций до наиболее удаленной точки хода;

m_c — среднеквадратическая погрешность отметки одной станции в цикле.

Перемещение (осадку) каждой марки в период между i -ми ($i + I$) — m циклами измерений вычисляют по формуле (2):

$$S_k = H_{ki} - H_{ki+1}. \quad (2)$$

Среднеквадратическую погрешность определения осадки из двух циклов вычисляют по формуле (3):

$$m_{S_k} = \pm \sqrt{m_i^2 + m_{i+1}^2}. \quad (3)$$

Результаты вычисления осадок сводят в таблицы, а так же выносят на схему сооружения. Для этого на схеме под номером каждой марки пишут величину ее осадки в миллиметрах за период между циклами измерений.

При существенной неравномерности осадок на план сооружения (см. Рис. 1) путем интерполяции между марками наносят линии равных осадок (для осадок 10, 20, 30 мм.) и т. д.

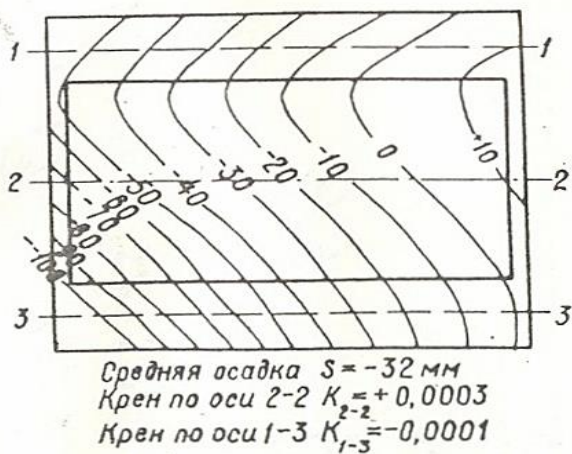


Рисунок 1. Линии равных осадок

По данным измерений и вычислений каждого цикла подсчитывают:

- среднюю осадку сооружения (4):

$$S_{cp} = \frac{\sum_1^N S_K}{N}, \quad (4)$$

где: $\sum_1^N S_K$ — сумма осадок всех N марок сооружения [3];

- относительный прогиб (выгиб) вдоль основных осей сооружения (5):

$$f = \frac{2S_2 - (S_1 + S_3)}{2L}, \quad (5)$$

где: S_1, S_3 — осадки крайних марок на оси сооружения, мм;

S_2 — осадка средней марки, мм;

L — расстояние между крайними марками, мм;

- крен сооружения (6):

$$K = \frac{S_1 - S_3}{L}. \quad (6)$$

При наличии вдоль оси сооружения более трех марок целесообразно строить в виде графика форму изогнутой оси (она может быть построена вдоль различных осей на основании плана с линиями равных осадок) [1].

По результатам длительных наблюдений за сооружением осуществляют построение графиков средних осадок, а также вычисление среднегодовых (сезонных, месячных) скоростей осадок и кренов (8):

$$V_S = \frac{S_K - S_H}{t}, \quad (7)$$

где: V_S — скорость осадки, мм/год (мм/сезон, мм/месяц);

t — период наблюдений;

S_K, S_H — средняя осадка в конце и начале наблюдений;

$$V_K = \frac{K_K - K_H}{t}, \quad (8)$$

где: V_K — скорость крена, $0/00/год$ ($0/00/сезон$, $0/00/месяц$);

t — период колебаний;

K_K, K_H — крен по направлению данной оси в конце и начале наблюдения.

После завершения работ по каждому циклу высотного контроля стабильности должны быть оформлены и подвергнуты анализу следующие материалы: планы (схемы) высотной опорной сети и деформационных марок с нанесенными на них осадками и кренами за период между циклами, а также изолиниями осадок (линиями равных осадок); сводные таблицы осадок и кренов предпоследнего и последнего циклов контроля; графики осадок и кренов для всего периода контроля (всех циклов, включая последний); полевые вычисления, краткую пояснительную записку.

Оценка эксплуатационного состояния сооружений осуществляется путем сравнения накопленных осадок и кренов с их предельно допустимыми величинами и путем анализа скоростей осадков и кренов. Уменьшение (затухание) скоростей свидетельствует о стабилизации пространственного положения сооружений [1].

По графику формы изогнутой оси с привлечением других характеристик (местных деформаций, физико-механических и геометрических характеристик) конструкций может быть оценено фактическое напряженно-деформированное состояние и запас несущих свойств отдельных элементов сооружений, а на их основе рассчитана надежность сооружений.

При других видах геодезического контроля стабильности сооружений (планового, азимутального и т. д.) для вычисления параметров пространственного положения используют формулы. Обработка параметров и использование их для оценки эксплуатационного состояния сооружений осуществляется по принципиальной схеме, аналогичной рассмотренной выше для контроля осадок и кренов. Результаты контроля оформляются в виде таблиц, схем и графиков плановых перемещений, азимутальных разворотов и трещин. Эксплуатационное состояние сооружений оценивается

путем изучения скоростей протекания процессов плановых перемещений, азимутальных разворотов и развития трещин.

Список литературы:

1. Интулов И.П. Инженерная геодезия / И.П. Интулов. Воронеж, 2006. — 273 с.
2. Кузнецов О.Ф. Геодезическое обеспечение строительства и эксплуатации сооружений / О.Ф. Кузнецов. Оренбург: Экспресс-печать, 2008. — 201 с.
3. Кузнецов О.Ф. Инженерная геодезия / О.Ф. Кузнецов. М.: МГСУ, 2013. — 363 с.
4. СНиП 3.01.03-84 Геодезические работы в строительстве.
5. Федотов В.А. Инженерная геодезия / В.А. Федотов. М.: Высшая школа, 2007. — 463 с.

ФОРМИРОВАНИЕ ОСНОВНОГО МАТРИЧНОГО УРАВНЕНИЯ МЕТОДА ГРАНИЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ДЛЯ РАСЧЕТА НАПРЯЖЕННО- ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ НАДЗЕМНОГО МАГИСТРАЛЬНОГО НЕФТЕПРОВОДА

Смирнов Владимир Викторович

*ассистент кафедры транспорта углеводородных ресурсов
Тюменского государственного нефтегазового университета,
г. Тюмень.*

E-mail: smirnovvladimir@mail.ru

Земенков Юрий Дмитриевич

*д-р техн. наук, проф., заведующий кафедрой транспорта
углеводородных ресурсов
Тюменского государственного нефтегазового университета,
г. Тюмень.*

E-mail: zemenkov@tsogu.ru

FORMATION OF THE BASIC MATRIX EQUATIONS BY BOUNDARY ELEMENT TECHNIQUE FOR CALCULATION OF THE STRAINED-DEFORMED STATE OF ABOVE-GROUND MAIN OIL PIPELINES

Vladimir Smirnov

*assistant of the Department of Transport of hydrocarbon resources
of the Tyumen State Oil and Gas University,
Tyumen*

Yuri Zemenkov

*doctor of Technical Sciences, professor, head of the transport
of hydrocarbon resources of the Tyumen State Oil and Gas University,
Tyumen*

АННОТАЦИЯ

В статье рассматривается процесс формирования основного матричного уравнения метода граничных элементов, заполнение входящих в него векторов и матриц, для решения задачи расчета напряженно-деформированного состояния надземного участка магистрального нефтепровода с компенсатором, в балочном приближении.

ABSTRACT

The article presents the process of forming the basic matrix equation of the boundary element technique, the filling of vectors and matrix to solve the task of strained-deformed state for above-ground section of the main oil pipeline with a compensator, in bar approximation.

Ключевые слова: магистральный нефтепровод; метод граничных элементов; матрица; напряженно-деформированное состояние.

Keywords: main oil pipeline; boundary element technique; matrix; strained-deformed state.

Расчет напряженно-деформированного состояния магистральных нефтепроводов в настоящее время базируется на трех основных моделях: балочная модель, оболочечная модель, объемная модель [4]. В работах [3, 4] отмечается, что решение задачи в балочной модели есть первое приближение к получению картины НДС для протяженного объекта, необходимой для дальнейших исследований. Для решения этой задачи, как правило, применяются численные

методы, действующие в основе современных программ, среди них наиболее часто используется метод конечных элементов [8].

При рассмотрении надземных трубопроводов как протяженной конструкции в балочном приближении, актуальной альтернативой МКЭ является метод граничных элементов (МГЭ). Это объясняется тем, что изменения внешней нагрузки происходят только в местах крепления трубопровода к опорам, рассматриваемые как (границы стержней), в отличие от подземного трубопровода, который может иметь контакт с окружающим грунтом практически на всем протяжении трассы. Методика применения МГЭ к задачам строительной механики приведена в работах [1, 2]. Авторы этих работ доказывают преимущества метода МГЭ перед МКЭ для задач поперечного изгиба, которые являются значимой частью задач расчета НДС балочных конструкций. В частности автор указывает на сокращение количества ненулевых элементов матрицы МГЭ до 10 по сравнению с 16 в аналогичной матрице МКЭ. Также в работе [2] приводятся решения задач для различных простых балочных систем и продемонстрирована многочисленная сверка результатов с другими авторами, решавшими аналогичные задачи иными методами, что является подтверждением достоверности результатов получаемых при применении предлагаемых уравнений.

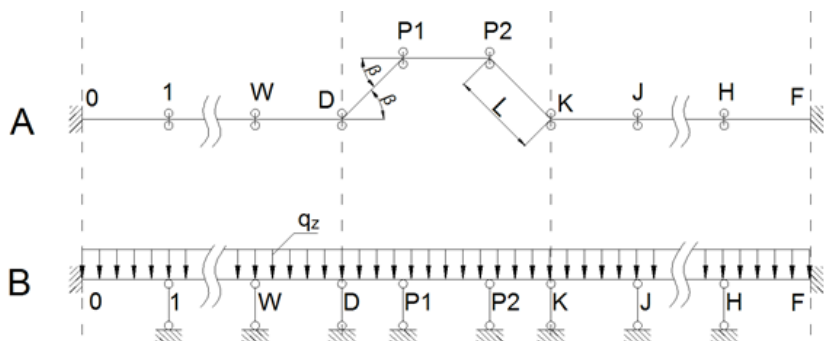


Рисунок 1. Расчетная схема надземного участка магистрального нефтепровода с П-образным компенсатором. А — вид сверху. Б — вид с боку

Рассмотрим процесс формирования основных матричных уравнений по методике, предложенной в [2] для решения задачи расчета надземного участка магистрального нефтепровода с П-образным компенсатором (см. рис. 1). Схема рассматривалась в работе [6],

в рамках разрабатываемого алгоритма расчета надземных трубопроводов, являющегося составной частью методики контроля НДС надземных трубопроводов предложенной в статье [5]. В качестве элемента рассматривается пролет между опорами. На схеме опоры 0 и F — неподвижные; 1, W, J, H — продольно-подвижные; D, P1, P2, K — свободно-подвижные. Основное матричное уравнение имеет вид (1)

$$Y(L) = A(L) \cdot X(0) + B(L) \rightarrow \\ \rightarrow A(L) \cdot X(0) - Y(L) = -B(L) \rightarrow A^*(L) \cdot X(0, L) = -B(L), \quad (1)$$

Векторы $Y(L)$ и $X(0)$ являются векторами значений параметров НДС стержней в граничных точках. Сущность преобразования $X(0)$ и $Y(L)$ в $X(0, L)$ (1) заключается в переносе ненулевых параметров $Y(L)$ на место нулевых параметров $X(0)$ при этом появляются компенсирующие элементы, обеспечивающие неизменность уравнения относительно первоначального. Кроме этого устанавливаются уравнения связи между зависимыми параметрами $X(0)$ и $Y(L)$, коэффициенты при зависимых параметрах также становятся компенсирующими элементами матрицы C . Матрица $A^*(L)$ является результатом сложения матриц $A(0)+C$, где $A(0)$ — матрица $A(L)$ с обнуленными столбцами номера которых являются номерами нулевых элементов $X(0)$, матрица C имеет масштаб матрицы A и заполнена компенсирующими элементами, образующимися при преобразовании $X(0)$ и $Y(L)$ в $X(0, L)$. Решение уравнения (1) позволяет получить начальные и конечные граничные параметры, на основании которых решаются известные уравнения строительной механики с зависимостью по продольной координате для поперечного изгиба в вертикальной и горизонтальной плоскости, кручения и растяжения сжатия. Перечисленные уравнения позволяют учесть необходимые нагрузки в соответствии с требованиями [7].

Для однозначного понимания дальнейшего изложения следует привести список принятых обозначений (см. табл. 1). В таблице 2 приведены данные о наличии нулевых и не нулевых элементов векторов $X(0)$ и $Y(L)$ для схемы на рисунке 1. Результат переноса параметров — итоговый вектор неизвестных значений $X(0, L)$ представлен в таблице 3.

Таблица 1.

Список принятых обозначений

vy	Поперечное перемещение в горизонтальной плоскости				
vz	Поперечное перемещение в вертикальной плоскости				
fy	Угол поперечного изгиба в горизонтальной плоскости				
fz	Угол поперечного изгиба в вертикальной плоскости				
My	Изгибающий момент в горизонтальной плоскости				
Mz	Изгибающий момент в вертикальной плоскости				
Qy	Поперечная сила в горизонтальной плоскости				
Qz	Поперечная сила в вертикальной плоскости				
Nk	Продольные усилия, создаваемые кольцевым напряжением вследствие действия внутреннего давления				
dt	Разница температур в момент закрепления участка и технологической температуры				
α	коэффициент температурного расширения материала трубопровода				
qy	Распределенная нагрузка в горизонтальной плоскости				
qz	Распределенная нагрузка в вертикальной плоскости				
A	Площадь сечения трубопровода (стенки)				
G	Модуль сдвига	Mk	Крутящий момент	N	Продольное усилие
E	Модуль упругости	Θ	Угол закручивания	u	Продольное перемещение
I	Осевой момент инерции	Iк	Полярный момент инерции	L	Длина пролета трубопровода

Таблица 2.

Нулевые и ненулевые значения элементов векторов начальных $X(0)$ и конечных $Y(L)$ граничных параметров

№ элем. (сверху вниз)	Вектор $X(0)$									Вектор $Y(L)$								
	1-12	13-24	25-36	37-48	49-60	61-72	73-84	85-96	97-108	1-12	13-24	25-36	37-48	49-60	61-72	73-84	85-96	97-108
Параметр	0-1	1-W	W-D	D-P1	P1-P2	P2-K	K-J	J-H	H-F	0-1	1-W	W-D	D-P1	P1-P2	P2-K	K-J	J-H	H-F
E _{Ivy}	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0
E _{Ify}	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
M _y	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Q _y	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
E _{Ivz}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E _{Ifz}	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
M _z	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Q _z	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
G _{lk} ⊖	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
M _k	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
E _{Au}	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
N	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Таблица 3.

Вектор неизвестных значений $X(0,L)$

1-12	13-24	25-36	37-48	49-60	61-72	73-84	85-96	97-108
MyH-F(L)	Qy1-W(L)	MkH-F(L)	ElvyD-P1(0)	ElvyP1-P2(0)	ElvyP2-K(0)	ElvyK-J(0)	QyJ-H(L)	QyH-F(L)
MzH-F(L)	Elfy1-W(0)	ElfyW-D(0)	ElfyD-P1(0)	ElfyP1-P2(0)	ElfyP2-K(0)	ElfyK-J(0)	ElfyJ-H(0)	ElfyH-F(0)
My0-1(0)	My1-W(0)	MyW-D(0)	MyD-P1(0)	MyP1-P2(0)	MyP2-K(0)	MyK-J(0)	MyJ-H(0)	MyH-F(0)
Qy0-1(0)	Qy1-W(0)	QyW-D(0)	QyD-P1(0)	QyP1-P2(0)	QyP2-K(0)	QyK-J(0)	QyJ-H(0)	QyH-F(0)
NH-F(L)	Qz1-W(L)	QzW-D(L)	QzD-P1(L)	QzP1-P2(L)	QzP2-K(L)	QzK-J(L)	QzJ-H(L)	QzH-F(L)
Qy0-1(L)	Elfz1-W(0)	ElfzW-D(0)	ElfzD-P1(0)	ElfzP1-P2(0)	ElfzP2-K(0)	ElfzK-J(0)	ElfzJ-H(0)	ElfzH-F(0)
Mz0-1(0)	Mz1-W(0)	MzW-D(0)	MzD-P1(0)	MzP1-P2(0)	MzP2-K(0)	MzK-J(0)	MzJ-H(0)	MzH-F(0)
Qz0-1(0)	Qz1-W(0)	QzW-D(0)	QzD-P1(0)	QzP1-P2(0)	QzP2-K(0)	QzK-J(0)	QzJ-H(0)	QzH-F(0)
Qz0-1(L)	GikO1-W(0)	GikOW-D(0)	GikOD-P1(0)	GikOP1-P2(0)	GikOP2-K(0)	GikOK-J(0)	GikOJ-H(0)	GikOH-F(0)
Mk0-1(0)	Mk1-W(0)	MkW-D(0)	MkD-P1(0)	MkP1-P2(0)	MkP2-K(0)	MkK-J(0)	MkJ-H(0)	MkH-F(0)
QyK-J(L)	EaU1-W(0)	EaUW-D(0)	EaUD-P1(0)	EaUP1-P2(0)	EaUP2-K(0)	EaUK-J(0)	EaUJ-H(0)	EaUH-F(0)
N0-1(0)	N1-W(0)	NW-D(0)	ND-P1(0)	NP1-P2(0)	NP2-K(0)	NK-J(0)	NJ-H(0)	NH-F(0)

Уравнения связи между конечными и начальными граничными параметрами в основном представляют равенство конечного и начального значений (в случае их существования: наличие символа 1 в таблице 2). При этом в матрицу С заносится компенсирующий элемент равный -1 (коэффициент при равенстве значений параметров равен 1, однако необходимо учесть знак перед вектором $Y(L)$), в ячейку номер строки которой равен номеру строки в векторе $Y(L)$, а номер столбца равен номеру строки в векторе $X(0)$. Перенос независимых параметров также сопровождается внесением компенсирующего элемента, по тому же принципу. Наиболее сложными являются уравнения, составленные для области компенсатора, т. е. пролетов W-D, D-P1, P1-P2, P2-K, рассмотрим их на примере W-D представленном в таблице 4. Из представленного примера видно,

что уравнения связи определяются геометрической формой участка и опорных условий.

Таблица 4.

Уравнения связи между конечными граничными параметрами W-D и начальными параметрами D-P1

№	Y(L)		Компенсир- рующий элемент	X(0)	№	Компенсир- рующий элемент	X(0)	№
25	EIvyW-D(L)	=	-cosb	EIvyD- P1(0)	37	-I/A*sinb	EAD- P1(0)	47
26	EIfyW-D(L)		-1	EIfyD- P1(0)	38			
27	MyW-D(L)		-1	MyD-P1(0)	39			
28	QyW-D(L)		-cosb	QyD-P1(0)	40	sinb	ND-P1(0)	48
29	EIVzW-D(L)=0							
30	EIfzW-D(L)		-1	EIfzD- P1(0)	42			
31	MzW-D(L)		-sinb	MkD-P1(0)	46	+ -cosb	MzD- P1(0)	43
32	QzW-D(L)							
33	GIkOW-D(L)		-1	GIkOD- P1(0)	45			
34	MkW-D(L)		sinb	MzD-P1(0)	43	-cosb	MkD- P1(0)	46
35	EADW-D(L)		a/l*sinb	EADyD- P1(0)	37	-cosb	EAD- P1(0)	47
36	NW-D(L)		-cosb	ND-P1(0)	48	-sinb	QyD- P1(0)	40

Для учета нагрузки используется вектор $V(L)$, в котором для случая надземного магистрального нефтепровода следует учитывать вертикальную совокупную нагрузку в вертикальной плоскости: собственный вес трубопровода, вес продукта, снеговая и гололедная нагрузка, — также ветровую нагрузку в горизонтальной плоскости, продольное расширение под воздействием внутреннего давления и температуры, а также силу трения на опорах, которая должна быть учтена для продольно подвижных и свободноподвижных опор.

Таблица 5.

Вектор нагрузки $V(L)$

		0-1, 1-W, W-D, P1-P2, K-J, J-H, H-F	D-P1, P2-K
Elvy	B1	$qy \cdot L^4/24$	$qy \cdot L^4/24 \cdot \cos(b)$
Elfy	B2	$qy \cdot L^3/6$	$qy \cdot L^3/6 \cdot \cos(b)$
My	B3	$qy \cdot L^2/2$	$qy \cdot L^2/2 \cdot \cos(b)$
Qy	B4	$qy \cdot L$	$qy \cdot L \cdot \cos(b)$
Elvz	B5	$-qz \cdot L^4/24$	$-qz \cdot L^4/24$
Elfz	B6	$-qz \cdot L^3/6$	$-qz \cdot L^3/6$
Mz	B7	$-qz \cdot L^2/2$	$-qz \cdot L^2/2$
Qz	B8	$-qz \cdot L$	$-qz \cdot L$
GkO	B9	0	0
Mk	B10	0	0
EaU	B11	$E \cdot A \cdot L \cdot \alpha \cdot dt + L \cdot Nk \cdot a$	$E \cdot A \cdot L \cdot \alpha \cdot dt + L \cdot Nk \cdot A$
N	B12	0	0

В таблице 5 приведен вектор $V(L)$ для данного примера без учета сил трения, так как этот вид нагрузки требует отдельного обоснования при вводе. Суммарная вертикальная и горизонтальная нагрузки рассматриваются как распределенные, учет продольных расширений под воздействием внутреннего давления и температуры вводится как конечное значение перемещения.

Таким образом, применимость метода граничных элементов к решению задач напряженно-деформированного состояния магистральных нефтепроводов вполне возможна и является относительно несложной. По полученным значениям граничных параметров на основании известных уравнений строительной механики можно построить линию деформированного состояния трубопровода, и при учете напряжений создаваемых внутренним давлением получить картину распределения напряжений на протяженных участках трубопровода.

Список литературы:

1. Баженов В.А. Строительна механика. Специальный курс. Применение метода граничных элементов / В.А. Баженов, В.Ф. Оробей, А.Ф. Дашенко, Л.В. Коломиец // Одесса: Астропринт. 2001. — 284 с.
2. Баженов В.А. Численные методы в механике / Баженов В.А. [и др.] Одесса: Драфт. 2005. — 564 с.
3. Ефимов А.И. Исследование НДС и оценка прочности трубопроводных систем: дис. канд. техн. наук : 01.02.06 / ПГТУ. Пермь. 2010. — 120 с.

4. Рудаченко А.В., Саруев А.Л. Исследования напряженно-деформированного состояния трубопроводов. Томск: Изд-во ТПУ. 2011. — 136 с.
5. Смирнов В.В. Повышение надежности эксплуатации надземных магистральных нефтепроводов на многолетнемерзлых грунтах / Смирнов В.В., Земенков Ю.Д. // Нефть и газ: Отдельный выпуск Горного информационно-аналитического бюллетеня (научно-технического журнала). М.: Издательство «Горная книга». — 2013. — № ОВЗ. — С. 197—208.
6. Смирнов В.В. Применение метода граничных элементов для расчета напряженно-деформированного состояния надземных магистральных нефтепроводов, проложенных на многолетнемерзлых грунтах / Смирнов В.В., Земенков Ю.Д. // Трубопроводный транспорт: теория и практика. — 2013. — № 4. — С. 18—23.
7. СНиП 2.05.06-85. Магистральные нефтепроводы. Введ.1986-01-01. С изм.1987,1990,1996 гг. М.: ВНИИСТМиннефтегазстроя, 1997. — 64 с.
8. Яваров А.В. Напряженно-деформированное состояние подземных трубопроводов / А.В. Яваров, Г.С. Колосова, В.В. Куроедов // Интернет-журнал «Строительство уникальных зданий и сооружений». — 2013. — № 1. — С. 1—10. [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://www.unistroy.spb.ru/>. Дата обращения: 6.09.2013.

СЕКЦИЯ 8.

СЕЛЬСКОЕ И ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО, АГРОИНЖЕНЕРНЫЕ СИСТЕМЫ

ОБОСНОВАНИЕ РАСЧЕТА РАЗМЕРОВ ЧАСТИЦ БИОГУМУСА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОЦЕССА ДРАЖИРОВАНИЯ СЕМЯН ЛЬНА-ДОЛГУНЦА

Спиридонов Анатолий Борисович

*аспирант, ФГБОУ ВПО Ижевская государственная
сельскохозяйственная академия,
г. Ижевск*

E-mail: Golun88@mail.ru

Дородов Павел Владимирович

*канд. техн. наук,
доцент, ФГБОУ ВПО Ижевская государственная
сельскохозяйственная академия,
г. Ижевск*

E-mail: pyd80@mail.ru

Копысова Татьяна Сергеевна

*аспирант, ФГБОУ ВПО Ижевская государственная
сельскохозяйственная академия,
г. Ижевск*

E-mail: Tan84@list.ru

JUSTIFICATION FOR THE CALCULATION OF PARTICLE SIZE VERMICOMPOST FOR PELLETING PROCESS SEED FLAX

Spiridonov Anatoly

*postgraduate student, FSBEI HPE Izhevsk State Agricultural Academy,
Izhevsk*

Dorodov Pavel

*candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
FSBEI HPE Izhevsk State Agricultural Academy,
Izhevsk*

Kopysova Tatiana

*postgraduate student, FSBEI HPE Izhevsk State Agricultural Academy,
Izhevsk*

АННОТАЦИЯ

В статье приведен расчет размеров частиц биогумуса, который позволяет эффективно провести процесс дражирования семян льна-долгунца.

ABSTRACT

The paper presents the calculation of the size of the particles of vermicompost, which can effectively carry out the process of seed pelleting flax.

Ключевые слова: лен, предпосевная обработка, дражирование, нанодобрения, гранула.

Keywords: flax, preplant treatment, pelleting, nanofertilizer, pellet.

На сегодняшний день существует множество способов, методов и технологий, позволяющих производить предпосевную обработку семян. Рассмотрим технологию комбинированной предпосевной обработки семян льна-долгунца [3, с. 63], которая включает в себя процесс дражирования с использованием нанодобрений и процесс электрофизического воздействия на гранулы. Большой интерес к себе привлекает процесс дражирования, т. к. ранее данный способ предпосевной обработки не применялся к семенам льна из-за их специфических свойств (ослизнения поверхности).

Рассмотрим его подробней. Отличительной особенностью процесса дражирования является то, что центрами образования гранул ("зародышами") служат исходные семена обрабатываемого материала. Рост гранул при данном процессе должен осуществляться за счет постепенного наслаивания оболочки, включающего поочередное увлажнение поверхности гранул и последующее обволакивание их порошкообразными компонентами (мелкодисперсный биогукус).

Подготовка биогукуса сводится к высушиванию, измельчению высушенного материала и его просеиванию. Просеивание проводят с целью удаления крупных частиц, которые могут стать «зародышами» гранул.

Для уменьшения образования гранул без исходных семян следует не допускать попадание крупных капель при диспергировании жидкости, используемых для увлажнения семенного материала [1, с. 50].

Для смачивания семян льна-долгунца используется био-наносуспензия, в состав которой входят: концентрированные нанодобавления и мелкодисперсный биогукус. Данная суспензия позволяет снизить когезию жидкости и увеличить адгезионные силы при смачивании семян. Так же включенный в состав мелкодисперсный биогукус позволяет увеличить площадь соприкосновения с поверхностью семян. Внесение данных компонентов способствует прилипанию дражирующей смеси.

За критерий дисперсности [2, с. 56; 4, с. 82] принимается средний диаметр капли d_k , который может быть вычислен по известному диаметру следа капли d_{cl} и угла λ между касательной к сфере капли в точке её сечения обрабатываемой поверхностью и самой поверхностью. В случае суспензии за средний диаметр капли d_k можно отнести средний диаметр частицы биогукуса.

$$d_k = \frac{d_{cl}}{\sqrt[3]{\frac{4 \sin^3 \lambda}{2 + \cos^3 \lambda \cdot 3 \cos \lambda_k}}} . \quad (1)$$

Степень покрытия каплями (частицами биогукуса) обрабатываемой поверхности, которая выражается в процентах можно определить по формуле

$$M = \frac{100\pi}{4f_0} \cdot (d_{k1}^2 \cdot n_{k1} + d_{k2}^2 \cdot n_{k2} + \dots + d_{ki}^2 \cdot n_{ki}) = \frac{25\pi}{f_0} \sum d_{ki}^2 \cdot n_{ki} , \quad (2)$$

где: $d_{k1}, d_{k2} \dots + d_{ki}$ — диаметр следов капель, мкм;

$n_{k1}, n_{k2} \dots n_{ki}$ — количество капель каждого размера, шт;

f_0 — исследуемая площадь, мкм².

Определено, что при мелкокапельном опрыскивании хорошая эффективность смачивания семян достигается при меньших степенях покрытия, чем при крупнокапельном. Это объясняется тем, что распыляемый жидкий компонент действует не только на месте осаждения, но и на расстоянии от него.

Для характеристики данного явления вводится коэффициент эффективного действия капли $\kappa_{эф}$, который равен отношению общей площади эффективного действия к площади, образованной следом капли. Площадь, образованную следом капли найдем по формуле

$$S = 0,78d_{cl}^2. \quad (3)$$

Тогда площадь эффективного действия равна

$$S_{эф} = 0,78(d_{cl} + 2s)^3. \quad (4)$$

где: s — зона эффективного действия (рис. 1).

Для того чтобы семя льна-долгунца встретилось со смоченной частицей биогумуса, ему достаточно попасть в размер $d_{эф}$.

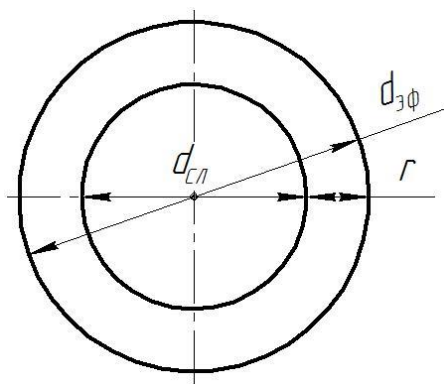


Рисунок 1. Схема определения площади следа капли и эффективного действия био-нано-суспензии

Коэффициент эффективного действия капли найдем по формуле

$$\kappa_{эф} = \frac{S_{эф}}{S} = \frac{(d_{ст} + 2s)^3}{d_{ст}^2}. \quad (5)$$

Из выражения (5) следует, что с уменьшением размеров капли (частиц биогумуса) коэффициент эффективного её действия увеличивается.

Степень эффективности покрытия равна

$$M_{эф} = M \cdot \kappa_{эф}. \quad (6)$$

Таким образом, применение био-нано-суспензии обеспечивает дополнительными питательными веществами зародыш семени в момент прорастания, снижает ослизнение поверхности семян, что позволяет провести полноценный процесс дражирования и получить единичные гранулы семян.

Коэффициент эффективного действия капли (5) свидетельствует о закономерности: чем мельче частицы биогумуса, тем лучше смачиваются семена и процесс дражирования проходит эффективнее.

Список литературы:

1. Бутько В.С. Оптимизация процесса дражирования зернистых материалов в тарелочных грануляторах: Дисс... канд. техн. наук: 05.17.08. / В.С. Бутько. Львов, 1983. — 213 с.
2. Сохроков А.М. Совершенствование технологии предпосевной подготовки семян овощных культур и оптимизация параметров установки для их дражирования: Дисс... канд. техн. наук: 05.20.01. / А.М. Сохроков. Нальчик, 2002. — 129 с.
3. Спиридонов А.Б. Комбинированная предпосевная обработка семян льна-долгунца // Приоритетные научные направления: от теории к практике: сборник материалов VI Международной научно-практической конференции; под общ. ред. С.С. Чернова. Новосибирск: Изд-во ЦРНС, 2013 — С. 61—65.
4. Чирков А.М. Повышение качества дражирования семян сахарной свеклы с обоснованием параметров дражиратора: Дисс... канд. техн. наук: 05.20.01. / А.М. Чирков. Пенза, 2010. — 173 с.

СЕКЦИЯ 9.

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ХИТИНА И ЕГО МОДИФИКАЦИЙ

Гришин Александр Алексеевич

*аспирант кафедры физкультуры и спорта,
магистрант кафедры химии и пищевой технологии
Иркутский государственный технический университет,
Иркутская область, г. Ангарск
E-mail: irk-legioner@mail.ru*

CHEMICAL TECHNOLOGY OF CHITIN AND IST MODIFICATIONS

Alexander Grishin

*graduate student, Irkutsk State Technical University,
Irkutsk*

АННОТАЦИЯ

В статье рассматриваются известные химические методы получения хитина, в том числе для последующего получения хитозана. Показана общая схема химической технологии хитина. Представлены положительные и отрицательные стороны химической технологии в деминерализации и депротеинировании хитин содержащего сырья. Рассказано о возможность применения ПАВ для удаления красящих веществ и липидов из сырья. Сделаны выводы относительно эффективности применения химических методов.

ABSTRACT

The article discusses about the known chemical methods of chitin, including for the issuance of chitosan. The general scheme of Chemical Technology chitin is showed. Of the positive and negative aspects of chemical engineering at the demineralization and protein-destruction chitin-containing raw materials are submitted . It is told about the possibility of

using surfactants to remove pigments and lipids of raw materials. The conclusions on the effectiveness of the use of chemical methods are made.

Ключевые слова: хитозан, хитин.

Keywords: chitosan, chitin.

Хитин, является нерастворимым полимером и не выделяется из панциря хитин-содержащего сырья напрямую. Метод получения хитина и его модификаций (например хитозана) сводится к необходимости полного отделения от него белковой и минеральной составляющей панциря, т.е. перевод их в растворимое состояние и удаление.

Хитозан — поли-(1-4)-2-амино-2-дезоксиглюкоза. Получают его удалением ацетильной группы из положения С2 в хитине в результате обработки его раствором щелочи.

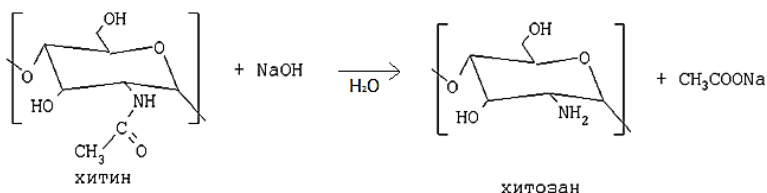


Рисунок 1. Реакция деацетилирования хитина

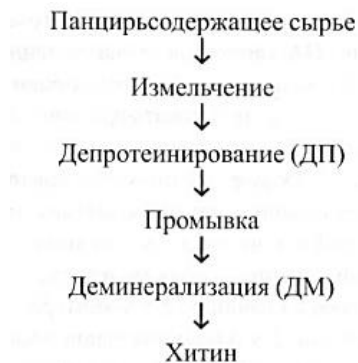


Рисунок 2. Схема получения хитина из «хитина содержащего сырья»

Существуют способы получения хитина и хитозана химической обработкой хитин-содержащего сырья. Основаны эти способы на нескольких стадиях депротеинирования и деминерализации. Также существуют способы предусматривающие отделение пигментов и липидов. Общая схема получения хитина из хитин содержащего сырья при помощи химических реагентов представлена на рисунке 1 [3, с. 38].

Лучшим видом сырья для получения хитина и хитозана считается крупка из панциря краба камчатского, позволяющая получить хитозан высокого качества. Другими источниками могут служить: гладиус кальмара, сепион каракатицы, куколка шелкопряда, кутикула тараканов, биомасса микроорганизмов, диатомовые водоросли, пчелиный подмор, панцирь речного рака.

В зависимости от требований к конечному продукту выбирают различные способы получения хитина. Для тонкого панциря криля, гаммаруса или насекомых, применима однократная обработка щелочью. При необходимости получения хитина полностью свободного от белка применяют двукратную обработку щелочью. После однократной обработки панциря кислотой, содержание минеральных веществ обычно не превышает 1—3 % [1, с. 7—23].

Порядок проведения деминерализации и депротеинирования оказывает большое влияние на качество получаемого хитина и его модификаций. Например при получении хитина по схеме «депротеинирование-деминерализация» кинематическая вязкость полученного хитина значительно ниже чем при его получении по обратной схеме [3, с. 30].

Большое влияние на процесс обработки оказывает степень измельчения панциря. Очевидным недостатком кислотно-щелочных способов получения хитина являются, длительное нахождение сырья в растворе щелочи и кислоты и иногда при высоких температурах. Это приводит к деструкции и частичному деацетилированию хитина [4, с. 64—67].

Важной стадией в производстве хитина и его модификаций является деминерализация. Степень которой, определяет вязкостные и другие физико-химические характеристики хитина. Осуществляется деминерализация обычно соляной, муравьиной, азотной или сернистой кислотами [5, 6].

Также широко распространена технология применения поверхностно-активных веществ (ПАВ) для более эффективного отделения белка в условиях проведения щелочного гидролиза белковой части сырья. Что приводит к возможности использования меньшей

концентрации щелочи, а следовательно меньшей деструкции хитина [3, с. 32]. Известен также способ получения хитина из отходов от производства изолятов белка криля [2, с. 51—56]. Влажные или сухие панцирь содержащие отходы подвергают депротеинированию в 2—5 %-ном растворе гидроксид натрия при комнатной температуре в течении 8 часов. На этой же стадии добавляют ПАВ анионного типа (додецилсульфат натрия, натриевая соль лауриновой кислоты) для более эффективного удаления белка и экстрагирования пептидов и лепидов.

Химические методы получения хитина не вписываются в схему безотходного производства. Глубоко гидролизованные щелочью белки уже невозможно использовать. Химическая технология получения хитина широко изучена и выглядит не очень привлекательной в связи с очевидными недостатками.

Вместе с тем некоторые виды хитин содержащего сырья можно деминерализовать и депротеинировать только с помощью щелочей и кислот, и иногда при высоких температурах (например, панцирь крабов, или высушенный, ороговевший панцирь других ракообразных).

Хитин и хитозан в свою очередь имеют весьма широкий спектр применения.

Список литературы:

1. Быкова В.М., Немцев С.В. Сырьевые источник и способы получения хитина и хитозана // Хитин и хитозан. Получение, свойства и применение. М. Наука, 2002. — с. 7—23.
2. Гальбрайт Л.С. Хитин и хитозан: строение, свойства, применение //Соросовский образовательный журнал. — 2001. — Т. 7. — № 1. — С. 51—56.
3. Немцев С.В. Комплексная технология хитина и хитозана из панциря ракообразных. М.: Изд-во ВНИРО, 2006 — 134 с.
4. Новиков В.Ю., Орлова Т.А., Воронина И.Э. Кинетика реакции дезацетилирования хитина и хитозана //Изв. вузов. Пищевая технология. — 1990. — № 5. — С. 64—67.
5. Peniston Q.P., Johnson E.L. Process for the manufacture of chitosan: пат. 4195175 США. 1980.
6. Peniston Q.P., Johnson E.L. Process for the recovery of chemicals from the shells of crustacea: пат. 4199496 США. 1980.

СВЕРХКРИТИЧЕСКИЕ ФЛЮИДЫ

Зорина Наталия Викторовна

*магистрант кафедры химии и пищевой технологии ИрГТУ,
г. Иркутск*

E-mail: tatasenochek@gmail.ru

SUPERCRITICAL FLUIDS

Zorina Natali

*the undergraduate student, Irkutsk State Technical University,
Irkutsk*

АННОТАЦИЯ

В статье дано общее представление о сверхкритических флюидах, описано состояние вещества в критической точке и прилегающей к ней области. Приведены основные растворители и их критические параметры. Так же представлены основные направления использования сверхкритических флюидов. Указана необходимость дальнейшего исследования в области оптимизации технологии, а так же поиск других направлений использования.

ABSTRACT

The article gives a general idea of supercritical fluids, described the state of matter at the critical point and its adjacent area. The main solvents and the critical parameters are showed. It is also the main directions of the use of supercritical fluids. The needs for further research in the field of optimization technology, as well as search for other areas of use are indicated.

Ключевые слова: сверхкритические флюиды, критическая точка, экстракция.

Keywords: supercritical fluids, the critical point, extraction.

Впервые сверхкритическое состояние вещества было обнаружено в 1822 году Коньяром де ла Туром, он нагревал различные жидкости в автоклаве Папена внутрь которого был помещен кремниевый шарик, при встряхивания автоклава он слышал всплеск, когда шарик пересекал границу раздела фаз, повторяя встряхивания было замечено, что звук менялся становясь глухим и слабым. Для каждой жидкости

это происходило при разных температурах и давлениях, эти значения были названы точкой де ла Тура. Использование сверхкритических флюидов как растворитель для малолетучих твердых веществ известно уже очень давно, однако активно их начали внедрять в технологи и производства лишь в 70-е годы для увеличения экологических показателей и энергосбережения. Сверхкритическое состояние это состояние, при котором вещество находится в переходном состоянии «жидкость-пар», пример состояния вещества показан на рисунке 1 для диоксида углерода [2, с. 6]. Одно из наиболее важных свойств сверхкритического состояния — это способность к растворению веществ.

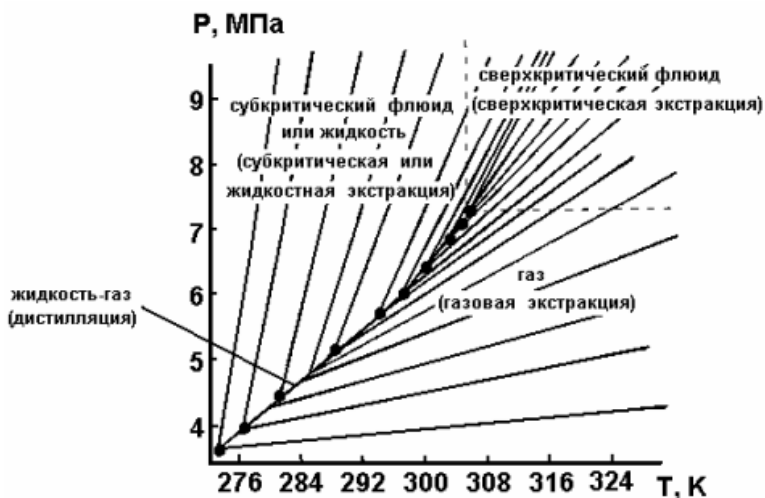


Рисунок 1. Фазовая диаграмма диоксида углерода для различных изохов (пунктиром выделена сверхкритическая область)

В этом состоянии наблюдается аномально высокая восприимчивость системы к внешним воздействиям, даже небольшое изменение давления приводит к значительному изменению плотности и растворяющей способности. Такое поведение характерно практически для всех веществ, что приводит к тому, что при приближении к сверхкритической области все вещества становятся практически одинаковы. Необходимо отметить, что критическая точка и прилегающая к ней область отличаются высокой температурной неустойчивостью и наличием гравитационного эффекта, из-за этого

изучение критического состояния вещества остается довольно сложной задачей [1, с. 481].

Измерения вязкости показали, что растворители в сверхкритическом состоянии менее вязки, поэтому их использование позволит улучшить массообменные характеристики процесса. Сверхкритические флюиды обладают самыми низкими значениями кинематической вязкости, а, следовательно, самой высокой интенсивностью свободного движения, поскольку они находятся в обратной зависимости [5, с. 313—322].

Применение сверхкритических флюидов в целях энергосбережения обусловлено сильной зависимостью растворяющей способности от параметров процесса. Правильно выбранный в качестве растворителя газ может обеспечить температурные режимы, которые будут удовлетворять требованиям термической стабильности обрабатываемого материала, значения критических параметров основных экстрагентов приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Критические параметры некоторых веществ

Вещество	Критическая температура, К	Критическое давление, МПа	Критическая плотность, кг/м³
Метан	190,550	4,595	162,700
Ксенон	289,740	5,840	1110,000
Этилен	282,350	5,040	214,000
Диоксид углерода	304,140	7,378	467,800
Этан	305,330	4,872	206,500
Пропилен	365,000	4,500	233,000
Аммиак	405,400	11,100	235,000
н-Бутан	425,160	3,796	227,850
Диэтиловый спирт	467,000	3,640	265,000
н-Пентан	470,000	3,370	237,000
н-Гексан	507,000	2,900	233,000
Ацетон	509,000	4,700	278,000
Метанол	513,000	8,040	272,000
Этанол	516,000	6,300	276,000
Бензол	562,000	4,840	302,000
Толуол	592,000	4,050	319,000
Вода	647,100	22,060	322,200

Сверхкритические флюиды широко используются в экстракционных процессах в пищевой, фармацевтической, парфюмерной, химической, нефтехимической и других отраслях промышленности. Об активном использовании флюидов говорит и то, что в период с 1976 г. до 1997 г. только в США было зарегистрировано более 800 патентов на различные устройства со сверхкритическими флюидами [4, с. 55—90]. Применение сверхкритической экстракции имеет ряд значительных преимуществ: полученный экстракт не нуждается в очистке от растворителя; большая экологичность процесса «зеленый процесс»; экстракция может быть селективной за счет контроля плотности растворителя.

Стоит отметить, что применение этих процессов, особенно в пищевой промышленности, остается достаточно дорогим, несмотря на более высокое качество получаемых продуктов [3, с. 129—140]. А, следовательно, стоит не только разрабатывать новые пути применения сверхкритических флюидов, но и оптимизировать существующие.

Список литературы:

1. Бенедек Дж. Спектроскопия оптического смещения и её приложения к задачам физики, химии, биологии и техники //Успехи физических наук. — 1972. — № 3. — 481 с.
2. Гумеров Ф.М., Сабирзянов А.Н., Гумерова Г.И. Суб-и сверхкритические флюиды в процессах переработки полимеров: учеб. пособие. К.: ФЭН, 2000. — 320 с.
3. Гумерова Г.И. Экономика сверхкритических технологий //ВЕСТНИК КАЗАНСКОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА. — 1998. — № 1. — С. 129—140.
4. Garrabos Y. et al. Fluides critiques et gravité, fluides supercritiques et matériaux //Annales de chimie. Lavoisier, — 1992. — Т. 17. — № 1. — С. 55—90.
5. Bellissent-Funel M. C. Structure of supercritical water //Journal of Molecular Liquids. — 2001. — Т. 90. — № 1. — С. 313—322.

СЕКЦИЯ 10.
ТЕХНОЛОГИЯ
ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ

ФОРМИРОВАНИЕ АССОРТИМЕНТА
КИСЛОМОЛОЧНЫХ НАПИТКОВ
ИЗ КОЗЬЕГО МОЛОКА
ЗА СЧЕТ ПРИМЕНЕНИЯ НОВЫХ БИОЛОГИЧЕСКИ
АКТИВНЫХ И ПИЩЕВЫХ ДОБАВОК

Ахтямова Динара Искандеровна
магистрант факультета технологии пищевых производств ВолгГТУ,
г. Волгоград
E-mail: ahtyamova.dinara@yandex.ru

Бушуева Ирина Серафимовна
д-р биол. наук, профессор ВолгГТУ,
г. Волгоград

FORMATION OF ASSORTMENT
OF SOUR-MILK DRINKS FROM GOAT MILK DUE
TO APPLICATION OF NEW BIOLOGICALLY
ACTIVE AND FOOD ADDITIVES

Ahtyamova Dinara Iskanderovna
the master of faculty of technology of food manufactures VSTU,
Volgograd

Bushueva Irina Serafimovna
dr.Sci.Biol., professor VSTU,
Volgograd

АННОТАЦИЯ

В статье рассматривается проблема, связанная со сбалансированным питанием детей дошкольного и школьного возрастов. В виду увеличения числа аллергических реакций на коровье молоко, было решено использовать для производства кефира детского — козье молоко. Приведена информации по новым разработкам, за счет которых увеличивается ассортимент продуктов из козьего молока. Приводятся результаты исследований, проводимые для выявления влияния биологически активной и пищевой добавок на органолептические, физико-химические и микробиологические показатели кефира детского «Тям-тям».

ABSTRACT

In the article the problem with balanced nutrition for children of preschool and school age. Since increasing the number of allergic to cow's milk, it was decided to use for the production of yogurt child — goat milk. Provide information on new developments, to use to increase range of products made from goat milk. The results of research conducted to determine the effect of dietary and nutritional supplements on the organoleptic, physico-chemical and microbiological properties of kefir child "Tyam-tyam."

Ключевые слова: козье молоко; кефир; лактулоза; глицин; аскорбиновая кислота; яблочная кислота; рациональное питание.

Keywords: goat's milk, yogurt, lactulose, glycine, ascorbic acid, malic acid, balanced diet.

В последнее время особое внимание уделяется питанию детей дошкольного и школьного возрастов, так как начиная с раннего возраста имеются предпосылки к заболеваниям желудочно-кишечного тракта (дисбактериоз кишечника, диарея и т. д.) из-за неблагоприятной экологической обстановки в ряде районов Волгоградской и Саратовской областей РФ. Одним из основных принципов, способствующих сбалансированному питанию детей данной возрастной группы, является рациональное использование молочного сырья при производстве диетических кисломолочных продуктов.

Козье молоко в полной мере может удовлетворять потребности детей, как в количественном, так и в качественном отношении в основных пищевых веществах (белки, жиры, углеводы, витамины, ферменты, макро- и микроэлементы). Более того, козье молоко обладает противоаллергенным свойством, так как в составе казеиновой фракции козьего молока нет 1S- α -казеина, а в альбуминовой фракции

α -лактоальбумин доминирует над β -лактоглобулином, которые являются сильными аллергенами. Таким образом, использование козьего молока может помочь решить проблему питания детей с аллергической непереносимостью белков коровьего молока [5, с. 71—73].

В целом козье молоко является источником высококачественного белка, жира, витаминов и минеральных веществ. По сравнению с коровьим молоком в нем примерно на 13 % больше кальция, на 25 % — витамина В₆, на 47 % — витамина А; оно в 1,5 раза богаче калием, в 3 раза — ниацином, в 4 раза — медью и на 1/3 — селеном. В нем нет каротина, он переработан организмом в витамин А, в нем значительно больше витамина В₁₂ — кроветворного фактора, контролирующего все обменные процессы в организме. Козье молоко обладает хорошим антирахитическим свойством за счет высокого содержания кальция, фосфора, кобальта, меди, селена, магния, железа, марганца, сиаловой кислоты, входящей в структуру иммунологических барьеров организма [3, с. 69—70; 6, с. 83, 84].

В связи с вышеизложенным, козье молоко рекомендуется применять для производства детских молочных продуктов, в частности, кефира детского. Кефир, как большинство диетических кисломолочных продуктов, служит хорошим источником белков животного происхождения. Они легко перевариваются и усваиваются организмом ребенка, так как содержат все жизненно важные аминокислоты. В связи с тем, что в процессе ферментации образуется молочная кислота, которая обладает способностью уничтожать патогенную микрофлору, стимулирует пищеварительный процесс и улучшает усвоение питательных веществ.

В качестве биологически активной добавки был использован «Лактумин» — композиция натуральных биологически активных веществ, получаемая путем комбинирования медового экстракта из клубней свежего топинамбура, концентрата лактулозы и янтарной кислоты. Добавка предназначена для употребления с пищей в качестве источника лактулозы, янтарной кислоты и инулина. Лактулоза относится к классу олигосахаридов и является признанным бифидус-фактором. Во многих развитых странах мира она используется как профилактическое и терапевтическое средство при дисбактериозах. В результате метаболизма лактулоза превращается в уксусную, молочную и другие органические кислоты, которые подавляют развитие гнилостной микрофлоры кишечника и подкисляют его содержимое. Вследствие этого улучшается работа желудочно-кишечного тракта, обеспечивается защита от кишечной инфекции, предотвращается отравление организма токсичными продуктами

белкового распада, снижается нагрузка на печень и почки, активизируются иммунные реакции, тормозится рост раковых клеток, стимулируется продуцирование витаминов и облегчается выведение фекальных масс, т. е. проявляется послабляющий эффект [1, с. 21].

Комплексная пищевая добавка «Глималаск» — это сочетание аминокислот, аскорбиновой и яблочной кислот. Аскорбиновая кислота обладает общеукрепляющим и стимулирующим иммунную систему свойствами, является мощным антиоксидантом, нормализует окислительно-восстановительные процессы. Содержащаяся в добавке аминокислота глицин является регулятором обмена веществ, нормализует и активизирует процессы защитного торможения в центральной нервной системе, повышает умственную работоспособность [1, с. 21].

Биологически активные пищевые кислоты — яблочная, янтарная — участвуют в превращении сахаров и жиров в аденозинтрифосфат, который является источником энергии, обладают противовоспалительными и антибактериальными свойствами, нормализуют выработку желудочного сока, стимулируют пищеварительные процессы. Применяемые пищевые кислоты обладают способностью улучшать усвоение железа из пищи, что важно при лечении анемий. Антиоксидантные свойства кислот усиливают углеводный обмен [1, с. 23].

Исследования, проведенные в ГНУ «Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции Россельхозакадемии», показали, что применение биологически активных добавок при производстве функциональных молочных продуктов на базе козьего молока способствуют созданию их принципиально новых разновидностей. Так был разработан новый кисломолочный биопродукт из козьего молока с пищевой добавкой «Глималаск», разработанной учеными ГНУ НИИММП Россельхозакадемии, и экстрактом стевии, обладающий лечебно-профилактическими свойствами. Также учеными ГНУ НИИММП Россельхозакадемии была разработана новая пищевая добавка — мука из семян нута, пророщенных в солях селена и йода, которую предусматривают вводить в технологию производства пробиотического сырного продукта из козьего молока с использованием бифидобактерий [2, с. 316—321].

Необходимость расширения рациона питания детей дошкольного и школьного возраста обусловлено следующими факторами:

- дополнительным введением в организм растущего ребенка энергии и ряда пищевых и биологически активных веществ (белка, железа и др.);

- расширением спектра пищевых веществ рациона, в частности, за счет содержащихся в продуктах питания различных видов углеводов, жирных кислот, органических кислот, микроэлементов, необходимых для дальнейшего роста и развития ребенка;
- для развития пищеварительной системы и стимуляции моторной активности их кишечника.

В виду того, что растущий организм нуждается в энергии и ряде пищевых и биологически активных веществах, был разработан способ обогащения кефира из козьего молока биологически активными для детского организма веществами с использованием закваски на кефирных грибах. Здоровье и благополучие детей зависит от предъявляемых высоких технологических и санитарно-гигиенических требований к технологии производства детских молочных продуктов [4, с. 321].

Технологией производства кефира «Тям-тям», обогащенного БАД «Лактумин», предусмотрено сквашивание козьего молока в течение 8—12 часов при температуре 22 ± 2 °С, которое состоит из следующих операций: поддержание температуры, внесение закваски, приготовленной на кефирных грибах, выдержка в течение 8—12 часов, охлаждение до 14 ± 2 °С и перемешивание через 60—90 мин. после начала охлаждения в течение 10—30 мин. [7, с. 116; 8, с. 76]. Особенностью процесса производства кефира детского «Тям-тям» является то, что БАД «Лактумин» вносится до заквашивания основного сырья, а пищевая добавка «Глималаск» — после стадии сквашивания. Время приготовления кефира детского «Тям-тям» сокращается в среднем на один час, при этом наблюдается стабильное нарастание кислотности до 110°T .

Для определения эффективности обогащения кефира «Тям-тям» проводился сравнительный анализ органолептических, физико-химических и микробиологических показателей выработанных образцов. Дегустаторами кефир детский «Тям-тям» был оценен на 4,89 балла из 5 возможных, что указывает на благотворное влияние вводимых добавок.

Исследования физико-химических и микробиологических показателей качества кефира детского «Тям-тям», проведенные в лабораториях ФГБОУ ВПО «Волгоградский Государственный Технический Университет» и ГНУ НИИММП Россельхозакадемии, показали, что введение БАД «Лактумин» не сказывается на изменении массовой доли жира и массовой доли белка, в основном увеличивается массовая доля сухого вещества, массовая доля аскорбиновой и яблочной кислоты.

Во время наблюдения за ростом кислотности было выявлено, что БАД «Лактумин» замедляет нарастание кислотности во второй половине сквашивания и во время созревания. Также было проведено исследование влияния БАД «Лактумин» на развитие молочнокислых бактерий в выработанных образцах кефира. В начале срока годности количество молочнокислых микроорганизмов, как в контрольном, так и в опытном образцах составило $1 \cdot 10^9$ КОЕ/г, на пятые сутки хранения их количество в опытном образце практически не изменилось, а в контрольном уменьшилось на порядок.

Руководствуясь данными исследований, проведенных в НИИ ППЖ РАСХН, можно сделать вывод, что полученный функциональный продукт «Тям-тям» соответствует основным требованиям, предъявляемым при формировании рационального питания.

Список литературы:

1. Горлов И.Ф., Храмова В.Н., Сложенкина М.И., Божкова С.Е., Селезнева Е.А. Инновационные разработки лактулозосодержащих пищевых добавок и БАД: монография. ВолгГТУ. Волгоград, 2010. — 80 с.
2. Инновационные технологии в производстве и переработке сельскохозяйственной продукции в условиях ВТО. В 2 ч.: матер. Междунар. науч.-практ. конф.; г. Волгоград, 4—5 июня 2013 г. / под ред. В.Н. Храмовой; ВолгГТУ. Волгоград, 2013. — 374 с.
3. Остроумова Т.Л. Козье молоко — натуральная формула здоровья // Молочная промышленность. — 2005. — № 8. — С. 69—70.
4. Кузнецов В.В., Липатов Н.Н. Справочник технолога молочного производства. Технология и рецептуры. Т. 6. Технология детских продуктов. СПб.: ГИОРД, 2005. — 512 с.: ил.
5. Маталыгина О.А. Лечебные и профилактические возможности новых продуктов питания для детей на основе козьего молока // Вопросы современной педиатрии. — 2008. — Т. 7, — № 1. — С. 71—81.
6. Пелевина Г.А., Артемов Е.С., Потимко Е.В. Сравнительная характеристика коровьего и козьего молока // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. — 2010. — № 4 (27). — С. 83—86.
7. Степанова Л.И. Справочник технолога молочного производства. Технология и рецептуры. В 3 т. Т. 1. Цельномолочные продукты. СПб.: ГИОРД, 1999. — 384 с.
8. Твердохлеб Г.В. Технология молока и молочных продуктов. М.: Агропромиздат, 1991. — 463 с.

**ИННОВАЦИОННЫЕ ПОДХОДЫ
К ФОРМИРОВАНИЮ РЕЦЕПТУР
ДЛЯ ПИТАНИЯ ДЕТЕЙ
ДОШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА**

Гращенко Дмитрий Валерьевич

*старший преподаватель,
Уральский государственный экономический университет,
г. Екатеринбург
E-mail: dmitriygr99@mail.ru*

Чугунова Ольга Викторовна

*профессор, д-р тех/ наук,
Уральский государственный экономический университет,
г. Екатеринбург*

Кокорева Лариса Анатольевна

*старший преподаватель,
Уральский государственный экономический университет,
г. Екатеринбург*

**INNOVATIVE APPROACHES TO FORMATION
OF FORMULAS TO CATER
FOR PRESCHOOL CHILDREN**

Grashchenkov Dmitry

*assistant Professor, Ural State University of Economics,
Yekaterinburg city*

Chugunova Olga

*doctor of Sc., full Professor, Ural State University of Economics,
Yekaterinburg city*

Kokoreva Larisa

*assistant Professor, Ural State University of Economics,
Yekaterinburg city*

АННОТАЦИЯ

В работе рассмотрены проблемы формирования рационов питания дошкольных организаций и пути их решения. В статье затрагивается тема использования компьютерных программ для формирования рационов питания и моделирования рецептур детского питания. В статье представлен обзор использования растительного сырья для формирования нового ассортимента.

ABSTRACT

The problems of formation of diets of preschool organizations and their solutions. The article touches upon the use of computer programs for the formation of diet formulation and modeling of baby food. The article presents an overview of the use of plant material for the formation of a new range.

Ключевые слова: организация питания детей; дошкольное питание; система расчетов для общественного питания; разработка рецептур; продовольственная безопасность.

Keywords: catering children, pre-school nutrition; settlement system for the catering, recipe development, food security.

Указом президента Российской Федерации № 120 от 30.01.2010 г утверждена «Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации», которая определяет повышение качества жизни российских граждан путем гарантирования высоких стандартов жизнеобеспечения.

Одним из основных направлений государственной экономической политики в сфере обеспечения продовольственной безопасности Российской Федерации является осуществление мер повышения экономической доступности пищевых продуктов для всех групп населения, направленных на организацию здорового питания детей раннего, дошкольного и школьного возраста, здорового питания в учреждениях социальной сферы (социальное питание). Кроме всего прочего, Доктрина предполагает (в рамках Концепции государственной политики в области здорового питания) совершенствование организации питания в организованных коллективах и мониторинг состояния питания населения.

Питание является основным фактором, определяющим рост, развитие и состояние здоровья ребенка. Для оценки качества питания детей в дошкольных организациях авторами были проанализированы суточные рационы ряда дошкольных образовательных организаций Екатеринбурга. Критериями оценки суточных рационов питания детей

в дошкольных организациях согласно Санитарно-эпидемиологических правил и нормативов СанПиН 2.4.1.3049-13 являются пищевая ценность определенная расчетным методом; соотношение пищевых веществ; выполнение норм продуктового набора.

В связи с этим представляется важным изучение состояния питания детей в организованных коллективах, здоровье которых во многом определяется предлагаемым рационом.

Для оценки качества рационов была использована программа для ЭВМ «Система расчетов для общественного питания» 5 версии (программа прошла экспертизу в Федеральной службе по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека — свидетельство № 32 от 11.06.2009) [1]. В настоящее время программа находит широкое применение в дошкольных и школьных организациях, используется в санитарных и технологических лабораториях, как для разработки технической документации по ГОСТ Р 53105, так и для составления (анализа) меню суточных рационов.

В качестве нормативной базы ассортимента изделий (блюд) был использован Сборник технических нормативов для питания детей в дошкольных организациях [2], экспертное заключение ФГУЗ «Центра гигиены и эпидемиологии в Свердловской области» № 02-01-12-13-01/276. Сборник технических нормативов был рекомендован Управлением образования администрации Екатеринбурга в качестве основного документа при организации питания в дошкольных организациях.

К основным принципам, которые должны соблюдаться при построении рационов питания детей в компьютерной программе «Системе расчетов для общественного питания» следует относить следующие:

- соответствие пищевой ценности (химического состава и калорийности) рациона суточным энергозатратам (в т. ч. по содержанию витаминов и минеральных элементов при организации питания в школьных и дошкольных организациях);
- соответствие объема и норм выхода возрастным потребностям и особенностям организма;
- сбалансированное соотношение пищевых веществ в рационе, определенное соотношение белков, жиров растительного и животного происхождения, использование широкого ассортимента продуктов для обеспечения полноценного химического состава рациона;
- сочетаемость продукции;
- график завоза продуктов в организацию питания;
- стоимость рациона.

Результаты анализа рационов раскрыли недостаточное потребление дошкольниками белков (около 6 %), жиров (около 14 %) и углеводов (около 19 %), среди которых в большей степени недостаточное количество пищевых волокон (около 37 %). При условии, что время пребывания детей в дошкольных организациях составляло 10,5 ч, то существенным является недостаточное количество пищевых волокон.

Пищевые волокна стимулируют двигательную функцию кишечника и желчеотделение, формируют каловые массы, создают чувство насыщения, способствуют выведению из организма холестерина и вредных веществ. Длительный недостаток в питании пищевых волокон может привести к запорам, возникновению дивертикул, полипоза и рака толстой и прямой кишки.

В лечебно-профилактических целях повседневный рацион детей должен содержать около 10—20 г/сутки пищевых волокон, в лечебных целях их количество повышается. Однако длительное и избыточное введение их с пищей может снижать (на 1,5—3 %) всасывание незаменимых макро- и микроэлементов (Ca, Fe) и ряда водорастворимых витаминов (В₁, В₂, В₆, РР и фолиевую кислоту).

По набору продуктов выявлено превышение потребления круп (более 40 %) при недостаточном потреблении овощей (–38 %), отмечается недостаток молока (52,7 %), творога (около 40,2 %), птицы (42,1 %), яиц куриных (50,4 %). Следует отметить, что время пребывания детей в дошкольной организации составляет 10,5 ч, что соответствует 80 % выполнению среднесуточных норм питания.

В качестве источника пищевых волокон был выбран талкан пшеничный из пророщенных злаков, изготавливаемый по ТУ 9294-004-60367600, а объектом для обогащения – мучные изделия из дрожжевого теста («Ватрушка со сметаной»).

Авторами впервые предложена методика изготовления дрожжевого теста с использованием талкана пшеничного, в котором часть пшеничной муки подвергалась замене.

Готовая продукция исследовалась по органолептическим показателям согласно ГОСТ Р 53104. Результаты оценки показали, что добавление талкана пшеничного влияет на свойства готовой продукции. Изменяется цвет тестовой основы готовых изделий от золотистого (для базовой рецептуры), характерного для изделий из дрожжевого теста до светло-коричневого. Отмечается, что при добавлении талкана (до 30 %) снижается пористость изделий. Во всех образцах с добавлением талкана отмечается появление приятного орехового запаха.

Влажность теста была увеличена на 17 % по сравнению с тестом, приготовленным по традиционной технологии, а влажность готовых изделий увеличилась на 12 %. По результатам расчетов содержание пищевых волокон увеличилось на 58 % по сравнению с базовой рецептурой.

По результатам исследования можно сделать вывод о том, что добавление талкана пшеничного является целесообразным, существенно увеличивает содержание пищевых волокон, готовая продукция по микробиологическим показателям соответствует «Единым санитарным требованиям (по показателям безопасности)», СанПиН 2.3.2.1078 и является безопасной.

Список литературы:

1. Гращенков Д.В., Николаева Л.И. Система расчетов для предприятий общественного питания // Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2002610284 от 26.02.2002.
2. Сборник технических нормативов для питания детей в дошкольных организациях: методические рекомендации и технические документы / Д.В. Гращенков, Л.И. Николаева. — 2-е изд., перераб. и доп. Екатеринбург, — 2011. — Ч. 1, — 342 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СВЧ ИЗЛУЧЕНИЯ НА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЭКСТРАКТА МЯТЫ И ГОТОВОГО ПРОДУКТА

Копысова Татьяна Сергеевна

*аспирант, ФГБОУ ВПО Ижевская государственная
сельскохозяйственная академия,
г. Ижевск*

E-mail: Tan84@list.ru

INVESTIGATION OF MICROWAVE RADIATION EFFECTS ON THE PHYSICAL AND CHEMICAL FACTORS OF MINT EXTRACT AND FINISHED PRODUCT

Kopysova Tatiana

*postgraduate student, Izhevsk State Agricultural Academy,
Izhevsk*

АННОТАЦИЯ

В статье представлены исследования физико-химических показателей кефирного продукта с экстрактом мяты, полученного с применением СВЧ излучения.

ABSTRACT

The article describes studies of physical and chemical parameters of kefir product with mint extract, obtained with use of microwave radiation.

Ключевые слова: экстракт, СВЧ излучение, концентрация.

Keywords: extract, microwave radiation, concentration.

Существующие технологии производства экстрактов не удовлетворяют потребностям производства продукции, поэтому необходимо интенсифицировать процесс извлечения экстрактивных веществ из растительного сырья. Целью современной индустрии пищевой промышленности является получение продукта высокого качества за короткий промежуток времени без внесения дополнительных ингредиентов, снижающих ценность готового продукта.

Таким образом, назрела необходимость о внедрение механических и электрофизических способов обработки сырья и создания оборудования для извлечения экстрактивных веществ из растительного сырья, которое легко внедряется в существующие технологические линии производства продуктов питания.

На базе ФГБОУ ВПО Ижевской государственной сельскохозяйственной академии для проработки технологии получения водных экстрактов растительного сырья была разработана ванна для извлечения экстрактивных веществ из растительного сырья. Конструкция ванны выполнена с учетом разработанной технологии изготовления кефирного продукта с мятой и непосредственно стадии технологического процесса извлечения экстрактивных веществ из растительного сырья [1].

Ванна входит в состав линии производства кефирного продукта с экстрактом мяты [1] и состоит из корпуса с крышкой; нижнего электропривода мешалки; разгрузочного патрубка для выхода экстракта мяты; СВЧ-излучателя, предназначенного для интенсификации процесса извлечения экстрактивных веществ из растительного сырья; пульта управления.

Объем ванны составил 150 дм³. СВЧ-излучатель, применяемый для интенсификации процесса экстракции установили с постоянной частотой электромагнитного поля $2,45 \pm 0,05$ ГГц и мощностью 124 Вт.

Обработку сухой мяты в воде проводили при температуре 20...40 °С с выдержкой 15 мин.

Для проведения экспериментов рецептура приготовления экстракта мяты, кефирного продукта с экстрактом мяты рассчитывалась в соответствии с методикой расчета [2].

В ходе испытаний контролировались следующие показатели: температура экстракта (метод по ГОСТ 26754-85); выход экстрактивных веществ (метод измерения при помощи колориметра фотоэлектрического концентрационного КФК-2МП). Температура экстракта входила в диапазон 20...40 °С.

На рисунке 1 изображен график зависимости концентрации экстрактивных веществ от продолжительности воздействия СВЧ-излучением.

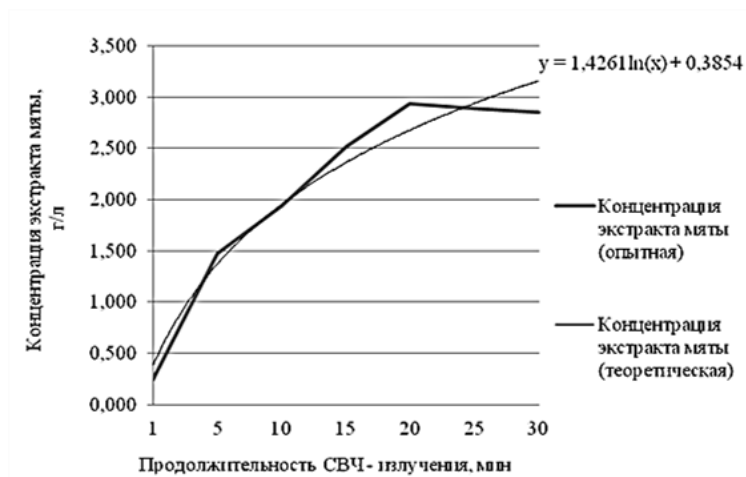


Рисунок 1. График зависимости концентрации экстрактивных веществ от продолжительности воздействия СВЧ-излучением

По результатам исследования проведен регрессионный анализ, в результате которого представлена эмпирическая регрессионная зависимость концентрации экстрактивных веществ от продолжительности воздействия СВЧ-излучением ($y=1,4261 \cdot \ln(x)+0,3854$). Достоверность опытов составляет 95 %.

Кроме того, изготовлены опытные образцы экстракта мяты, которые анализировались по физико-химическим показателям. За контрольный образец был взят экстракт мяты, полученный без применения СВЧ-излучения. Концентрация опытных образцов составляла 2,5 г/л. Кроме того были исследованы дополнительные образцы экстракта мяты с сахаром в количестве 6,8 % от массы нормализованного молока при той же концентраций сухих веществ в экстракте. Массовая доля сухих веществ в экстракте мяты определялась с помощью прибора фотоколориметра КФК-2 (рисунок 2).

Таким образом, по результатам исследования оптимальным параметром является получение экстракта мяты с сахаром при воздействии СВЧ-излучения. Результаты опыта адекватны с вероятностью 95 %.

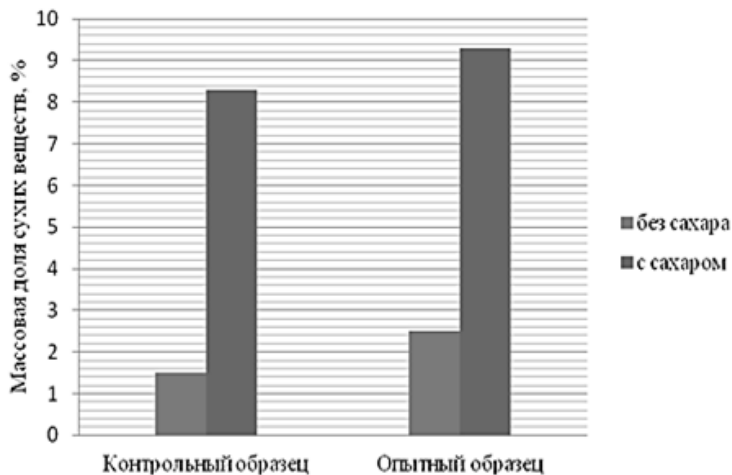


Рисунок 2. Массовая доля сухих веществ в экстракте мяты

С экстрактом мяты, полученным с применение СВЧ-излучения и без него изготовлены образцы кефирного продукта, которые также подвергались анализу по физико-химическим и органолептическим показателям. За контрольный образец был взят кефир жирностью 2,5 %.

Таблица 1.

Физико-химические показатели готового продукта

Физико-химический показатель	Кефир 2,5 %-ной жирностью	Кефирный продукт с экстрактом мяты		Кефирный продукт с экстрактом мяты, полученный с применением СВЧ-излучения	
		С сахаром	Без сахара	С сахаром	Без сахара
Кислотность, °Т	120	96	100	90	98
Динамическая вязкость, Па·с	0,0064	0,0025	0,0029	0,0028	0,0033

Из таблицы 1 видно, что кислотность готового продукта от внесенных добавок остается в пределах нормы (от 80 до 120 градусов Тернера) для кефира 2,5 % жирности. Данный показатель влияет на органолептические показатели готового

продукта. Таким образом, добавление добавок снижает характерный кислый вкус продукта, который не устраивает потребителей.

Динамическая вязкость в продукте при добавлении экстракта мяты относительно контрольного образца изменяется в меньшую сторону. Таким образом, консистенция продукта становится более жидкой, но это не оказывает существенного влияния на вкусовые характеристики продукта.

Жирность готового продукта по сравнению с контрольным образцом не изменяется, так как, молочную смесь для производства кефирного продукта с экстрактом мяты нормализовали до более высокой жирности с учетом внесения дополнительных компонентов.

Органолептическая оценка качества кефирного продукта с экстрактом мяты показала, что в отличие от контрольного образца новый продукт обладает мятным, освежающим и менее кислым вкусом. Цвет изменяется от белого до белого с кремовым оттенком, но данный показатель не является определяющим.

Для определения сроков годности нового кисломолочного продукта проведён анализ изменения кислотности в зависимости от сроков хранения. Срок годности кефира составляет 5 суток. Анализ сроков годности нового кефирного продукта и кефира 2,5 %-ной жирности показал, что кислотность кефира с использованием экстракта мяты нарастает значительно медленнее.

Исходя из анализа физико-химических показателей готового продукта, наилучшие показатели преобладают у кефирного продукта с экстрактом мяты, полученным с применением СВЧ-излучения. Таким образом, можно сделать вывод, что применение СВЧ-излучения для извлечения экстрактивных веществ из растительного сырья эффективно в условиях производства продуктов питания.

Список литературы:

1. Копысова Т.С. Разработка кисломолочного продукта с использованием отвара мяты / Т.С. Копысова, Н.Ф. Ушакова, Р.Р. Гадлгареева, А.Г. Ларионова // Хранение и переработка сельхозсырья. — № 6. — 2011. — С. 67—68.
2. Степанова Л.И. Справочник технолога молочного производства. Технология и рецептуры. Т. 1. Цельномолочные продукты. Производство молока и молочных продуктов (СанПиН 2.3.4.551-96) / Л.И. Степанова. СПб.: ГИОРД, 2003. — 376 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОЛЕКУЛЯРНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ПРИМЕСЕЙ ВО ФРУКТОВЫХ СОКАХ И МУЛЬТИСОКАХ

Самойлов Артем Владимирович

*канд. биол. наук, зав. научно-исследовательской испытательной лабораторией по определению ГМИ в сырье и пищевой продукции
ГНУ Всероссийский научно-исследовательский институт консервной и овощесушильной промышленности,
г. Видное, Московской обл.*

E-mail: gmiivniikop@rambler.ru

Колпаков Евгений Юрьевич

*аспирант, научный сотрудник научно-исследовательской испытательной лабораторией по определению ГМИ в сырье и пищевой продукции
ГНУ Всероссийский научно-исследовательский институт консервной и овощесушильной промышленности,
г. Видное, Московской обл.*

E-mail: gmiivniikop@rambler.ru

THE USE OF MOLECULAR STUDIES TO IDENTIFY IMPURITIES IN FRUIT JUICES AND MIXED JUICES

Artem Samoylov

*candidate of Biology Sciences, Head of Research Testing Laboratory
by definition of GMO in food and feed products, Russian Research Institute
of Canning and Vegetable-Drying Technology, Vidnoye, Moscow's region*

Evgeniy Kolpakov

*graduate student, Research Collaborator of Research Testing Laboratory
by definition of GMO in food and feed products, Russian Research Institute
of Canning and Vegetable-Drying Technology, Vidnoye, Moscow's region*

АННОТАЦИЯ

Рассмотрена возможность применения молекулярных маркеров рода *Prunus* для выявления состава фруктовых соков из плодов абрикоса, персика, нектарина, вишни, черешни. Праймеры PruC2m,

UDAp-404 и UDP96-003 специфичны к черешне, персику и вишне соответственно.

ABSTRACT

Considered the possibility of using molecular markers to identify the genus *Prunus* tampering with fruit juice from the fruit of apricot, peach, nectarine, cherry, sweet cherry. Primers PruC2m, UDAp-404 and UDP96-003 are specific to the sweet cherry, peach and cherry, respectively.

Ключевые слова: фруктовые соки, примеси, ДНК, ПЦР, олигонуклеотидные праймеры.

Keywords: fruit juices, impurities, DNA, PCR, oligonucleotide primers.

Род *Prunus* (Слива) включает большое количество видов плодовых растений, плоды которых используются в пищу, в том числе в виде соков. По ITIS (Integrated Taxonomic Information System) род *Prunus* подразделяется на подрод *Amygdalus* (Миндаль), включающий вид *Prunus dulcis* (Миндаль) и вид *Prunus persica* (Персик) подрод *Prunus* (Слива), включающий вид *Prunus domestica* (Слива домашняя) и вид *Prunus armeniaca* (Абрикос), подрод *Cerasus* (Вишня), включающий вид *Prunus cerasus* (Вишня) и вид *Prunus avium* (Черешня). Следует отметить существование такой вариации персика как нектарин, или персик неопушённый (*Prunus persica* var. *Nucipersica*), являющийся результатом почковой мутации; при этом, на одном дереве могут произрастать одновременно и плоды персика, и плоды нектарина [9].

В структуре потребления соков в России, персиковый и вишнёвый соки, а также сокосодержащие на их основе напитки, занимают 4,1 % и 2,1 % соответственно [2].

На сегодняшний день состав соков и соковой продукции регламентируются Федеральным законом № 178-ФЗ [4], а также Государственным стандартом (ГОСТ), в частности, он, устанавливает пороги недопустимых модификаций состава соков и соковой продукции, где указывает на запрет добавления вишнёвого и других соков «красных» фруктов в гранатовый сок [1].

Одной из часто встречающихся форм фальсификации соков является купажирование дорогих соков (смешивание) с дешёвыми соками без декларирования этого факта. Например: сок абрикоса добавляют в сок персика, яблочный сок смешивают с виноградным, мандариновый сок с апельсиновым. В смеси соков сложно выявить их ингредиентный состав, также сложно определить добавление соков,

схожих по вкусовым качествам с исходным соком; в связи с этим, фальсификация либо не определяется, либо приходится прибегать к дорогостоящим методам высокоэффективной жидкостной хроматографии, спектрометрии, либо к сложным аналитическим методам химического анализа. Причём ни один из этих методов не гарантирует обнаружения незначительного присутствия других соков [3].

В последнее время, молекулярные технологии успешно помогают описывать генетическое разнообразие. Указывать на сходства и различия, а также родственность, помогают различные типы молекулярных маркеров, таких как: RAPD (случайно амплифицированная полиморфная ДНК), RFPL (фрагменты ограниченного полиморфизма), AFPL (фрагменты с усиленным полиморфизмом) и SSR (простые повторяющиеся последовательности) [5]

Метод ПЦР позволяет обнаружить присутствие посторонней ДНК в составе исследуемой продукции. Данный метод высокочувствителен и способен выявлять ДНК искомого продукта, даже при его концентрации до 5 %, а вероятность его обнаружения составляет 99,9 %.

На сегодняшний день разработаны ДНК-системы анализа пищевых продуктов и сырья для обнаружения генетически модифицированных ингредиентов (ГМИ), выявления пищевых патогенных микроорганизмов, аллергенов, а также идентификации видовой принадлежности мясных и растительных ингредиентов [3].

На основании имеющихся молекулярно-генетических приёмов представляется возможным разработать метод, предназначенный для выявления возможной фальсификации, связанной с замещением сырьевого состава соками плодов растений рода *Prunus*.

Объекты и методы исследования

Материалом для исследования являлись соки, полученные из плодов абрикоса, персика, нектарина, вишни и черешни. Соки отбирали в пробирки объёмом 15 мл. Для выделения ДНК из каждой пробы отбирали по 200 мкл сока и переносили в микроцентрифужные пробирки типа Эппендорф объёмом 1,5 мл.

Выделение ДНК проводили по протоколу комплекта реагентов для выделения ДНК «ПРОБА-ЦТАБ» (ООО «ДНК-Технология», Россия, Москва). Концентрацию экстрагированной ДНК оценивали с помощью спектрофотометра Varian Cray 100 Scan.

Для оптимизации параметров амплификации были отобраны 6 пар праймеров, среди которых праймеры черешни, вишни, абрикоса, персика. Синтез праймеров осуществлялся фирмой ООО «СибЭнзим-М»

(Россия, Новосибирск). Нуклеотидные последовательности праймеров приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Нуклеотидные последовательности праймеров

Название праймера	Последовательность праймеров	Источник
PruC2m	TGG CCA AGT AAT TAT TCA AAC C CAA AAT ACC ACT TCA TGT AAC AAC	<i>Hongxiga, 2010</i> [7]
UDAp-404	CAT GAA CAG GGT CAA AAG CA TAT ATC CTT ACG CGG CCT CA	<i>Messina, 2004</i> [8]
UDP98-022	CTA GTT GTG CAC ACT CAC GC GTC GCA GGA ACA GTA AGC CT	<i>Testolin, 2004</i> [11]
UDP98-024	CCT TGA TGC ATA ATC AAA CAG C GGA CAC ACT GGC ATG TGA AG	<i>Testolin, 2004</i> [11]
UDP96-001	AGT TTG ATT TTC TGA TGC ATC C TGC CAT AAG GAC CGG TAT GT	<i>Cipriani et al., 1999</i> [6]
UDP96-003	TTG CTC AAA AGT GTC GTT GC ACA CGT AGT GCA ACA CTG GC	<i>Cipriani et al., 1999</i> [6]

Расчёт температуры отжига проводили по формуле Уоллеса:

$$T_m = 2(A + T) + 4(G + C)$$

где: значения: А, Т, G, С соответствуют количеству нуклеотидов аденина, тимина, гуанина и цитозина [10].

Постановку ПЦР проводили с использованием набора реагентов GenPak PCR Core (ООО «Лаборатория ИзоГен», Россия, Москва) на программируемом амплификаторе «ТерцикТМ» (ООО «ДНК-Технология», Россия, Москва). В состав реакционной смеси объёмом 20 мкл входили: дюлиент — 10 мкл, готовый раствор праймеров — 5 мкл, образец ДНК — 5 мкл, Таq ДНК полимеразы, дезокси-нуклеозидфосфаты — 200 мкМ и хлорид магния — 2,5 мМ.

Продукты ПЦР разделяли электрофоретически в 2 % агарозном геле (ООО «Компания Хеликон» Россия, Москва) в ТВЕ-буфере (121,1 г Трис-НСl, 51,35 г борной кислоты, 3,72 г ЭДТА в 1 л бидистиллированной воды) с добавлением бромистого этидия (ООО «Компания Хеликон», Москва) (20 мг/мл) до конечной концентрации 0,5 мкг/мл. Продукты ПЦР визуализировали в ультрафиолетовом свете с длиной волны 366 нм и фотографировали.

Результаты исследований

Наиболее важным параметром амплификации является температура отжига праймеров. Оптимальной является та температура, при которой реакция проходит без образования неспецифических продуктов. Нормальный диапазон температуры отжига праймеров — 36—75 °С. Первоначально, при постановке реакции, использовали данные из литературных источников. Однако не во всех случаях реакция проходила успешно. Для получения оптимального и достоверного результата мы постепенно повышали значение температуры отжига праймеров. Так, для пары праймеров UDP96-001 полученную из литературных источников температуру 57 °С, мы повышали до 67 °С. Перечень температурных режимов приведён в табл. 2.

Таблица 2.

Перечень параметров температуры отжига

Название праймера	Температура отжига из литературного источника	Температура отжига расчётная	Температура отжига оптимизированная
PruC2m	56 °С	58 °С	60 °С
UDAp-404	56 °С	58 °С	57 °С
UDP98-022	57 °С	62 °С	61 °С
UDP98-24	57 °С	62 °С	61 °С
UDP96-001	57 °С	62 °С	67 °С
UDP96-003	57 °С	60 °С	63 °С

Для проведения ПЦР были выбраны следующие универсальные временные отрезки: 4 мин — первичная денатурация, амплификация: 15 с — денатурация, 60 с — отжиг праймеров, 30 с — полимеризация.

Подобранные условия позволили хорошо визуализировать результаты полимеразной цепной реакции и зафиксировать их (Рис. 1).

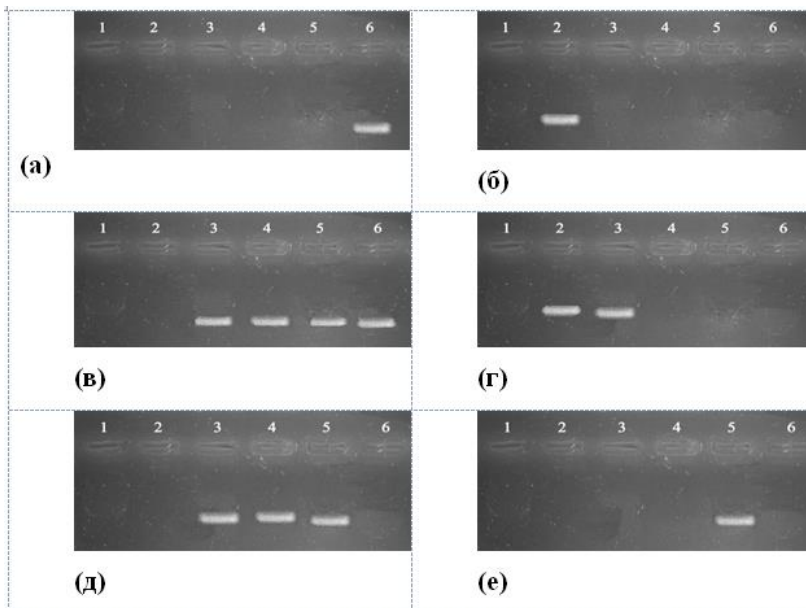


Рисунок 1 Результаты ПЦР анализа с использованием пар праймеров: *а* — *PruC2m*, *б* — *UDAp-404*, *в* — *UDP98-022*, *г* — *UDP98-024*, *д* — *UDP96-001*, *е* — *UDP96-003*.
1 — отрицательный контроль, *2* — сок абрикоса, *3* — сок персика, *4* — сок нектарина, *5* — сок вишни, *6* — сок черешни

Как видно из представленных снимков во всех случаях качественная реакция прошла успешно с образованием визуализируемых полос ампликонов. Стоит отметить, что праймеры *PruC2m*, *UDAp-404* и *UDP96-003* оказались видоспецифичны только к одному из образцов, а праймеры *UDP98-022*, *UDP98-024* и *UDP96-001* проявляют полиморфизм по отношению к нескольким пробам. Результаты качественной реакции для идентификации фруктовых соков приведены в табл. 3.

Таблица 3.

Результаты качественного анализа соков разными наборами праймеров

	Абрикос	Персик	Нектарин	Вишня	Черешня
PruC2m	–	–	–	–	+
UDAp-404	+	–	–	–	–
UDP98-022	–	+	+	+	+
UDP98-024	+	+	–	–	–
UDP96-001	–	+	+	+	–
UDP96-003	–	–	–	+	–

Для определения возможности выявления факта смешивания разных образцов соков была поставлена задача выявить внесение постороннего сока в образец в пропорции 1:20. Пробы формировали следующим образом: проба 1—9,5 мл персикового сока + 0,5 мл сока абрикоса, проба 2—9,5 мл гранатового сока + 0,5 мл сока вишни, проба 3—9,5 мл гранатового сока + 0,5 мл сока черешни. Результат выявления данного факта методом ПЦР представлен на рис. 2.

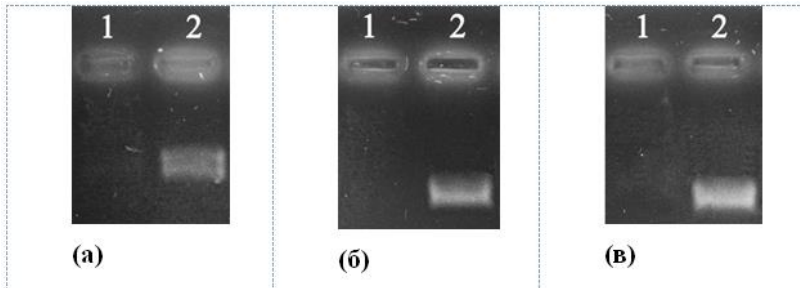


Рисунок 2. Результаты ПЦР анализа с использованием пары праймеров: а — UDAp-404, б — PruC2m, в — UDP96-003; а — 1 — Сок персика 100 % (отрицательный контроль), 2 — Сок персика 95 % + сок абрикоса 5 %, б — 1 — Сок граната 100 % (отрицательный контроль), 2 — Сок граната 95 % + сок черешни 5 %, в — 1 — Сок граната 100 % (отрицательный контроль), 2 — Сок граната 95 % + сок вишни 5 %

Как видно из представленных снимков, качественная реакция на определение присутствия посторонней примеси сока прошла

успешно во всех случаях, что подтвердило возможность выявления факта добавления постороннего сока в концентрации до 5 %.

Выводы

Праймеры PruC2m специфичны только к соку черешни, UDAp-404 специфичны только абрикосовому соку, а UDP96-003 к соку из вишни. Праймеры UDP98-022 проявляют специфичность одновременно к сокам из персика, нектарина, вишни и черешни, UDP98-024 одновременно к сокам из абрикоса и персика, UDP96-001 проявляет специфичность к сокам из персика нектарина и вишни.

Во всех случаях оптимизированная температура отжига праймера превышает на 1—6 °С температуру отжига, приведённую в источниках.

Качественная реакция на выявление примеси постороннего сока в объёме 5 % показала возможность применения ПЦР для выявления фальсификации, связанной с недопустимой модификацией сырьевого состава соков. Праймеры PruC2m и UDP96-003, соответственно, способны идентифицировать примесь сока черешни и вишни в гранатовом соке. Пара праймеров UDAp-404 способна выявлять нарушения, связанные с внесением доли абрикосового сока в сок персика.

Список литературы:

1. ГОСТ Р 53137-2008 «Соки и соковая продукция. Идентификация. Общие положения» // М.: Госстандарт России, 2008.
2. Российский рынок соков 2013 — «Противоречия и прогнозы»: аналит. обзор, май 2013, Euroresearch & Consulting. [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://er-cons.ru/shop/56/desc/rossijskij-gynok-sokov-protivorechija-i-prognozy> (дата обращения 10.09.2013).
3. Самойлов А.В. Выявление фальсификации фруктовых соков молекулярно-генетическими методами / А.В. Самойлов, Е.Ю. Колпаков, Н.В. Кирбаева // Сборник научных трудов 6-ой конференции молодых учёных отделения хранения и переработки сельскохозяйственной продукции М.: Издательство РГАУ — МСХА, 2012. — С. 281—286.
4. Федеральный закон от 27 октября 2008 г. № 178-ФЗ «Технический регламент на соковую продукцию из фруктов и овощей».
5. Berindean Ioana Virginia / PCR Protocol Optimization for Genetic Diversity Assessment and Molecular. Characterization of Sour Cherry Cultivars / Ioana Virginia Berindean, Eugen Cardei, Gabriela Roman Monicaturzeanu, Doru Pamful // Bulletin UASVM Horticulture. — 2012. — Vol. 69. — № 1. — P. 1843—5394.

6. Cipriani G. AC/GT and AG/CT microsatellite repeats in peach (*Prunus persica* (L) Batsch): isolation, characterization and cross-species amplification in *Prunus*. / G. Cipriani G. W.-G. Lot, M. T. Huang, et all. // *Theor. Appl. Genet.* — 1999. — № 99. — P. 65—72.
7. Hongxia Wang. Identification of the S-genotypes of several sweet cherry (*Prunus avium* L.) cultivars by AS-PCR and pollination / Wang Hongxia, Zhang KaiChun, Su Huairui and Naihaoye // *African J. of Agricultural Research*. 2010. — Vol. 5. — № 3. — P. 250—256.
8. Messina R. New set of microsatellite loci isolated in apricot / R. Messina, O. Lain, M.T. Marrazzo, et all. // *Mol. Ecol. Notes.* — 2004. — Vol. 4. — № 3. — P. 432—434.
9. *Prunus*. The Plant List. Version 1. 2010. Retrieved 29 November 2012.
10. Suggs S.V. Using purified genes, ICN-UCLA / S.V. Suggs, T. Hirose, D.H. Myake, M.J. Kawashima, et all. // *Symp. Mol. Cell. Biol.* — 1981. — Vol. 23. — P. 683—693.
11. Testolin R. Microsatellite DNA in peach (*Prunus persica* L. Batsch) and its use in fingerprinting and testing the genetic origin of cultivar / R. Testolin, T. Marrazzo, G. Cipriani, et all. // *Genome* — 2000. — Vol. 43. — № 3. — P. 512—520.

СЕКЦИЯ 11.

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА, ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, ОХРАНА ТРУДА И ЭКОЛОГИЯ

АНАЛИЗ ПРИЧИН ТРАВМАТИЗМА В СТРОИТЕЛЬНОМ КОМПЛЕКСЕ

Едаменко Алена Сергеевна

*канд. техн. наук, доцент Белгородского государственного
технического университета им. В.Г. Шухова,
г. Белгород*

E-mail: a-edamenko@mail.ru

ANALYSIS OF INJURY BUILDING COMPLEX

Alena Edamenko

*candidate of Science, assistant professor
of Belgorod State Technical University after V.G. Shukhov,
Belgorod*

АННОТАЦИЯ

В статье представлены результаты проведенного анализа состояния и динамики травматизма в строительном комплексе на примере Белгородской области. В работе перечислены опасные действия, которые могут привести к травмированию и группы производственных травм.

ABSTRACT

The article presents the results of the analysis of the status and dynamics of injuries in the construction industry as an example of the Belgorod region. The paper lists the dangerous activity that can result in injury and a group of work-related injuries.

Ключевые слова: производственный травматизм, строительство, несчастные случаи, травмирующие факторы, анализ и причины травматизма.

Keywords: industrial injuries, construction accidents, traumatic factors and causes of injury analysis.

Для улучшения условий труда на производстве всегда ставится задача — установить причины и закономерности появления несчастных случаев и профессиональных заболеваний. Этому предшествует отклонение производственного процесса от нормального хода.

Производственный травматизм, как следствие несчастных случаев и аварий, уже давно стал проблемой во многих странах [4].

На основе актов специального расследования групповых, тяжелых и смертельных случаев, специальных обследований и проверок, проводимых вышестоящими хозяйственными организациями и органами надзора, и других материалов проводится анализ причин, вызывающих несчастные случаи и профессиональные заболевания, определяется тактика борьбы с травматизмом, принимаются конкретные меры для устранения отдельных опасных и вредных факторов. Анализ производственного травматизма должен включать в себя следующие этапы:

1. Выявление всех причин несчастного случая, которые привели к травме.
2. Установление взаимосвязи тех причин, которые непосредственно привели к несчастному случаю.
3. Определение основной причины несчастного случая (желательно технической), вызвавшей травмирование пострадавшего.

Известны различные методы анализа этих материалов; в нашей стране практически применяются статистический и монографический методы анализа производственного травматизма [1].

Статистические данные о несчастных случаях на производстве (включая смертельный исход) и профессиональных заболеваниях, публикуемые Международной Организацией Труда (МОТ), показывают, что высокую смертность среди работников вызывают болезни, приобретенные на рабочих местах. Так, применение вредных химических веществ является причиной свыше 650 тыс. смертей в год, а в таких отраслях экономики, как строительство, горное производство, сельское хозяйство отмечается высокий уровень учтенных несчастных случаев.

В табл. 1 представлены данные о смертельном травматизме по России и в строительстве конкретно.

Строительство занимает одно из основных мест по числу травм со смертельным исходом [3].

Таблица 1.

Данные о смертельном травматизме в РФ за 2011 года

№ п/п	Отрасли (подотрасли) экономики	Количество пострадавших со смертельным исходом					
		в предыдущем году			в текущем году		
		всего	женщин	лиц в возрасте до 18 лет	всего	женщин	лиц в возрасте до 18 лет
Всего по РФ		871	70	0	669	59	0
Строительство		201	4	0	156	5	0

Большинство пострадавших — рабочие мужского пола, так как большинство работающих в строительстве составляют мужчины. Если же рассматривать тяжесть травмирования, то у женщин чаще, чем у мужчин, имеется факт смертельных несчастных случаев.

Общий анализ причин производственного травматизма со смертельным исходом учитывает и возраст пострадавших, и их стаж [2].

Результаты анализа травматизма в зависимости от основного стажа работ приведены на рис. 1.

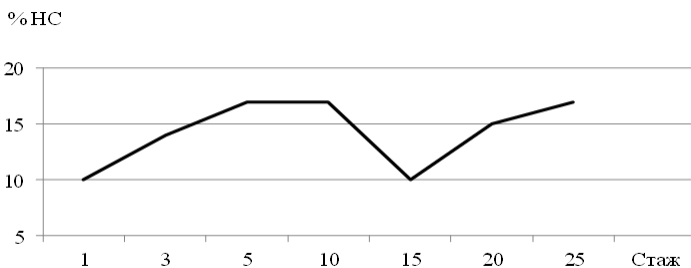


Рисунок 1. Процент несчастных случаев (НС) в зависимости от стажа работы

Анализируя причины травматизма по основному стажу работы, мы видим, что с увеличением основного стажа травматизм увеличивается, затем резкий скачок вниз и снова постепенное увеличение. Как обычно, в первый год происходит обучение в учебных комбинатах и других учебных заведениях. Затем молодые специалисты вливаются в рабочий коллектив.

Большой процент травматизма приходится на работников со стажем от 3 до 10 лет и тех, которые проработали свыше 20 лет. Это говорит о том, что с приобретением некоторого опыта работы по специальности многие теряют бдительность, нарушают правила техники безопасности.

Максимальное количество травматизма приходится на возраст 20—30 лет. Это время, когда специалист по своей профессии еще не сформировался. Он познает очень много и копит свой рабочий опыт, но и вместе с тем допускает ошибки, неосторожные действия, которые свойственны молодости.

Среди работников в возрасте 50—60 лет, процент травматизма минимальный.

Проведенный анализ несчастных случаев дает возможность классифицировать три основных вида причин производственного травматизма:

- организационные — плохая организация работ на строительной площадке, недостаточная обученность рабочих, отсутствие необходимого надзора за ведением работ, нарушение технологии производства, нарушение режима труда и отдыха, использование рабочих не по специальности;
- технические — неисправное состояние лесов, подмостей, приспособлений и инструмента, а также конструктивные недостатки машин, механизмов, грузозахватных средств, строительных конструкций и оборудования;
- психофизиологические и другие — недостаточное внимание к выполнению работы, ослабление контроля рабочих за своей деятельностью.

Данные представлены на рис. 2.

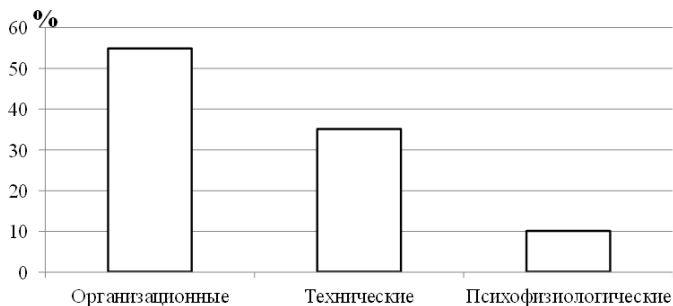


Рисунок 2 Состояние производственного травматизма по причинам несчастных случаев

Анализ показывает, что большинство несчастных случаев происходит по организационным причинам, в результате недостаточного технического надзора со стороны ИТР, обученности безопасным методам работ, из-за низкого уровня производственной и трудовой дисциплины которые нужно устранить силами самих организаций.

Рассматривая производственные травмы на предприятиях, можно прийти к заключению, что существует определенная связь между состоянием человеческого организма и несчастным случаем.

Предупреждение производственного травматизма — было и остается комплексной проблемой, требующей усиленного внимания специалистов разного профиля.

При разработке плана профилактических мероприятий по предупреждению травматизма важным аспектом является не только перечень их, но и ранжирование, то есть определение степени весомости вклада каждого мероприятия в состояние условий труда.

Список литературы:

1. Ачин В.А. Системный анализ причин производственного травматизма Л.: Знание, 1973. — 44 с.
2. Барабаш В.И., Шкрабак В.С. Психологи безопасности труда СПб, 1996. — 210 с.
3. Государственной инспекции труда в Белгородской области [Офиц. сайт]. [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://git31.rostrud.ru> (дата обращения: 14.08.2013).
4. Лубенская О.А., Климова Е.В., Храмцов Б.А., Ростовцева А.А. Оценка аварийности и производственного травматизма при разработке полезных ископаемых открытым способом // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. — 2013. — № 1. — С. 140—144.
5. СНиП 12-03-2001. «Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования» (приняты и введены в действие Постановлением Госстроя РФ от 23.07.2001 № 80).

**НЕКОТОРЫЕ ВАРИАНТЫ РАСПОЛОЖЕНИЯ
ИК-ИЗЛУЧАТЕЛЕЙ
В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ
ПРИ УСЛОВИИ СОБЛЮДЕНИЯ
ГИГИЕНИЧЕСКИХ ТРЕБОВАНИЙ**

Толицина Екатерина Юрьевна

*аспирант Московского государственного университета
путей сообщения,*

г. Москва

E-mai: Kate.postbag@gmail.com

**SOME VARIANTS OF LOCATION OF IR EMITTERS
IN INDUSTRIAL PREMISES PROVIDED HYGIENE
REQUIREMENTS**

Ekaterina Tolschina

*postgraduate student of the Moscow State University of railway transport,
Moscow*

АННОТАЦИЯ

В настоящей работе представлены некоторые варианты расположения инфракрасных излучателей при соблюдении гигиенических требований. Произведен расчет результирующего лучистого потока и температуры нагреваемой поверхности между параллельными поверхностями и построены диаграммы.

ABSTRACT

In this paper we present some of the options for the location of infrared emitters subject to the hygiene requirements. The calculation of the resulting radiant flux and the temperature of the heated surface between parallel surfaces and the diagrams are constructed.

Ключевые слова: теплообмен, результирующий лучистый поток.

Keywords: heat exchange, resulting radiant flux.

Согласно СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений» [1, 2] допустимые

микроклиматические условия установлены по критериям допустимого теплового и функционального состояния человека на период 8-часовой рабочей смены. Они не вызывают повреждений или нарушений состояния здоровья, но могут приводить к возникновению общих или локальных ощущений теплового дискомфорта, напряжению механизмов терморегуляции, ухудшению самочувствия и понижению работоспособности. Допустимые величины интенсивности теплового облучения поверхности тела работающих от производственных источников должны соответствовать значениям, приведенным в таблице 1.

Таблица 1.

Допустимые величины интенсивности теплового облучения поверхности тела работающих от производственных источников

Облучаемая поверхность тела, %	Интенсивность теплового облучения, Вт/м ² , не более
50 и более	35
25—50	70
не более 25	100

В ранее опубликованной статье [3] были представлены материалы, позволяющие определить высоту подвеса излучателя в рабочем помещении в зависимости от его температуры. Используя эти данные, была определена плотность расположения излучателей в рабочей зоне помещения при условии соблюдения санитарно-гигиенических требований по величине падающего теплового потока.

Темный излучатель характеризуется более низкой лучистой эффективностью, которая колеблется в диапазоне 45—60 %. Эта эффективность достигается с помощью, так называемого, рефлектора, который образует зеркальную плоскость, отражающую излучения в необходимом направлении. Для концентрации теплового излучения в рабочей зоне помещения рефлектор имеет специальную изогнутую поверхность.

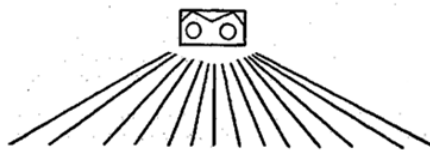


Рисунок 1. Схема распространения энергии от инфракрасного излучателя

За счет изогнутой формы рефлектора распространяемое по полусфере излучение концентрируется в нормальном направлении по отношению к рабочей сфере (рисунок 1). Кроме этого учитывались тепловые потоки излучения, поступающие от соседних излучателей. За счет этого происходит увеличение результирующего теплового потока, что требует вносить корректировку в высоту подвеса излучателей их плотности расположения и температуры.

Расчеты, проведенные по определению изменения величины результирующего теплового потока в рабочей зоне, при различных высотах подвеса и плотности расположения излучателей позволили найти оптимальные параметры. Так, например, как видно из рисунка 2, при температуре излучателя $t_1=600\text{ }^{\circ}\text{C}$ и его высоте подвеса в 9 м над рабочей зоной оптимальное расстояние между двумя излучателя должно составлять не менее 14 м, что позволит обеспечить допустимое тепловое воздействие.

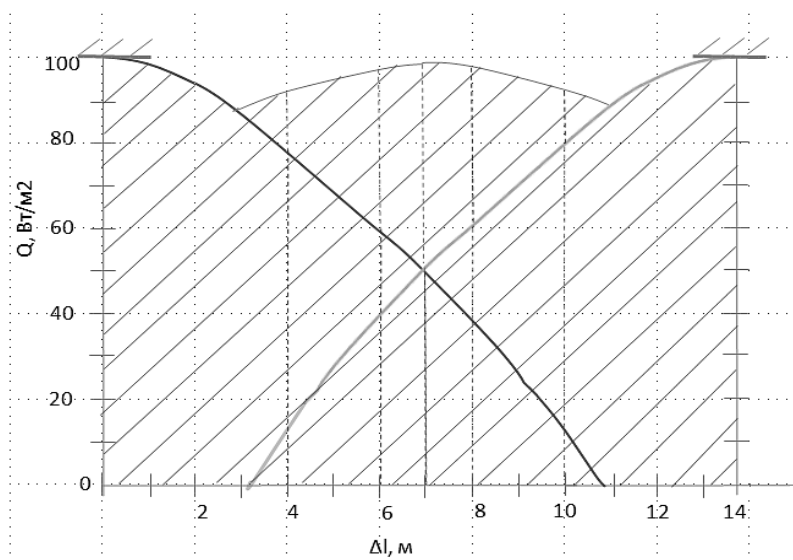


Рисунок 2. Величина теплового потока от отопительных панелей, нагретых до $600\text{ }^{\circ}\text{C}$

Аналогично были определены расстояния между излучателями при температурах излучателя $t_1=500\text{—}300\text{ }^{\circ}\text{C}$. Как видно из рисунка 3, оптимальное расстояние между излучателями при $t_1=500\text{ }^{\circ}\text{C}$ будет

составлять 12 м, при $t_1=400^\circ\text{C}$ — 8 м, при $t_1=300^\circ\text{C}$ — 6 м. При этом высота подвеса излучателя будет составлять 7, 5 и 4 м соответственно.

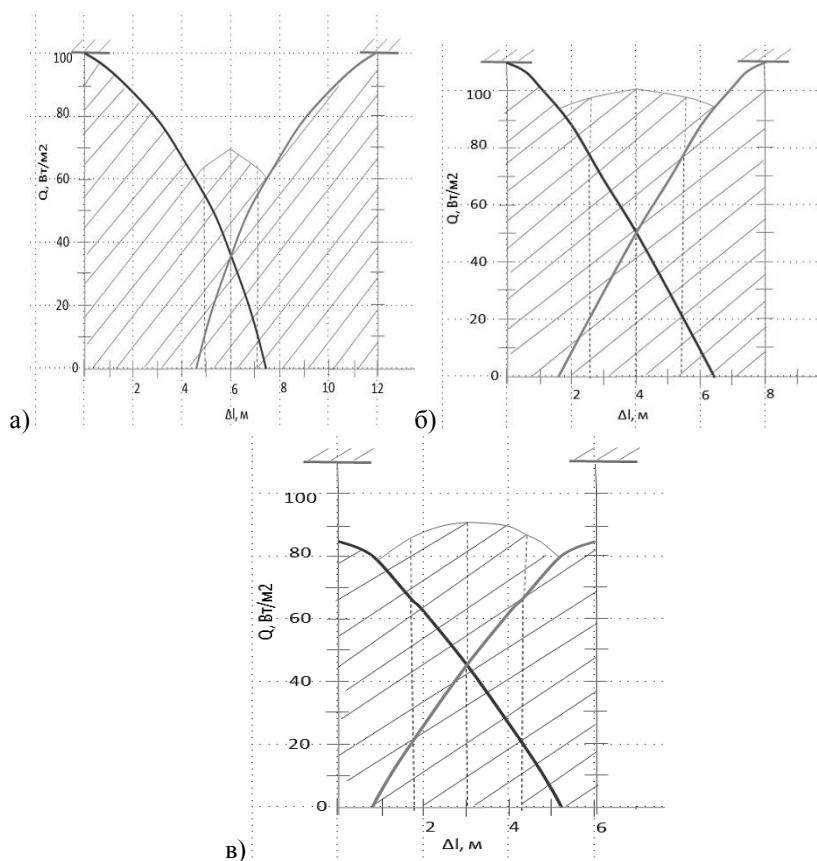


Рисунок 3. Величина теплового потока от отопительных панелей, нагретых до: а) 500°C , б) 400°C , в) 300°C

При температуре излучателя $t_1=200^\circ\text{C}$ расстояние между отопительными панелями можно варьировать. На рисунке 4 представлены два варианта расположения отопительных панелей 6 и 4 м, при высоте подвеса излучателя 3 м. В обоих случаях будет обеспечено допустимое тепловое воздействие и при наложении двух тепловых потоков от разных излучателей, величина суммарного теплового потока не будет превышать 100 Вт/м^2 . При этом расстояние между

излучателями необходимо определять исходя из обеспечения более комфортных условий по всей поверхности рабочей зоны помещения. Как видно из рисунка 4 б, изменение величины теплового потока по площади будет минимальным.

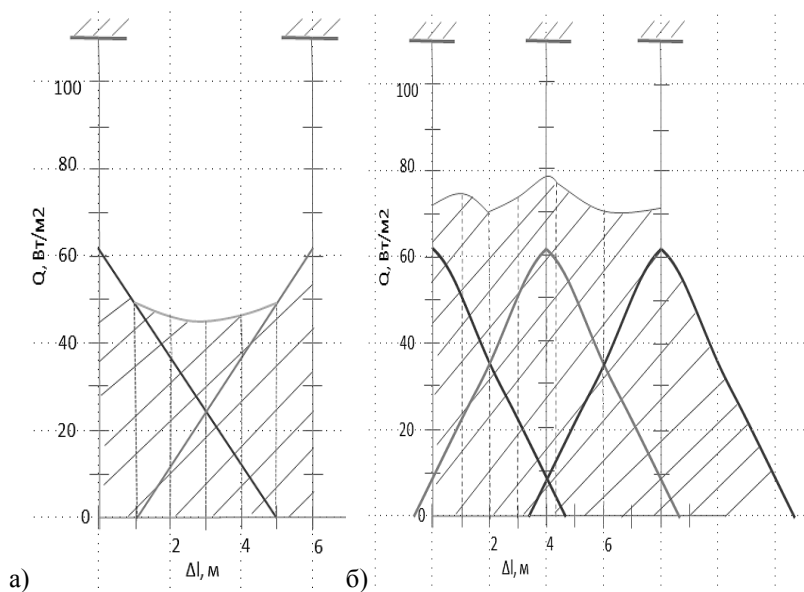


Рисунок 4. Величина теплового потока от отопительных панелей, нагретых до 200⁰С, и различном расстоянии между ними: а) 6 м, б) 4 м

Для подтверждения расчетных данных нами была проведена экспериментальная оценка величины результирующего теплового потока от инфракрасных излучателей в рабочей зоне тепловозного цеха ремонтного локомотивного депо Ярославль-Главный. Производственные помещения депо оборудованы или газовым лучистым отоплением (ГЛО) или газовым воздушным отоплением (ГВО). В установках ГЛО используются газовые инфракрасные (ИК) излучатели “Blackheat” производителя “ROBERTS GORDON”, США. В установках ГВО используются приборы рециркуляционного воздуха “СОМВАТ” со свободным выбросом нагреваемого воздуха того же производителя. Тепловозный цех оборудован ГЛО. В помещении установлено пять излучателей на расстоянии друг от друга 6 м и на высоте 7,65 м. Основные работы проводятся на расстоянии 5,65 м

от излучателя (пол помещения) и 3,65 м от излучателя (пол вне кабины тепловоза).

Для исследований теплового потока был использован радиометр энергетической освещенности переносной «РАТ-2П-Кварц-41». Измерения были проведены на уровне верхней границы рабочей зоны (3,65 м) непосредственно под излучателем, при сдвиге от оси излучателя на 1,5 м и 3 м. Температура излучателей (t_1) равна 190 °С. Результаты измерений теплового потока приведены в таблице 2.

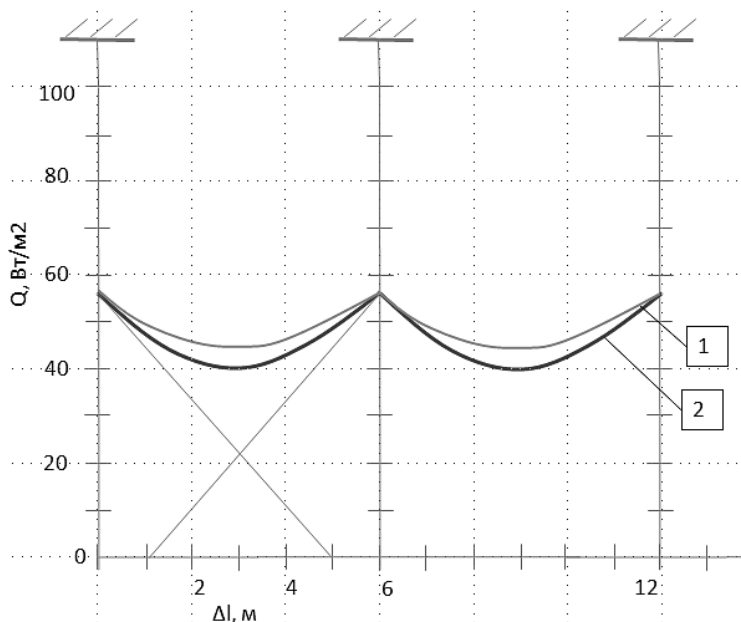
Таблица 2.

Результаты измерений теплового потока

Место проведения измерений	Фактическое значение теплового излучения (Вт/м ²)
Тепловозный цех. На рабочем месте механика (нахождение работника непосредственно под инфракрасным излучателем)	56
Тепловозный цех. На рабочем месте механика (нахождение работника на расстоянии 1,5 м от инфракрасного излучателя)	44
Тепловозный цех. На рабочем месте механика (нахождение работника на расстоянии 3 м от инфракрасного излучателя)	40

По результатам измерений была построена диаграмма изменения величины теплового потока на поверхности рабочей зоны, расположенной между двумя излучателями на расстоянии 3,65 м от излучающих панелей (рисунок 5).

На этом же рисунке приведены значения изменения теплового потока при тех же условиях, полученных расчетным путем. Сравнение расчетных и экспериментальных результатов показывает их практическое совпадение, что позволяет сделать вывод о правильности теоретических расчетов.



**Рисунок 5. Распределение теплового потока между излучателями:
1 — расчетные данные, 2 — экспериментальные данные**

Список литературы:

1. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. СанПиН 2.2.4.548-96. Минздрав России, Москва, 1997.
2. Бюллетень нормативных и методических документов госсанэпиднадзора. Выпуск 3 (21), сентябрь 2005. ISBN 5-7508-0247-7.
3. Сидоров Ю.П., Толщина Е.Ю. Определение допустимой высоты подвеса инфракрасных излучателей в зависимости от их температуры // Теория и практика современной науки: материалы X Международной научно-практической конференции, г. Москва, 27—28 июня 2013 г. / Науч.-инф. издат. центр «Институт стратегических исследований». М.: Издательство «Спецкнига», 2013. — 420 с.

СЕКЦИЯ 12.

НАНОТЕХНОЛОГИИ И НАНОМАТЕРИАЛЫ

ПРИМЕНЕНИЕ НАНОРАЗМЕРНЫХ БИОГЕННЫХ МЕТАЛЛОВ В ТЕХНОЛОГИИ ВЫРАЩИВАНИЯ ПШЕНИЦЫ ОЗИМОЙ В УСЛОВИЯХ ПРАВОБЕРЕЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ УКРАИНЫ

Гончар Любовь Николаевна

*канд. сель.-хоз. наук, ст. препод. НУБиП Украины,
г. Киев*

E-mail: gnchar.Ljubv@rambler.ru

THE APPLICATION OF BIOGENIC METALS NANODIMENSIONS IN THE WINTER WHEAT CULTIVATION TECHNOLOGY ON THE TERRITORY OF UKRAINE RIGHT-BANK STEPPE

Lyubov Gonchar

*phD in Agriculture, senior lecturer
of National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine,
Kiev*

АННОТАЦИЯ

В статье рассмотрено применение нанопрепаратов в растениеводстве, а именно, при выращивании пшеницы озимой для обеспечения урожайности и качества зерна и предотвращения накопления тяжелых металлов.

ABSTRACT

The aim of this study — the application of nanopreparations in agriculture, in the technology of winter wheat cultivation for providing of higher yields, seeds quality and preventing of heavy metal accumulation.

Ключевые слова: пшеница озимая, нанопрепарат, продуктивность.

Key words: winter wheat, nanopreparation, productivity.

Разработка нанотехнологий и их применение в сельском хозяйстве очень актуальны. Предполагается, что они позволят повысить эффективность и рентабельность выращивания сельскохозяйственных культур, и, вероятно, качество самой продукции. В растениеводстве применение нанопрепаратов обеспечивает повышение урожайности 1,5—2 раза и устойчивости к неблагоприятным погодным условиям почти всех продовольственных (картофель, зерновые, овощные, плодово-ягодные) и технических (хлопок, лен) культур [4, с. 67; 6, с. 350].

Особенность использования наноразмерных биогенных металлов заключается в том, что их свойства проявляются, если эти металлы находятся именно в атомарном, а не ионном состоянии. Имея чрезвычайно высокую активность и размеры, соответствующие размерам живых клеток, биогенные металлы в таком состоянии более эффективно и безопасно воспринимаются растениями при использовании их в качестве микроудобрений. В результате значительно уменьшаются как существующие нормы внесения жизненно необходимых микроэлементов, так и возможные негативные последствия от передозировки ими, и в первую очередь, от тех из них, что относятся к тяжелым металлам [1, с. 1].

Уменьшить отрицательное влияние почвы возможно за счет предпосевной обработки семян или при некорневой подкормке растений. Следовательно, остается найти форму, в которой бы растение максимально усваивало микроэлементы. В последнее время такая форма была найдена в виде наночастиц микроэлементов с размером 1—100 нм, которые за счет малых размеров проникают сквозь мембрану клеток, а благодаря значительной удельной поверхности имеют большую реакционную способность. Большая проникающая способность частиц нанометаллов обусловлена не только малыми размерами частиц, а также их электронейтральностью [2, с. 47; 5, с. 1]. Электронейтральность комплекса обеспечивает его низкую токсичность. Ученые Российской академии наук [3, с. 59] указывают, что наночастицы металлов менее токсичны, чем их соли, например, меди — в 7 раз, цинка — в 30, а железа — в 40 раз, чем их сернокислые соли, которые часто используют в комбикормах.

Исследования проводились в научных лабораториях и в стационарном севообороте кафедры растениеводства в ОП Нацио-

нального университета биоресурсов и природопользования Украины «Агрономическая исследовательская станция», расположенная в с. Пшеничное Васильковского района Киевской области. Опытная станция находится в северо-восточной части правобережной Лесостепи. Исследования проводили на двух сортах озимой пшеницы: Национальная и Бриллиант; варианты опыта: контроль (обработка водой) и опыт (препарат нанометалла).

Проведенные в 2010—2012 гг. исследования подтверждают мнение российских ученых и свидетельствуют о минимальном остаточном содержании их в зерне пшеницы. Так, по результатам исследований состава полученного зерна (табл. 1), установлено, что содержание меди, железа, серебра и марганца в вариантах обработки коллоидными растворами наночастиц металлов уменьшилось по сравнению с контрольным вариантом. Только содержание цинка увеличилось в зерне сорта Национальная на 0,39 мг/кг, а в сорте Бриллиант на 4,58 мг/кг. Металлы, входящие в коллоидные растворы для обработки посевов, не накапливались в зерне, о чем свидетельствуют полученные данные.

Таблица 1.

Остаточное содержание металлов в зерне пшеницы озимой, мг/кг

Сорт	Медь, мг/кг	Железо, мг/кг	Серебро, мг/кг	Марганець, мг/кг	Цинк, мг/кг
Контроль (обработанные водой)*					
Националь- ная	3,98±0,08	48,52±1,62	2,82±0,15	42,86±1,74	23,50±0,34
Бриллиант	3,99±0,01	57,00±4,10	2,07±0,03	26,08±0,56	18,71±0,54
Обработанные нанопрепаратом*					
Националь- ная	3,91±0,12	50,78±1,94	2,36±0,05	36,28±0,73	23,89±0,45
Бриллиант	3,78±0,11	53,09±0,95	1,77±0,14	23,93±0,71	23,29±0,93

Примечание:* Проводилась обработка семян и по вегетации в фазу кущения, выхода в трубку, колошения

Проведены исследования токсического действия коллоидного раствора на растение. В опыте использовались наноразмерные частицы серебра и цинка. На рис. 1 изображены исследуемые растения, не имеющие признаков проявления токсического действия нанометаллов.



Рисунок 1. Влияние нанометаллов на ростовые процессы пшеницы озимой (слева — на 28.01, справа — на 01.02); 8 — контроль (вода); 3 — Хитозан; 6 — Цинк+Серебро (концентрация 1:50); 7 — Хитозан+Цинк+Серебро (концентрация 1:50)

Результаты исследований действия наночастиц показывают, что оно обусловлено их малыми размерами, и, соответственно, высокой удельной поверхностью и реакционной способностью. Так, токсичность наночастиц зависит от физической природы, способа получения, размеров, структуры наночастиц или нанокластеров, а также от биологического объекта, на который они действуют.

Большинство экспертов сходятся во мнении о зависимости действия наночастиц от дозы, указывают на пороговые дозы, с которых начинается действие наноматериалов. Установлено, например, что токсичность наночастиц меди увеличивается с уменьшением их размеров. Но размер сферических наночастиц меди зависит от модификации, т. е. среды, в которой они получены и средний размер колеблется от 33 нм (воздух) до 103 нм (кислород). При одинаковом размере наночастиц их веретенообразная форма имеет большее повреждающее действие, чем шаровидная.

Предпосевная обработка семян нанопорошками железа в концентрации 0,001 % положительно влияла на энергию прорастания, но увеличение концентрации до 0,01 % приводило к подавлению прорастания. Оптимальной оказалась доза предпосевной обработки — 2—6 мг на 1 га, что дает повышение урожайности от 5 до 30 % и улучшение товарного вида.

Список литературы:

1. Ишлер С.Ю. Наноперспективы Украины // Материалы международной научно-практической Интернет-конференции «Современные направления теоретических и прикладных исследований '2011» с 15 по 28 марта 2011 г. — [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL:<http://www.sworld.com.ua> (дата обращения 14.07.2011).
2. Каплуненко В.Г. Нанотехнологии в сельском хозяйстве / Каплуненко В.Г., Косинов Н.В., Бовсуновский А.Н. // *Зерно*, № 4 (25). — 2008. — С. 47—54.
3. Фолманис Г.С. Наноразмерные биологически активные материалы / Г.Е. Фолманис, Л.В. Коваленко // *Нанотехнологии: наука и производство*. — № 2 (3), — 2009. — С. 58—59.
4. Каленська С.М., Новицька Н.В. Використання нанотехнологій в сільському господарстві // *Науковий збірник*, Вип. 6 Кіровоград, 2009. — С. 67—71.
5. Машков О. Нанотехнології в Україні: прискорення чи гальмування. 2009-02-18 [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: http://kyivregion.edc.org.ua/ua/publications/5467_Nanotehnologii_v_Ukraini:_pryskorennya_chy_galmuvannya. (дата обращения 12.08.2013).
6. Функціональні наноматеріали для потреб сільського господарства / [В.А. Копілевич, В.І. Максін, В.Г. Каплуненко, М.В. Косінов] // *Вісник НАУ*. — 2008. — № 130. — С. 349—354.

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ
ВЫСОКОТЕПЛОПРОВОДНОЙ КЕРАМИКИ
НА ОСНОВЕ НИТРИДА АЛЮМИНИЯ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НАНОПОРОШКА
ОКСИДА ИТТРИЯ**

Омурбекова Кымбат Рыскуловна

магистрант НИ ТПУ,

г. Томск, Россия

E-mail: omur_kymbat@mail.ru

Непчатов Юрий Кондратьевич

директор «Керамик Инжиниринг»,

г. Новосибирск, Россия

Денисова Анастасия Аркадьевна

ведущий инженер-технолог «Керамик Инжиниринг»,

г. Новосибирск, Россия

Швецова Юлия Ивановна

инженер-технолог «Керамик Инжиниринг»,

г. Новосибирск, Россия

Дитц Александр Андреевич

канд. техн. наук, доцент НИ ТПУ,

г. Томск, Россия

Волкова Анна Валентиновна

ученица МБОУ лицей при ТПУ,

г. Томск, Россия

DEVELOPMENT OF MANUFACTURING TECHNOLOGY OF HIGH THERMALLY CONDUCTIVE CERAMIC BASED ON ALUMINUM NITRIDE USING YTTRIUM OXIDE NANOPOWDERS

Omurbekova Kymbat Ryskulovna

*master student of Tomsk Polytechnic University,
Tomsk, Russia*

Nepochatov Yuri Kondratievich

*the director of "Ceramics Engineering",
Novosibirsk, Russia,*

Arkadievna Anastasia Denisova

*lead Process Engineer "Ceramic Engineering",
Novosibirsk, Russia,*

Shvetsov Julia

*process Engineer "Ceramic Engineering",
Novosibirsk, Russia,*

Dietz Alexander

*candidate of chemical science, docent Tomsk Polytechnic University,
Tomsk, Russia*

Volkova Anna

*schoolgirl MBOU Lyceum of the Tomsk Polytechnic University,
Tomsk, Russia*

АННОТАЦИЯ

В работе представлены результаты исследования получения высокотеплопроводной керамики из коммерческого порошка нитрида алюминия и оксида иттрия в качестве спекающей добавки. Определено оптимальное содержание оксида иттрия. Проведены исследования теплофизических и диэлектрических свойств полученной керамики, структуры методами XRD, SEM.

ABSTRACT

The work presents research results of the obtaining of the highly commercial ceramic powder of aluminum nitride and yttrium oxide as a sintering additive. The optimum content of yttrium oxide. Investigations of

thermal and dielectric properties of the resulting ceramic structure by XRD, SEM. The work was received with a ceramic thermal conductivity 160 W / m K.

Ключевые слова: Нитрид алюминия, теплопроводность, спекание, подложки, диэлектрические свойства керамики.

Keywords: Aluminum nitride, thermal conductivity, sintering, the substrate, the dielectric properties of the ceramic.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ ГЗ «Наука» 3.3055.2011.

В настоящее время вся керамика с высокой теплопроводностью, как AlN, так и BeO, поставляется в Россию только по импорту. Поэтому проблема получения высокотеплопроводной керамики на основе нитрида алюминия является актуальной и своевременной, кроме того, керамика из нитрида алюминия по коэффициенту теплового расширения ближе к кремнию и арсениду галлия, материалам, составляющим основу большинства кристаллов, применяемых в электронике, что делает эту керамику ещё более востребованной.

Керамика на основе нитрида алюминия (AlN) с высокой теплопроводностью предназначена для использования в электронике и электротехнике, в первую очередь, в качестве материала подложек мощных силовых и СВЧ полупроводниковых приборов (диодов, транзисторов, тиристоров), микросхем, микросборок и многокристальных модулей, термомодулей и подложек мощных светодиодов, а также других компонентов и устройств, где требуются высокие диэлектрические характеристики, прочность и теплопроводность материала.

В работе были использованы порошки нитрида алюминия, для снижения температуры спекания нитрида алюминия вводили порошок оксида иттрия разного гранулометрического состава и нанопорошок. Все перечисленные материалы производства Германии.

По данным рентгенофазового анализа, выполненного на дифрактометре Shimadzu XRD-7000, нитрид алюминия представлен единственной фазой, как и порошки оксида иттрия.

По данным растровой электронной микроскопии порошка нитрида алюминия, сделанной на микроскопе JSM 7500FA, частицы представлены агрегатами неправильной обломочной формы рисунок 1 [5]. Микронные порошки оксида иттрия представлены чешуйками, а нанопорошки имеют сферическую форму. Данные электронной микроскопии подтверждаются данными лазерной гранулометрии,

полученной на лазерном дифракционном анализаторе размеров частиц SALD 7101, и представлены в таблице 1.

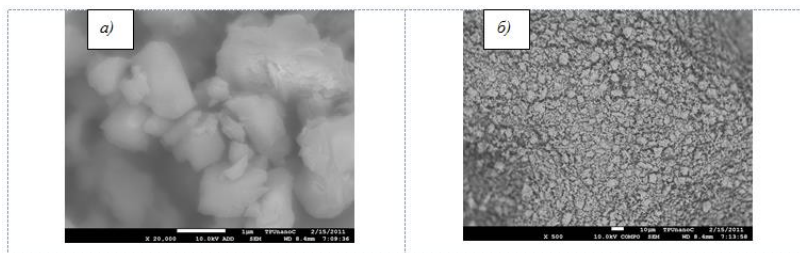


Рисунок 1. Микрофотографии порошка нитрида алюминия а) $\times 20000$; б) $\times 500$

Нанопорошок оксида иттрия по данным микроскопии представлен агломератами. Такая агломерация характерна для многих нанопорошков.

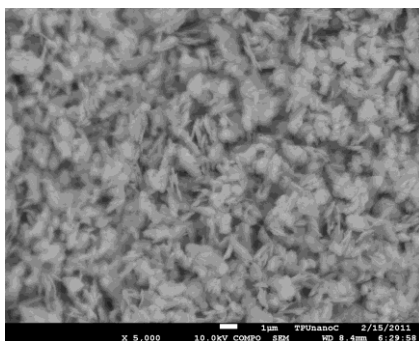


Рисунок 2. Микрофотографии микронного порошка оксида иттрия производства

Таблица 1.

Данные лазерной гранулометрии исходных порошков

Порошок	Размер частиц, мкм		
	D ₁₀	D ₅₀	D ₉₀
AlN	0,625	4,531	9,112
Y ₂ O ₃	0,889	3,022	11,910
Y ₂ O ₃ нано	0,532	1,509	3,305

Для разрушения агломератов применяли механическое и УЗ воздействие. Механическое разрушение агломератов проводили в шаровой мельнице в среде растворителя. Разрушение агломератов проводили при воздействии УЗ и механически (в шаровой мельнице), полученные данные показывают изменение гранулометрического состава. При применении УЗ происходит значительное увеличение количества мелкой фракции для всех порошков. Формование изделий вели методом шликерного литья на основу на лабораторной литьевой машине SAM-L252 ТВ производства фирмы KEKO Equipment Словения.

Спекание образцов проводили в высокотемпературной печи в среде азота. Для снижения влияния образующихся в печи градиентов температур и защиты образцов использовали короба из нитрида бора с притёртыми крышками.

Применение спекающей добавки обусловлено высокими температурами спекания нитрида алюминия и очищением кристаллической решетки от примесей кислорода, который и является основным препятствием для достижения высокой теплопроводности AlN [2].

После спекания полученные образцы исследовали: определяли усадку, плотность, пористость, водопоглощение, теплопроводность, микроструктуру. Теплопроводность определяли методом лазерной вспышки на установке LFA 427.

На рис.2 представлены микрофотографии полученной керамики.

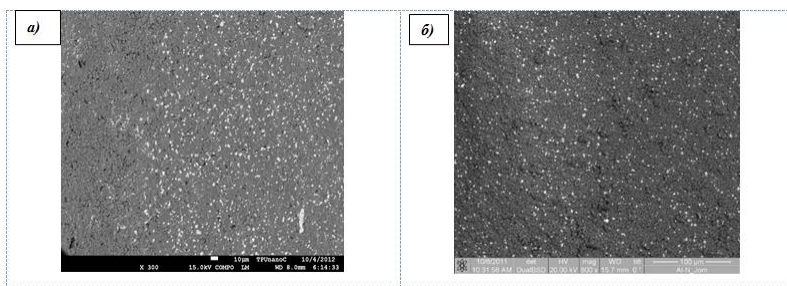


Рисунок 2. Микрофотографии керамики а) с применением микронных порошков оксида иттрия, б) с применением наноразмерных порошков оксида иттрия

Полученная керамика имеет различие в строении и свойствах. Это объясняется различием гранулометрического состава спекающей добавки. Керамика с применением в качестве спекающей добавки микронный порошок оксида иттрия имеет хорошую плотность, низкое водопоглощение, и достаточно высокую теплопроводность

(таблица 2). На микрофотографиях видны области с очень крупными включениями частичек оксида иттрия (рисунок 2а) и неравномерность распределения спекающей добавки, размер зерна спекающей добавки достигает 10 мкм. Керамика с применением нанопорошка оксида иттрия в качестве спекающей добавки имеет отличную микроструктуру (рисунок 2б), распределение спекающей добавки более равномерное, средний размер зерна спекающей добавки от 1 до 2 мкм, свойства керамики выше, чем при использовании микронных порошков.

Таблица 2.

Характеристики полученной керамики

Спекающая добавка	Отн. плотность, %	Водопоглощение, %	Теплопроводность, Вт/м·К
Y ₂ O ₃	98	0,010	160
Y ₂ O ₃ нано	99	0,005	184

Список литературы:

1. Дитц А.А., Земницкая А.Ю., Ларина К.В., Борискин С.А. Влияние предистории получения материалов нитрида алюминия на свойства керамики// Известия вузов. Физика. — 2012 — Т. 55 — № 5/2 — С. 105—109.
2. Дитц А.А., Митина Н.А., Земницкая А.Ю., Пестрецова Н.Е., Ларина К.В. Получение высокотеплопроводных материалов из нитрида алюминия// Известия вузов. Физика. — 2012 — Т. 55 — № 5/2 — С. 110—113.
3. Омурбекова К.Р., Дитц А.А., Волкова А.В., Применение нанопорошков при производстве высокотеплопроводной керамики //Современные техника и технология. 2013.
4. Самсонов Г.В. Нитриды. Киев: Наукова думка, 1969. — 380 с.
5. Cronin D.J. and K.A. McMarlin, “Tape Casting of Dielectric Substrates”, pp. 1963-72 in Ceramic Today-Tomorrow’s Ceramic. Edited by P. Vincenzini. Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam, 1991.

Научное издание

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

Сборник статей по материалам
XXVI международной научно-практической конференции

№ 9 (22)
Октябрь 2013 г.

Подписано в печать 08.10.13. Формат бумаги 60x84/16.
Бумага офсет №1. Гарнитура Times. Печать цифровая.
Усл. печ. л. 12,5. Тираж 550 экз.

Издательство «СибАК»
630075, г. Новосибирск, Залесского 5/1, оф. 605
E-mail: mail@sibac.info

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