



**МАТЕРИАЛЫ XVII МЕЖДУНАРОДНОЙ ЗАОЧНОЙ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ**

**ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ –
ОТ ТЕОРИИ К ПРАКТИКЕ**

Часть II

Новосибирск, 2013 г.

УДК 62
ББК 30
Т38

Т38 «Технические науки — от теории к практике»: материалы XVII международной заочной научно-практической конференции. Часть II. (23 января 2013 г.); Новосибирск: Изд. «СибАК», 2013. — 144 с.

ISBN 978-5-4379-0206-6

Сборник трудов XVII международной заочной научно-практической конференции «Технические науки — от теории к практике» отражает результаты научных исследований, проведенных представителями различных школ и направлений современных технических наук.

Данное издание будет полезно аспирантам, студентам, исследователям в области прикладной науки и всем интересующимся актуальным состоянием и тенденциями развития технических наук.

Рецензенты:

- кандидат технических наук, Ахмеднабиев Расул Магомедович, доцент Полтавского национального технического университета имени Юрия Кондратюка;
- доктор технических наук, профессор, Ахметов Сайранбек Махсутович, ректор Казахстанского университета инновационных и телекоммуникационных систем;
- кандидат технических наук, Елисеев Дмитрий Викторович, доцент Института развития дополнительного профессионального образования.

ISBN 978-5-4379-0206-6

ББК 30

© НП «СибАК», 2013 г.

Оглавление

Секция 7. Строительство и архитектура	7
СВОЙСТВА БЕЗАВТОКЛАВНЫХ СТЕНОВЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ПЕСЧАНО-ГЛИНИСТЫХ ПОРОД Володченко Александр Анатольевич	7
ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕФОРМАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ПНЕВМАТИЧЕСКИХ ОПЛУБОЧНЫХ СИСТЕМ КОМБИНИРОВАННОГО ТИПА Кзаков Дмитрий Александрович Ефремов Евгений Геннадьевич	13
НОВЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ КАОЛИНИТОВЫХ И МОТМОРИЛЛОНИТОВЫХ ГЛИН Лымарь Елена Анатольевна	21
Секция 8. Химическая техника и технология	27
ПОЛУЧЕНИЕ АЗОТНОГО УДОБРЕНИЯ НА ОСНОВЕ ОТХОДА ПРОИЗВОДСТВА КАЛЬЦИЕВОЙ СЕЛИТРЫ Власян Светлана Варужановна Шестозуб Анатолий Борисович Волошин Николай Дмитриевич	27
ПЛАНИРОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА ПО УЛАВЛИВАНИЮ ДИСПЕРСНЫХ ЧАСТИЦ В ЭЛЕКТРОЦИКЛОНЕ Инюшкин Николай Васильевич Ермаков Сергей Анатольевич Гильванова Залина Ринатовна Титов Анатолий Геннадьевич Коробкова Инна Владиславовна Аитова Алина Ильдусовна	33
ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ХИМИЧЕСКИХ ПРЕВРАЩЕНИЙ КОМПОНЕНТОВ ПРИРОДНОГО ГАЗА ПРИ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ ГАЗОВЫХ ГИДРАТОВ Калачева Людмила Петровна	37
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕТРАДИЦИОННОГО МЕТОДА ПЕРЕРАБОТКИ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ВОДОРОДА Калачева Людмила Петровна Федорова Айталига Федоровна	42

ПРЕДПОСЫЛКИ СОЗДАНИЯ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА МОДИФИЦИРОВАННОЙ КАЛЬЦИЕВОЙ СЕЛИТРЫ	46
Олийнык Николай Андреевич Шестозуб Анатолий Борисович Волошин Николай Дмитриевич Алексанов Олег Петрович Багно Андрей Алексеевич	
СИНТЕЗ ГИДРАТОВ ГАЗОВ В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ	55
Семенов Матвей Егорович Шиц Елена Юрьевна	

Секция 9. Технология продовольственных продуктов 62

ТЕХНОЛОГИЯ ПИВА БЕЗАЛКОГОЛЬНОГО С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭКСТРАКТОВ ИЗ РАСТЕНИЙ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО РЕГИОНА	62
Богоутдинова Александра Андреевна Палагина Марина Всеволодовна	
ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АДАПТОГЕНА РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ	71
Смертина Елена Семёновна Федянина Людмила Николаевна Зинатуллина Кристина Фанидовна Лях Владимир Алексеевич	
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИРОПОВ ИЗ ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫХ РАСТЕНИЙ И ПРИРОДНОЙ МИНЕРАЛЬНОЙ ВОДЫ В ПРОИЗВОДСТВЕ КВАСОВ	76
Исаенко Елена Александровна Палагина Марина Всеволодовна	
ПЕРСПЕКТИВА ПРИМЕНЕНИЯ ГИДРОБИОНТОВ ЖИВОТНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ СОВМЕСТНО С ЗЕРНОВЫМИ КУЛЬТУРАМИ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ПРОДУКТОВ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ	82
Грищенко Владимир Владимирович Лях Владимир Алексеевич Кравченко Марина Владимировна Бубнова Юлия Евгеньевна	

ОБОСНОВАНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АКТИВНЫХ СУХИХ ДРОЖЖЕЙ <i>SACCHAROMYCES CEREVISIAE</i> В ТЕХНОЛОГИИ ПЛОДОВЫХ ВИНМАТЕРИАЛОВ ИЗ ЧЕРНОЙ СМОРОДИНЫ Ширшова Анастасия Александровна Палагина Марина Всеволодовна	87
Секция 10. Технология материалов и изделий легкой промышленности	94
КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ТЕМПЕРАТУР ПРИ ЭЛЕКТРОШЛАКОВОЙ СВАРКЕ ПЛАСТИН НА ОСНОВЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-АНАЛИТИЧЕСКОГО МЕТОДА Нуяндин Владимир Дмитриевич Коновалова Александра Альбертовна	94
ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ РАЗРАБОТКА СТРУКТУР И ПОЛУЧЕНИЕ ОСНОВОВЯЗАНОВОГО СТЕКЛОТРИКОТАЖА — НАПОЛНИТЕЛЯ КОМПОЗИТОВ Шленникова Ольга Александровна	99
Секция 11. Приборостроение, метрология, радиотехника	105
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ СОСТОЯНИЯ ОБРАЗЦОВ НА РЕЖИМЫ ИЗМЕРЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЯ МИКРОНЕЙР НА АКУСТИЧЕСКОМ ПРИБОРЕ Ахмедов Акмал Якубова Юлия Данировна	105
ТЕХНОЛОГИИ АЛМАЗНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ МАЛОГАБАРИТНЫХ СВЧ-РЕЗИСТОРОВ Перинский Владимир Владимирович Перинская Ирина Владимировна	113
Секция 12. Безопасность жизнедеятельности человека, промышленная безопасность, охрана труда и экология	120
МЕХАНИЗМЫ ДЕТОКСИКАЦИИ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В УРБАНИЗИРОВАННЫХ ПОЧВАХ Корельская Татьяна Александровна Никитина Мария Викторовна	120
МЕТОДИКА КОРРЕКЦИИ НОРМАТИВНОГО КОЭФФИЦИЕНТА ЗАПАСА С УЧЁТОМ ОГРАНИЧЕНИЙ НА РИСК Шатов Михаил Михайлович	126

ФОТОХИМИЧЕСКИЙ РЕАКТОР ОКИСЛЕНИЯ
ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ В ШАХТНЫХ ВОДАХ 133
Шейнкман Леонид Элярдович
Дергунов Дмитрий Викторович

**Секция 13. Инжиниринговые и научно-технические
системы и платформы 139**

ПОДСИСТЕМА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПСИХОЭМОЦИОНАЛЬНОГО
СОСТОЯНИЯ ЧЕЛОВЕКА 139
Никитин Виктор Викторович

СЕКЦИЯ 7.

СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

СВОЙСТВА БЕЗАВТОКЛАВНЫХ СТЕНОВЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ПЕСЧАНО-ГЛИНИСТЫХ ПОРОД

Володченко Александр Анатольевич

*аспирант Белгородского государственного технологического
университета им В.Г. Шухова, г. Белгород*

E-mail: volodchenko@intbel.ru

PROPERTIES OF NON-AUTOCLAVE WALL MATERIALS ON THE BASIS OF SANDY-CLAYEY ROCKS

Aleksandr Volodchenko

*graduate of Belgorod State Technological University named
after V.G. Shukhov, Belgorod*

АННОТАЦИЯ

Установлено, что на основе песчано-глинистых пород незавершенной стадии глинообразования можно получать безавтоклавные стеновые материалы с высокими физико-механическими показателями.

ABSTRACT

The author has proved that on the basis of sandy-clayey rocks of uncompleted clay formation stage non-autoclave wall materials with high physical and mechanical properties can be received.

Ключевые слова: песчано-глинистые породы; известь; известково-песчано-глинистое вяжущее; пропарка; силикатные материалы.

Keywords: sand-clay rocks; lime; lime-sand binder; steaming; silicate materials.

В настоящее время в связи с реализацией национальной программы по жилищному строительству актуальной является задача увеличения производства и расширения области применения эффективных строительных материалов, изготавливаемых на основе промышленных отходов и местного сырья. Одним из самых распространенных стеновых материалов является силикатный кирпич, который по экономической эффективности превосходит глиняный кирпич.

Производство силикатных материалов базируется преимущественно на традиционной технологии, в которой главным сырьевым компонентом является кварцевый песок, запасы которого ограничены. Анализ данных по исследованию сырьевой базы автоклавных материалов позволил теоретически обосновать и экспериментально подтвердить возможность управления синтезом новообразований для получения композитов с заданными свойствами путем введения в сырьевую массу песчано-глинистых пород незавершенной стадии глинообразования [1—11, 22, 23].

Глинистые отложения являются продуктами одной из заключительных фаз выветривания алюмосиликатных пород. Из всех разновидностей глинистых пород промышленность использует лишь незначительную часть, которые удовлетворяют действующим нормативно-техническим документам. Эти глины используются для производства керамических материалов, цемента, а также их можно использовать для получения металлокомпозитов [12—21].

Целью исследования является изучение физико-механических свойств безавтоклавных силикатных материалов, полученных на основе песчано-глинистых пород незавершенной стадии глинообразования.

В работе использовали песчано-глинистые породы региона КМА. Изучаемые породы классифицированы как супесь и суглинки. Количество глинистых фракций менее 0,005 мм для суглинков колеблется в пределах 31,5—41,7 мас. %. Для супеси этот показатель составляет 16,93 мас. %. По размеру преобладают алевроитовые и пелитовые частички. Исходя из данных термографического и рентгенофазового анализов пелитовая фракция представлена кварцем, монтмориллонитом, гидрослюдой, каолинитом и смешаннослойными образованиями типа гидрослюда-монтмориллонит.

Образцы готовили методом литьевого способа формования и полусухого прессования. Формовочная влажность смеси литьевого способа формования, в зависимости от содержания извести, составила от 40 до 55 %, полусухого прессования — 10—12 %. Прессование проводили при давлении 20 МПа. Образцы пропаривали при 90—95°C по режиму 1,5+9+1,5 ч.

Физико-механические свойства силикатных материалов на основе исследуемого сырья приведены в табл. 1.

Таблица 1.

Физико-механические свойства силикатных материалов

Физико-механические характеристики	Содержание извести, % от массы сухой смеси				
	5	10	15	20	25
<i>Образцы на основе супеси</i>					
литьевого способа формования					
Предел прочности при сжатии, МПа	2,23	2,73	2,79	2,50	2,23
Средняя плотность, кг/м ³	1510	1440	1390	1350	1285
полусухого прессования					
Предел прочности при сжатии, МПа	11,50	14,06	11,82	9,59	8,80
Средняя плотность, кг/м ³	1685	1670	1665	1589	1555
<i>Образцы на основе суглинка № 1</i>					
литьевого способа формования					
Предел прочности при сжатии, МПа	2,85	3,40	3,53	3,59	3,95
Средняя плотность, кг/м ³	1565	1460	1475	1400	1377
полусухого прессования					
Предел прочности при сжатии, МПа	9,13	14,38	15,35	16,52	14,19
Средняя плотность, кг/м ³	1715	1655	1660	1600	1556
<i>Образцы на основе суглинка № 2</i>					
литьевого способа формования					
Предел прочности при сжатии, МПа	1,81	2,84	4,10	3,06	3,39
Средняя плотность, кг/м ³	1415	1397	1346	1286	1260
полусухого прессования					
Предел прочности при сжатии, МПа	7,39	13,79	13,02	11,08	11,27
Средняя плотность, кг/м ³	1540	1534	1505	1431	1455

Образцы литьевого способа формования на основе супеси набирают прочность 2,73—2,79 МПа при содержании извести 10—15 мас. %. Образцы всех составов имеют высокую водостойкость (коэффициент размягчения $K_{раз}=0,81—1,0$). Прочность образцов на основе суглинка

№ 1 повышается с 2,85 до 3,95 МПа. Самой высокой водостойкостью обладают образцы с содержанием 15 мас. % извести ($K_{\text{раз}}=0,79$). Максимальную прочность (4,1 МПа) и водостойкость ($K_{\text{раз}}=0,98$) обеспечивает 15 мас. % извести и на основе суглинка № 2.

Средняя плотность для всех исследуемых глинистых пород уменьшается с повышением содержания извести (см. табл. 1).

Прочность образцов полусухого способа прессования существенно выше, чем литьевого. Для супеси максимальная прочность 14,06 МПа соответствует содержанию извести 10 мас. %. Увеличение содержания извести до 25 мас. % снижает прочность до 8,80 МПа. Максимальную водостойкость имеют образцы с 10 и 15 мас. % извести ($K_{\text{раз}}=0,76—0,77$).

Для суглинка № 1 наиболее резкое увеличение прочности с 9,13 до 14,38 МПа происходит с изменением содержания извести с 5 до 10 мас. %. Образцы имеют высокую водостойкость.

Для суглинка № 2 самая высокая прочность 13,79 МПа достигается при содержании извести 10 мас. %. По численному значению коэффициента размягчения (0,7—0,88) образцы с 10—25 мас. % извести являются водостойкими.

Сравнение изменения прочности для разных глинистых пород показывает, что максимальной прочности образцы достигают при содержании извести 10—15 мас. %. Изучаемые глинистые породы отличаются между собой по составу. Однако для этих пород оптимальное содержание извести для получения максимальной прочности одинаково — 10—15 мас. %. Это имеет практическое значение, так как при колебаниях вещественного состава сырья, которое неизбежно в процессе реального производства, можно получать строительные материалы с заданными физико-механическими свойствами.

Было установлено, что изучаемые породы в условиях пропарки при температуре 90—95°C активно взаимодействуют с известью. По данным ДТА и рентгенофазового анализ новобразования представлены преимущественно гидросиликатами кальция и гидрогранатами.

Таким образом, на основе песчано-глинистых пород незавершенной стадии глинообразования можно получать безавтоклавные стеновые материалы с высокими физико-механическими показателями. Изучаемое сырье за счет содержащихся в них метастабильных глинистых минералов и тонкодисперсного кварца активно взаимодействует с известью в условиях тепловлажностной обработки с образованием слабокристаллизованных низкоосновных гидросили-

катов кальция и гидрогранатов, что приводит к возникновению прочной микроструктуры получаемого материала.

Список литературы:

1. Алфимов С.И., Жуков Р.В., Володченко А.Н., Юрчук Д.В. Техногенное сырье для силикатных материалов гидратационного твердения // Современные наукоемкие технологии. — 2006. — № 2. — С. 59—60.
2. Володченко А.Н., Жуков Р.В., Фоменко Ю.В., Алфимов С.И. Силикатный бетон на нетрадиционном сырье // Бетон и железобетон. — 2006. — № 6. — С. 16—18.
3. Володченко А.Н., Жуков Р.В., Алфимов С.И. Силикатные материалы на основе вскрышных пород Архангельской алмазоносной провинции // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Технические науки. — 2006. — № 3. — С. 67—70.
4. Володченко А.Н., Жуков Р.В., Лесовик В.С., Дороганов Е.А. Оптимизация свойств силикатных материалов на основе известково-песчано-глинистого вяжущего / А.Н. Володченко, // Строительные материалы. — 2007. — № 4. — С. 66—68.
5. Володченко А.Н., Лесовик В.С. Повышение эффективности производства автоклавных материалов // Известия высших учебных заведений. Строительство. — 2008. — № 9. — С. 10—16.
6. Володченко А.Н., Лесовик В.С. Силикатные автоклавные материалы с использованием нанодисперсного сырья // Строительные материалы. — 2008. — № 11. — С. 42—44.
7. Володченко А.Н., Лесовик В.С., Алфимов С.И., Володченко А.А. Регулирование свойств ячеистых силикатных бетонов на основе песчано-глинистых пород // Известия вузов. Строительство. — 2007. — № 10. — С. 4—10.
8. Володченко А.Н., Лесовик В.С., Алфимов С.И., Жуков Р.В. Попутные продукты горнодобывающей промышленности в производстве строительных материалов // Современные наукоемкие технологии. — 2005. — № 10. — С. 79.
9. Володченко А.Н. Особенности взаимодействия магниальной глины с гидроксидом кальция при синтезе новообразований и формирование микроструктуры // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. — 2011. — № 2. — С. 51—55.
10. Володченко А.Н. Глинистые породы – сырье для производства автоклавных ячеистых бетонов // Сборник научных трудов Sworld по материалам международной научно-практической конференции. — 2012. — Т. 26. — № 2. — С. 11—14.
11. Володченко А.Н. Взаимодействие мономинеральных глин с гидроксидом кальция в гидротермальных условиях // Сборник научных трудов Sworld по материалам международной научно-практической конференции. — 2012. — Т. 30. — № 3. — С. 35—37.

12. Ключникова Н.В., Лымарь Е.А., Приходько А.Ю. Керамические композиционные материалы строительного назначения с использованием металлического наполнителя // Известия высших учебных заведений. Строительство. — 2005. — № 7. — С. 62—65.
13. Ключникова Н.В. Взаимодействие между компонентами при изготовлении металлокомпозитов // Фундаментальные исследования. — 2007. — № 12—1. — С. 95—97.
14. Ключникова Н.В. Принципы создания керамометаллического композита на основе глин и металлического алюминия // Естественные и технические науки. — 2012. — № 2(58). — С. 450—452.
15. Ключникова Н.В. Керамометаллические композиционные материалы с высоким содержанием алюминия // Современные проблемы науки и образования. — 2011. — № 6. — С. 107—107.
16. Ключникова Н.В. Изучение взаимодействия между компонентами при создании керамометаллических композиционных материалов // Сборник научных трудов Sworld по материалам международной научно-практической конференции. — 2011. — Т. 10. — № 4. — С. 5—8.
17. Ключникова Н.В. Термомеханическое совмещение компонентов при создании керамометаллических композитов // Сборник научных трудов Sworld по материалам международной научно-практической конференции. — 2012. — Т. 6. — № 2. — С. 65—69.
18. Ключникова Н.В. Влияние пористости на свойства керамометаллических композитов // Сборник научных трудов Sworld по материалам международной научно-практической конференции. — 2012. — Т. 6. — № 3. — С. 41—45.
19. Ключникова Н.В., Лымарь Е.А. Получение металлокомпозиционных материалов // Стекло и керамика. — 2006. — № 2. — С. 33—34.
20. Ключникова Н.В., Лымарь Е.А., Юрьев А.М., Проблемы совместимости керамической матрицы и металлического наполнителя при изготовлении композитов строительного назначения // Строительные материалы. — 2005. — № 11. — С. 54—56.
21. Ключникова Н.В., Юрьев А.М., Лымарь Е.А. Перспективные композиционные материалы на основе металлической матрицы и неметаллического наполнителя // Успехи современного естествознания. — 2004. — № 2. — С. 69—69.
22. Лесовик В.С., Володченко А.Н., Алфимов С.И., Жуков Р.В., Гаранин В.К. Ячеистый бетон с использованием попутнодобываемых пород архангельской алмазоносной провинции // Известия высших учебных заведений. Строительство. — 2007. — № 2. — С. 13—18.
23. Лесовик В.С., Володченко А.А. Долговечность безавтоклавных силикатных материалов на основе природного наноразмерного сырья // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. — 2011. — № 2. — С. 6—11.

**ИССЛЕДОВАНИЕ
ДЕФОРМАЦИОННЫХ СВОЙСТВ
ПНЕВМАТИЧЕСКИХ ОПАЛУБОЧНЫХ СИСТЕМ
КОМБИНИРОВАННОГО ТИПА**

Казаков Дмитрий Александрович

*канд. техн. наук., доцент Воронежского ГАСУ,
г. Воронеж
E-mail: k_di@list.ru*

Ефремов Евгений Геннадьевич

*аспирант Воронежского ГАСУ,
г. Воронеж
E-mail: efremov-eg@mail.ru*

**INVESTIGATION OF THE DEFORMATION
PROPERTIES OF PNEUMATIC
FORMWORK SYSTEMS COMBINED TYPE**

Dmitry Kazakov

*Candidate of Technical Sciences, associate professor of Voronezh SUACE,
Voronezh*

Evgeny Efremov

*Postgraduate of Voronezh SUACE,
Voronezh*

АННОТАЦИЯ

В статье изложена конструкция и принцип работы пневматической опалубочной системы комбинированного типа, методика и результаты экспериментальных исследований деформационных свойств палубы лабораторной модели.

ABSTRACT

The article describes the design and principle of operation of pneumatic formwork systems combined type, the method and the results of experimental investigations of the deformation properties of the deck laboratory model.

Ключевые слова: пневматические опалубочные системы комбинированного типа; современные технологии в строительстве; монолитные железобетонные конструкции.

Keywords: pneumatic formwork systems combined type; modern technologies in construction; monolithic reinforced concrete constructions.

В современном строительстве стремительно увеличивается доля возводимых монолитных железобетонных зданий и сооружений. В связи с этим, совершенствование существующих технологий монолитного строительства, с целью снижения материалоемкости, трудоемкости, стоимости работ, а также повышения производительности труда, является актуальной задачей.

Известно, что существенная доля (до 70 %) затрат при устройстве монолитных бетонных и железобетонных конструкций приходится на опалубочные работы. Существующие опалубочные системы громоздки, тяжелы и зачастую недолговечны. Кроме того, многие из них требуют применения большого количества крепежных и вспомогательных элементов, что негативно сказывается на трудоемкости их сборки и установки.

Одним из перспективных направлений интенсификации опалубочных работ является использование пневматических конструкций в качестве опалубки для возведения монолитных сооружений.

К пневматическим относятся такие конструкции, проектная форма которых и стабилизация под нагрузками реализуется благодаря разнице давлений. Эта разница обеспечивается с помощью газа, жидкости, вспененных материалов или сыпучих тел [2, с. 7].

Идея использования пневматических оболочек в качестве опалубки принадлежит американскому инженеру У. Неффу, который в период второй мировой войны предложил технологию возведения временных зданий для военнослужащих путем набрызга бетонной смеси на пневматическую опалубку в виде полусфер или полуцилиндрических сводов. Данная технология позволяла значительно сократить сроки строительства. Так, две полусферы четырехкомнатного жилого дома диаметром по 7,5 м бетонировали всего за 7 часов [1, с. 12].

Позднее, итальянским архитектором Д. Бини был запатентован способ бетонирования купольных конструкций на пневмодинамической опалубке. По опубликованным материалам фирмы «Бинишеллз», бригада из 6—8 рабочих возводит сферический купол за 3—4 дня.

Богатый опыт применения цилиндрических пневмоопалубок для возведения линейно-протяженных сооружений имеется в Чехии,

Словакии и Италии, где были проложены трубопроводы диаметром 1,2—3 м длиной до 10 км.

В нашей стране развитием технологий устройства монолитных конструкций с использованием пневматических опалубочных систем занимались А.Э. Лопатго, З.Л. Майлер, Е.А. Васильев, А.Н. Чернов, Б.И. Петраков, В.В. Ермолов, В.В. Бесалов, А.С. Арзуманов и др. С помощью опытных образцов пневмоопалубочных систем было возведено несколько монолитных железобетонных сводов, диаметром до 32 м.

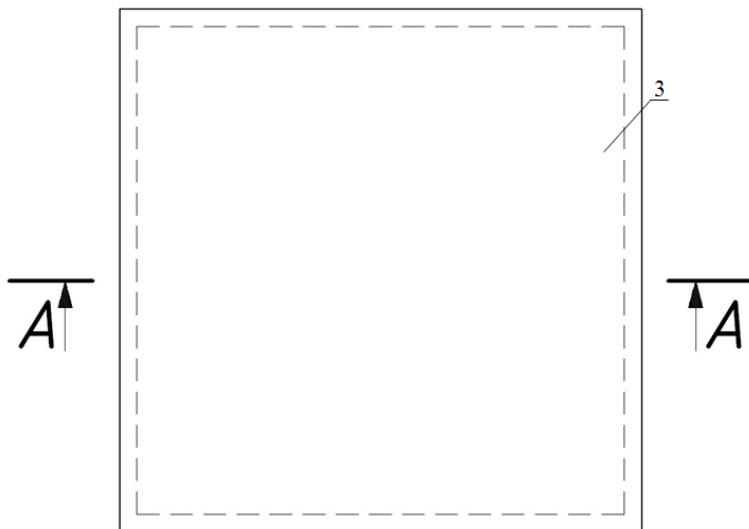
Обобщение отечественного и зарубежного опытов позволило выявить, что большинство зданий и сооружений, построенных с использованием пневматических опалубочных систем, имеют вид поверхностей вращения.

Однако, на сегодняшний день наиболее распространенными являются монолитные железобетонные здания каркасного типа с плоскими перекрытиями. В связи с этим, возникает необходимость в совершенствовании существующих технологий возведения монолитных конструкций с использованием пневматических опалубочных систем.

Спектр вопросов, связанных с конструированием и эксплуатацией пневмоопалубочных систем весьма широк и многие из них, по-нашему мнению, не достаточно исследованы. Одним из таких вопросов является разработка технологии устройства монолитных пролетных конструкций с использованием пневматических опалубочных систем комбинированного типа.

Комбинированный тип пневматических опалубочных систем характеризуется сочетанием жестких и мягких элементов пневмонапрягаемой конструкции.

Конструктивно, комбинированная пневматическая опалубка представляет собой щит прямоугольной формы, состоящий из пневматического баллона, закрепленного по периметру на несущий каркас и жесткого листа прямоугольной формы, являющегося рабочей палубой щита [3, с. 1]. Принципиальная схема комбинированной пневмоопалубки представлена на рисунке 1.



Разрез А-А

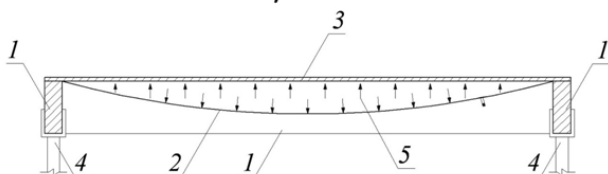


Рисунок 1. Принципиальная схема пневматической опалубочной системы комбинированного типа. 1 — каркас щита; 2 — пневматический баллон; 3 — жесткий лист, являющийся рабочей палубой щита; 4 — опорный модуль; 5 — избыточное давление, создаваемое внутри пневматического баллона

Применение пневматической опалубочной системы комбинированного типа предполагает снижение материалоемкости, трудоемкости и стоимости работ, а также повышение производительности труда при возведении монолитных пролетных конструкций за счет снижения массы элемента и уменьшения нормоконспекта опорных конструкций, а также дополнительных элементов и деталей.

Определение технологических и конструкционных параметров работы комбинированной пневматической опалубки не возможно без глубокого исследования деформационных свойств, как отдельных

материалов, так и системы в целом. Для проведения указанных исследований разработан испытательный стенд, состоящий из опорного модуля 2, щита пневматической опалубки комбинированного типа 1, рамы 3 с измерительными приборами 4 и компрессора 5. Принципиальная схема испытательного стенда для исследования деформационных свойств пневматической опалубочной системы комбинированного типа представлена на рисунке 2.

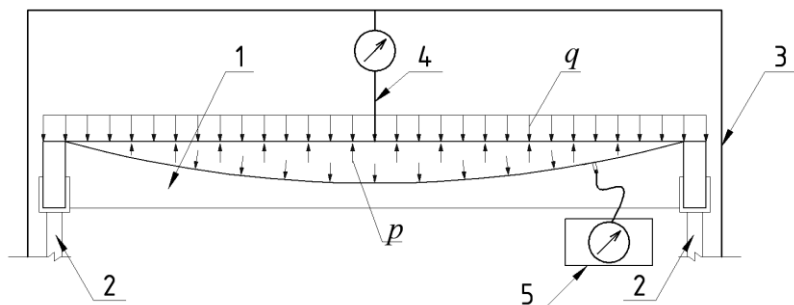


Рисунок 2. Принципиальная схема испытательного стенда для исследования деформационных свойств пневматической опалубочной системы комбинированного типа

Методика экспериментальных исследований предполагает оценку деформационных свойств лабораторной модели комбинированной пневматической опалубочной системы при поступательном ступенчатом нагнетании внутреннего избыточного давления p в пневмоопалубке, с последующим ступенчатым нагружением соответствующей внешней нагрузкой q рабочей палубы щита (см. рисунок 2).

Общий вид испытательного стенда для исследования деформационных свойств модели пневматической опалубочной системы комбинированного типа представлен на рисунке 3.



Рисунок 3. Общий вид испытательного стенда для исследования деформационных свойств пневматической опалубочной системы комбинированного типа

Первоначальный этап экспериментальных исследований предполагает оценку деформационных свойств лабораторной модели комбинированной пневматической опалубочной системы при поступательном ступенчатом нагнетании внутреннего избыточного давления в пневмоопалубке, без приложения внешней нагрузки.

Измерение избыточного давления воздуха в исследуемой модели комбинированной пневматической опалубки производится с помощью механического манометра.

Оценку деформационных свойств мягких опалубочных систем, в силу их значительной деформативности, как правило, выполняют бесконтактными способами. Использование жестких листов в качестве рабочей палубы комбинированной пневматической опалубочной системы позволяет производить оценку ее деформаций контактными методами с применением штангенциркуля с глубиномером и цифровым отсчетным устройством.

С использованием разработанного стенда были проведены исследования деформационных свойств модели пневматической опалубки с рабочей палубой из фанерного листа размером 1525 мм x 1525 мм, толщиной 12 мм, жестко закрепленного по контуру на деревянный каркас.

Создание напряженно-деформированного состояния модели производилось нагнетанием воздуха в пневматический баллон электрическим компрессором. Диапазон избыточного давления, создаваемого в пневматической опалубке комбинированного типа, составил от 0 до 8 кПа, с шагом 1 кПа.

В ходе эксперимента отслеживались перемещения точек поверхности рабочей палубы модели, расположенных на главной оси симметрии фанерного листа. Общее количество исследуемых точек — 12. Точки № 0 и № 12 расположены на контуре закрепления листа и являются точками отсчета. Точка № 6 расположена в геометрическом центре рабочей палубы щита. Точки № 1—№ 11 делят поверхность палубы на 10 равных отрезков, шириной 140 мм.

По результатам лабораторного эксперимента были получены зависимости деформаций палубы модели от избыточного давления, создаваемого внутри пневматического баллона.

На рисунке 4 представлен график зависимости деформаций в центральной точке палубы модели (точка максимальной деформации) от избыточного давления, создаваемого внутри пневматического баллона.

На рисунке 5 представлен график зависимости деформаций главной оси симметрии палубы модели от избыточного давления, создаваемого внутри пневматического баллона.

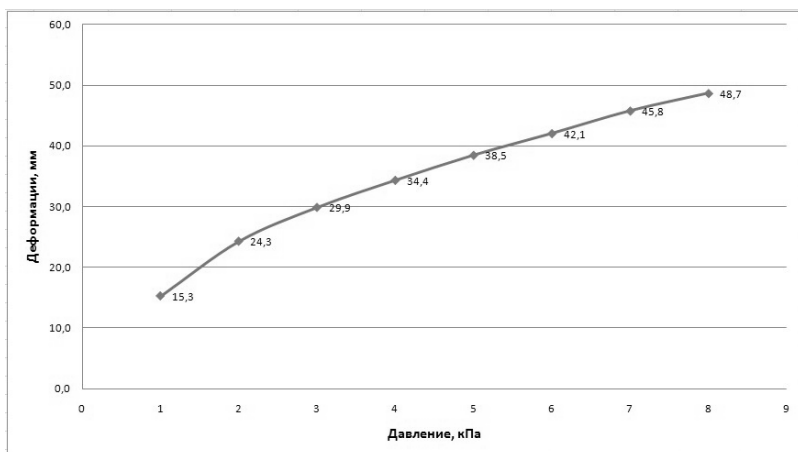


Рисунок 4. График зависимости деформаций в центральной точке палубы модели (точка максимальной деформации) от избыточного давления, создаваемого внутри пневматического баллона

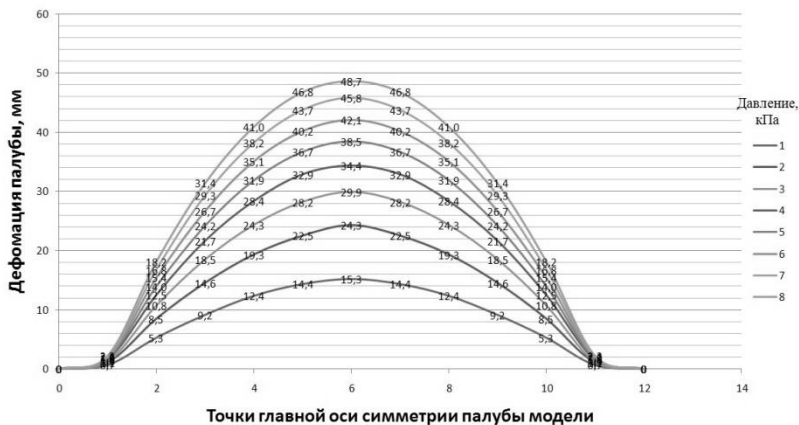


Рисунок 5. График зависимости деформаций главной оси симметрии палубы модели от избыточного давления, создаваемого внутри пневматического баллона

Как видно из представленных графиков, зависимость деформаций палубы модели пневматической опалубочной системы от избыточного давления, создаваемого внутри пневматического баллона, имеет нелинейный характер.

На основании вышеизложенного, можно сделать следующие выводы:

1. Предварительные лабораторные испытания разработанного стенда показали возможность его применения для решения поставленных задач.
2. Зависимость деформаций палубы модели пневматической опалубочной системы от избыточного давления, создаваемого внутри пневматического баллона, имеет нелинейный характер.
3. Для создания математической модели, описывающей зависимость деформации палубы щита пневматической опалубочной системы комбинированного типа от внешней нагрузки и внутреннего избыточного давления, необходимо проведение дальнейших исследований деформационных свойств, как отдельных элементов, так и системы в целом.

Список литературы:

1. Арзуманов А.С. Возведение конструкций с применением пневмоопалубки: теория и технология. Воронеж: Изд-во ВГУ, 1990. 152 с.
2. Отто Ф., Тростель Р. Пневматические строительные конструкции. Конструирование и расчет сооружений из тросов, сеток и мембран. М.: Стройиздат, 1967. 320 с.
3. Положительное решение Федеральной службы по интеллектуальной собственности (РОСПАТЕНТ) о выдаче патента от 11.10.12 г. по заявке на изобретение № 2011128167/03(041768).

НОВЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ КАОЛИНИТОВЫХ И МОТМОРИЛЛОНИТОВЫХ ГЛИН

Лымарь Елена Анатольевна

канд. техн. наук, науч. сотр.,

ОАО «Российские космические системы», г. Москва

E-mail: 4494.55@mail.ru

NEW COMPOSITE MATERIALS BASED ON KAOLIN AND MONTMORILLONITE CLAYS

Elena Lymar

scientist, candidate of engineering sciences,

OJSC "Russian space systems", Moscow

АННОТАЦИЯ

Получен материал, сочетающий в себе повышенную механическую прочность, малую открытую пористость, гидрофобность и пониженную хрупкость.

ABSTRACT

A material having increased mechanical toughness, low open porosity, hydrophobicity and lowered fragility has been obtained.

Ключевые слова: композиционный; материал; алюминий; свойства

Keywords: composite; material; aluminum; characteristics

Создание эффективных и высокоэкономичных материалов — одна из основных задач современного строительного материаловедения. Наилучшим образом эта задача решается на пути создания композиционных материалов, в которых совместная работа разнородных составляющих дает эффект, равносильный получению нового материала, свойства которого качественно и количественно отличаются от свойств каждого из компонентов.

Одним из таких перспективных композиционных строительных материалов являются композиты, полученные на основе глин [1—9, 20].

Актуальность применения композиционных материалов, сочетающих пластичный металлический наполнитель и твердые прочные неметаллические армирующие компоненты, определяются совокупностью физико-механических и эксплуатационных свойств, так как, с одной стороны, пластичный металлический наполнитель позволяет изделию работать в условиях растягивающих и изгибающих напряжений, ударных нагрузок, повышенных температур, а, с другой стороны, жесткий каркас из неметаллических гранул обеспечивает высокую прочность при сжатии.

Нами предложена идея получения керамических композиционных материалов на основе глин, с высоким содержанием металлического наполнителя методом полусухого прессования с последующей сушкой и обжигом [10—19]. В качестве матрицы использовали каолиновые монтмориллонитовые глины. Керамика характеризуется низкой прочностью при растяжении в сочетании с высоким модулем Юнга, низкой ударной вязкостью. При высоких температурах одной из причин выхода из строя изделий из керамики является растрескивание. Введение металлического наполнителя позволяет получить интересное сочетание важнейших эксплуатационных характеристик — высокой прочности (включая диапазон высоких температур), усталостной прочности и др. Основные преимущества таких композиционных материалов связаны с высокими температурами эксплуатации (что характерно для керамики) при одновременном значительном повышении прочностных свойств.

При выборе металлического наполнителя предпочтение было отдано алюминию, так как он относительно дешёв, кроме того, обладает хорошей пластичностью и податливостью, низкой температурой плавления (660°C). Металлический наполнитель способен в процессе обжига изделия привести к протеканию физико-химических реакций между компонентами, что позволяет получить

материал с заданными эксплуатационными характеристиками. Получаемый композит принципиально отличается от известных ранее. Физико-химические процессы и структурные изменения, происходящие в керамических массах в присутствии металлического наполнителя в процессе их изготовления, модификации и термического обработки, отражаются на структуре и свойствах получаемого материала.

В основе получения таких материалов лежат процессы кристаллизации и роста кристаллов, роста зёрен, твёрдо-жидкофазового спекания. Подбор соответствующих условий нагрева, термообработки, обжига позволил регулировать изменение структуры и свойств керамических композиционных материалов в широких пределах.

Для обеспечения совместимости матрицы с металлическим наполнителем и создания однофазной структуры получаемого композита проводили активацию поверхности глин механической обработкой, термической и химической модификацией. Так как расплав алюминия плохо совмещается с частицами глины, то для улучшения смачиваемости в глину вводили поверхностно активные вещества (ПАВ) в количестве 0,1—1 %. Химическая модификация глин ионами Al^{3+} из водных растворов и термомеханическая модификация алюминиевой матрицы с одновременным диспергированием позволила увеличить содержание алюминия в композите до 20 %, при этом избежать выплавов металлов и разрыхления структуры прослойками нестабильного оксида алюминия, снизить температуру образования жидкой фазы на 80—120°C, а также сместить максимумы на кривых вязкости в область более низких температур.

Введение в небольших количествах добавок, которые химически модифицируют, как металл, так и глину, в значительной мере повлияло на уменьшение межфазной энергии; способствовало образованию прочной связи между разными по химической природе частицами через промежуточный слой.

Материалы на основе керамической матрицы и алюминиевого наполнителя готовили путём смешивания модифицированных компонентов с последующим прессованием, сушкой и обжигом. Качество формования зависело от влажности наполнителя и давления прессования. При уменьшении влажности и увеличении давления наблюдалось расслоение образцов за счёт упругих деформаций, возникающих после снятия давления и извлечения его из формы. Оптимальные результаты были получены при влажности 6—7 % и давлении 2—6 МПа.

При обжиге особое внимание уделялось подбору оптимального режима увеличения температуры, выдержке и остыванию. Так, нужно заметить, что в интервале температур 100—600°C необходимо

увеличение температуры в щадящем режиме, это связано с удалением остатков физически связанной воды и выгоранию органических примесей исходного материала. При этом возникают внутренние напряжения, которые могут явиться результатом появления микро- и макротрещин в образце.

При обжиге модифицированных керамических масс, содержащих алюминиевый наполнитель, происходят сложные физико-химические превращения. В результате термического разрушения минералов и частичного окисления алюминия появляются свободные оксиды. При этом образуются промежуточная мелкодисперсная фаза — твердый раствор.

При температуре 580—590°C происходит модификационное превращение β -кварц в α -кварц, что приводит к увеличению объема и потреблению теплоты, также при охлаждении данный процесс имеет обратное значение. Это необходимо учитывать при выборе оптимального режима обжига.

В температурном интервале от 600°C и выше часть алюминия окисляется с образованием оксида алюминия, который участвует в структурообразовании композита (за счёт взаимного растворения и последующих химических реакций). Между оставшимся не окисленным алюминием и модифицированной поверхностью наполнителя возникает физическая адгезия, обусловленная взаимодействием электронов на атомном уровне.

В интервале температур от 800—1200°C процесс спекания протекает с участием жидкой фазы, реагирующей с твердой. Обогащение расплава ионами Al^{+3} приводит к ускорению объемной диффузии и кристаллизационных процессов. Образование алюмосиликатов протекает интенсивно уже при температуре 900°C. Расплавленный алюминий в составе масс способствует увеличению количества и снижению вязкости расплава.

В процессе спекания композита происходит ряд физических превращений, к которым можно отнести: объемную диффузию, пластическое течение, поверхностную диффузию и испарение-конденсацию. Так поверхностная диффузия, испарение и конденсация способствует сфероидизации пор, увеличению контактов между частицами, что приводит к упрочнению (но не уплотнению) материала. Зависимость физико-механических свойств композиционных материалов от температуры обжига и состава композита представлена в таблице.

Получаемые композиционные материалы несколько уступают в прочности монолитным алюминиевым блокам при температуре 20°C. Однако металлокомпозиты сохраняют прочностные характеристики

при высоких температурах, что важно в условиях знакопеременных температур, тогда как прочность алюминиевых блоков снижается при тех же температурах. Сохранение объясняется наличием упрочняющей фазы — высокодисперсных частиц наполнителя и оксида алюминия. Дисперсные частицы наполнителя служат как бы барьерами, препятствующими рекристаллизационным процессам в металлическом наполнителе.

Таким образом, в результате исследований получен материал, сочетающий в себе повышенную механическую прочность (за счёт свойств металлического наполнителя), малую открытую пористость (за счёт плотной упаковки частиц при прессовании с оптимальной влажностью и в результате последующих физико-химических процессов, протекающих во время обжига), гидрофобность и пониженную хрупкость.

Список литературы:

1. Алфимов С.И., Жуков Р.В., Володченко А.Н., Юрчук Д.В. Техногенное сырьё для силикатных материалов гидратационного твердения // Современные наукоемкие технологии. — 2006. — № 2. — С. 59—60.
2. Володченко А.А. Формирование микроструктуры безавтоклавных силикатных материалов на основе песчано-глинистых пород // Инновации в науке. — 2012. — № 14—1. — С. 61—67.
3. Володченко А.Н., Лесовик В.С., Алфимов С.И., Жуков С.И. Попутные продукты горнодобывающей промышленности в производстве строительных материалов // Современные наукоемкие технологии. — 2005. — № 10. — С. 79—79.
4. Володченко А.Н., Жуков Р.В., Алфимов С.И. Силикатные материалы на основе вскрышных пород Архангельской алмазонасной провинции // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Технические науки. — 2006. — № 3. — С. 67—70.
5. Володченко, А.Н., Лесовик В.С., Алфимов С.И., Володченко А.А. Регулирование свойств ячеистых силикатных бетонов на основе песчано-глинистых пород // Известия вузов. Строительство. — 2007. — № 10. — С. 4—10.
6. Володченко А.Н., Жуков Р.В., Лесовик В.С., Дороганов Е.А. Оптимизация свойств силикатных материалов на основе известково-песчано-глинистого вяжущего // Строительные материалы. — 2007. — № 4. — С. 66—69.
7. Володченко А.Н., Лесовик В.С. Повышение эффективности производства автоклавных материалов // Известия вузов. Строительство. — 2008. — № 9. — С. 10—16.
8. Володченко А.Н., Лесовик В.С. Силикатные автоклавные материалы с использованием нанодисперсного сырья // Строительные материалы. — 2008. — № 11. — С. 42—44.

9. Володченко, А.Н. Особенности взаимодействия магнезиальной глины с гидроксидом кальция при синтезе новообразований и формирование микроструктуры // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. — 2011. — № 2. — С. 51—55.
10. Ключникова Н.В., Юрьев А.М., Лымарь Е.А. Перспективные композиционные материалы на основе металлической матрицы и неметаллического наполнителя // Успехи современного естествознания. — 2004. — № 2. — С. 69—69.
11. Ключникова Н.В., Лымарь Е.А., Юрьев А.М., Проблемы совместимости керамической матрицы и металлического наполнителя при изготовлении композитов строительного назначения // Строительные материалы. — 2005. — № 11. — С. 54—56.
12. Ключникова Н.В., Лымарь Е.А. Получение металлокомпозиционных материалов // Стекло и керамика. — 2006. — № 2. — С. 33—34.
13. Ключникова Н.В. Взаимодействие между компонентами при изготовлении металлокомпозитов // Фундаментальные исследования. — 2007. — № 12—1. — С. 95—97.
14. Ключникова Н.В. Принципы создания керамометаллического композита на основе глин и металлического алюминия // Естественные и технические науки. — 2012. — № 2(58). — С. 450—452.
15. Ключникова Н.В. Термомеханическое совмещение компонентов при создании керамометаллических композитов // Сборник научных трудов Sworld по материалам международной научно-практической конференции. — 2012. — Т. 6. — № 2. — С. 65—69.
16. Ключникова Н.В. Изучение взаимодействия между компонентами при создании керамометаллических композиционных материалов // Сборник научных трудов Sworld по материалам международной научно-практической конференции. — 2011. — Т. 10. — № 4. — С. 5—8.
17. Ключникова Н.В. Керамометаллические композиционные материалы с высоким содержанием алюминия // Современные проблемы науки и образования. — 2011. — № 6. — С. 107—107.
18. Ключникова Н.В. Влияние пористости на свойства керамометаллических композитов // Сборник научных трудов Sworld по материалам международной научно-практической конференции. — 2012. — Т. 6. — № 3. — С. 41—45.
19. Ключникова Н.В., Лымарь Е.А., Приходько А.Ю. Керамические композиционные материалы строительного назначения с использованием металлического наполнителя // Известия высших учебных заведений. Строительство. — 2005. — № 7. — С. 62—65.
20. Лесовик В.С., Володченко А.Н., Алфимов С.И., Жуков Р.В., Гаранин В.К. Ячеистый бетон с использованием попутнодобываемых пород архангельской алмазоносной провинции // Известия высших учебных заведений. Строительство. — 2007. — № 2. — С. 13—18.

СЕКЦИЯ 8.

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ

ПОЛУЧЕНИЕ АЗОТНОГО УДОБРЕНИЯ НА ОСНОВЕ ОТХОДА ПРОИЗВОДСТВА КАЛЬЦИЕВОЙ СЕЛИТРЫ

Власян Светлана Варужановна

аспирант ДГТУ, г. Днепродзержинск

E-mail: Svetlana_08.08.87@mail.ru

Шестозуб Анатолий Борисович

канд. техн. наук, доцент ДГТУ, г. Днепродзержинск

E-mail: absh@ua.fm

Волошин Николай Дмитриевич

д-р техн. наук, профессор ДГТУ, г. Днепродзержинск

E-mail: voloshin@ua.fm

OBTAINING OF NITROGEN FERTILIZER ON THE BASIS OF PRODUCTION WASTE OF CALCIUM NITRATE

Svetlana Vlasian

postgraduate student of DSTU, Dneprodzerzhinsk

Anatoliy Shestozub

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of DSTU,

Dneprodzerzhinsk

Nikolay Voloshin

Doctor of Technical Sciences, Professor of DSTU, Dneprodzerzhinsk

АННОТАЦИЯ

Работа посвящена изучению состава шлама производства кальциевой селитры с переработкой его на азотное удобрение пролонгированного действия. Предложена технологическая схема получения удобрения.

ABSTRACT

The work is devoted to the study of the composition of the sludge production of calcium nitrate with its processing by nitrogen fertilizer of prolonged action. The technological scheme of obtaining of fertilizers.

Ключевые слова: состав; удобрение; кальциевая селитра.

Key words: composition; fertilizer; calcium nitrate.

Вследствие интенсивной работы химической промышленности образовывается большое количество отходов, занимающих значительные территории. Только небольшая их часть является инертной в отношении окружающей среды.

Одним из таких отходов является шлам производства кальциевой селитры ЧАО «Химдивизион» г. Днепродзержинск, образующийся при фильтрации растворов кальциевой селитры (КС) после нейтрализации известкового молока азотной кислотой, который запрещен для складирования на открытых хранилищах, но содержит ценные химические соединения и элементы.

Его количество по регламенту 144,2 кг/т 100 % $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$. По данным производственных отчетов за 2011 год количество шлама составляет 86,3 кг/т готовой продукции и колеблется в зависимости от качества и происхождения сырьевой негашеной извести [2].

По внешнему виду шлам после фильтрования растворов КС представляет собой однородную гомогенную массу серо-желтого цвета, пастообразного состояния, без признаков расслоения и выделения воды. Его рН составляет 8,5—9,5; насыпная плотность $1,445 \div 1,550 \text{ кг/м}^3$ при «ручном» наполнении емкости.

Химический состав и некоторые свойства образцов шламов, отобранных в течение более 10 месяцев, представлены в табл. 1.

Химический состав изученных образцов шлама показывает наличие не только связанного азота в приемлемых для минерального удобрения количествах [1], но и других элементов питания (Na, K, Ca, Mg, P), а содержание водонерастворимого остатка является предпосылкой для пролонгированного действия удобрения.

Свойства шлама, который отбирается непосредственно с фильтр-пресса, таковы, что его использование в качестве реагента

или удобрения практически невозможно из-за большой пластичности и адгезии, обусловленных, в значительной степени, высокой влажностью.

Для придания шламу, который предусматривается утилизировать, товарной формы его нужно сушить и измельчать.

По результатам экспериментальных исследований и теоретических расчетов нами разработана технология получения дешевого азотного удобрения на основе отхода производства кальциевой селитры.

Таблица 1.

Химический состав и характеристики шлама

Показатели	№ образца шлама				
	1	2	3	4	5
1. Влажность, %	40,0	40,8	41,5	39,6	39,6
2. pH водной вытяжки	8,5	8,7	9,3	9,5	9,0
3. Насыпная плотность, г/см ³	1,254	1,474	1,735	1,453	1,553
4. Активность по CaO и MgO, % по сухому веществу	0,19	0,20	0,22	0,21	0,18
5. Содержание нитрата кальция, % по сухому веществу	63,5	65,9	83,5	75,4	81,7
6. Содержание связанного азота, % по сухому веществу	10,8	11,3	14,3	12,9	14,0
7. Содержание водонерастворимого остатка, % по сухому веществу	20,0	7,5	12,5	17,6	18,1
8. Содержание (в пересчете на оксиды по сухому веществу), %					
Al ₂ O ₃	1,36			2,59	5,4
Fe ₂ O ₃	0,94			2,39	
P ₂ O ₅	0,063	0,07	0,065		
CaO	21,60	22,5	28,5	25,75	27,9
MgO	11,00	5,0	6,5	3,66	
K ₂ O	0,10	0,17	0,15	следы	0,55
Na ₂ O	0,05	0,06	0,07	0,05	
SiO ₂				8,44	31,7

Возможная технологическая схема сушки измельчения и классификации шлама приведена на рис. 1.

Шлам (влажность 40—50 %) со стадии фильтрования производства кальциевой селитры поступает на склад 1, где происходит его промежуточное накопление и хранение. Предварительное

измельчение и формирование шлама проводят в экструдере 2, в приемный бункер которого подают шлам.

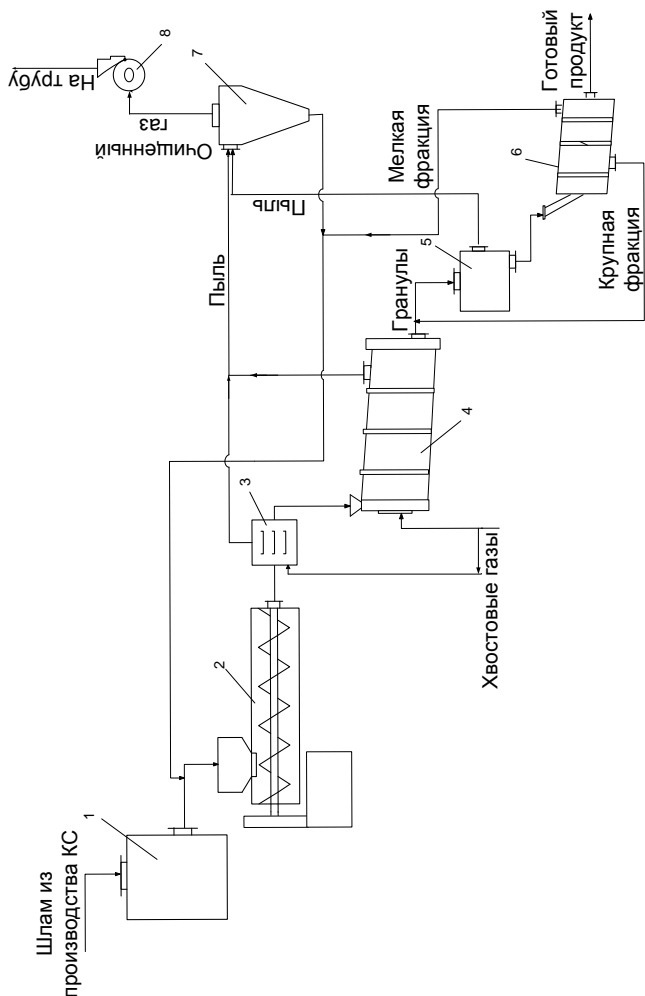


Рисунок 1. Принципиальная схема получения удобрения из шлама производства кальцевой селитры
 1 — склад шлама; 2 — экструдер; 3 — ленточная сушилка;
 4 — барабанная сушилка; 5 — дробилка; 6 — грохот;
 7 — циклон; 8 — дымосос

Экструдат дальше поступает в ленточную сушилку 3, в которой предварительно подсушивается до влажности приблизительно 20 %. Далее подсушенный шлам поступает в барабанную сушилку 4, где происходит окончательное высушивание шлама. Высушенный до влажности 1—2 % шлам самотеком из сушилки 4 направляется в дробилку 5. Измельченный шлам направляется в грохот 6, где от него отделяется фракция крупностью 1—4 мм. Более мелкий шлам возвращается обратно на склад 1, а более крупный — в дробилку 5. Пыль, которая образуется в сушилках 3 и 4, дробилке 5, грохоте 6, улавливается в циклоне 6 и возвращается на переработку в экструдер 2. Сушильным агентом предусматривается использовать отработанные хвостовые газы агрегата неконцентрированной азотной кислоты после рекуперационной турбины, температура которых 300—360°С. Газы, после сушки и обеспыливания, выбрасываются в существующую высотную трубу производства азотной кислоты.

Характеристики удобрения из шлама производства кальциевой селитры представлены в табл. 2.

Таблица 2.

Характеристика азотного удобрения полученного из шлама производства кальциевой селитры

Показатели	Значение показателя
1. Внешний вид	Гранулы серого или светло-коричневого цвета
2. Гранулометрический состав: Массовая доля гранул 1—4 мм, %, не менее Массовая доля гранул меньше 1 мм, %, не более	93,0 7,0
3. Рассыпчатость, %	100,0
4. Угол естественного откоса, °	33
5. Влажность, %	Не более 2,0
6. pH водной вытяжки	8,5—9,5
7. Насыпная плотность, г/см ³ по сухому веществу	1,2—1,4
8. Активность по СаО и MgO, % по сухому веществу	0,20±0,02
9. Содержание нитрата кальция, % по сухому веществу	Не менее 61,5
10. Содержание связанного азота, % по сухому веществу	Не менее 10,5
11. Содержание водонерастворимого остатка, % по сухому веществу	10,0—20,0

Для производства 600 кг/час азотного удобрения, при влажности шлама на входе в ленточную сушилку $w_0=40\%$ и на входе в барабанную сушилку $w_1=20\%$, на выходе — $w_2=2\%$ необходимо израсходовать 6135,0 кг/час сухого газа, который поступает из рекуперационной турбины производства неконцентрированной азотной кислоты.

Таким образом, разработана технология переработки отхода производства — шлама кальциевой селитры в щелочное азотное удобрение пролонгированного действия.

Список литературы:

1. ГОСТ Р 51520-99. Удобрения минеральные.
2. Селітра кальцієва розчин: ТУУ6-1344191.003—99. Дніпродзержинськ, ПП "Екоантилід".

**ПЛАНИРОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА
ПО УЛАВЛИВАНИЮ ДИСПЕРСНЫХ ЧАСТИЦ
В ЭЛЕКТРОЦИКЛОНЕ**

Инюшкин Николай Васильевич

*канд. техн. наук, ст. науч. сотр.,
Уральский федеральный университет имени Б.Н. Ельцина,
г. Екатеринбург
E-mail: paht@yandex.ru*

Ермаков Сергей Анатольевич

*профессор, д-р техн. наук,
Уральский федеральный университет имени Б.Н. Ельцина,
г. Екатеринбург*

Гильванова Залина Ринатовна

*аспирант, Уральский федеральный университет имени Б.Н. Ельцина,
г. Екатеринбург*

Титов Анатолий Геннадьевич

*аспирант, Уральский федеральный университет имени Б.Н. Ельцина,
г. Екатеринбург*

Коробкова Инна Владиславовна

*студент, Уральский федеральный университет имени Б.Н. Ельцина,
г. Екатеринбург*

Аитова Алина Ильдусовна

*студент, Уральский федеральный университет имени Б.Н. Ельцина,
г. Екатеринбург*

EXPERIMENT PLANNING FOR DISPERSED PARTICLES CAPTURING IN ELEKTROCYCLONE

Nikolai Inyushkin

*Senior Researcher, Candidate of Technical Sciences,
Ural Federal University named after Boris Nikolayevich Yeltsin,
Yekaterinburg*

Sergey Ermakov

*Professor, Doctor of Technical Sciences, Ural Federal University
named after Boris Nikolayevich Yeltsin, Yekaterinburg*

Zalina Gilvanova

*postgraduate student , Ural Federal University
named after Boris Nikolayevich Yeltsin, Yekaterinburg*

Anatoly Titov

*postgraduate student , Ural Federal University
named after Boris Nikolayevich Yeltsin, Yekaterinburg*

Alina Aitova

*student , Ural Federal University named after Boris Nikolayevich Yeltsin,
Yekaterinburg*

Inna Korobkova

*student , Ural Federal University named after Boris Nikolayevich Yeltsin,
Yekaterinburg*

АННОТАЦИЯ

В статье рассмотрено планирование эксперимента по улавливанию дисперсных частиц в электроциклоне. Дается расчет матрицы планирования, приводится уравнение регрессии зависимости степени очистки от скорости на входе в электроциклон и от начальной концентрации аэрозоля.

ABSTRACT

The article deals with the design of experiments for dispersed particles capturing in elektrocyclone. The autors gives planning matrix calculation,

the regression equation based on the aerosol velocity and the initial concentration of the aerosol.

Ключевые слова: газоочистка; циклон; электроциклон; летучая зола
Keywords: gas cleaning; cyclone; electrocyclon; fly ash

Для пылеулавливания на промышленных предприятиях используют различные виды оборудования, отличающегося как по конструкции, так и по механизму действия.

Электроциклон — комбинированный пылеуловитель, сочетающий центробежный и электростатический эффект для улавливания аэрозолей.

Степень очистки газов в электроциклоне зависит от многих факторов, таких как рабочее напряжение, скорость газового потока в активной зоне, концентрация аэрозоля на входе в аппарат, длина активной зоны, диаметр частиц, удельное электрическое сопротивление частиц и др.

Чтобы оценить влияние на степень очистки электроциклона концентрации и скорости аэрозоля на входе в аппарат при минимальном количестве необходимых опытов с сохранением статистической достоверности результатов проведено планирование эксперимента [3; 1].

Для получения уравнения регрессии в виде полинома второго порядка, построен центральный композиционный рототабельный план, включающий 2 фактора: X_1 — скорость газового потока во входной трубе, X_2 — концентрация аэрозоля на входе в аппарат. Общий вид [2] квадратичного уравнения регрессии для двух независимых факторов:

$$\eta = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_{11}x_1^2 + b_{22}x_2^2$$

где: η — степень очистки газов,

b_0 — свободный член,

b_1 — коэффициенты линейных членов,

b_{11} — коэффициент взаимодействия членов,

b_{ii} — коэффициенты квадратичных членов.

Для вычисления коэффициентов уравнения регрессии построим матрицу планирования, взяв за основу центральный композиционный рототабельный план, включающий «звездные» точки. Общее количество экспериментов вычисляется по формуле:

$$n = 2^x + 2x + n_0$$

Для двухфакторного эксперимента число опытов в центре плана n_0 равно 5, а величина «звездного» плеча составляет 1,414 [2].

Необходимое число экспериментов для заданных условий равно 13.

Значения каждого фактора в плане кодируются значениями: «-1» — минимальное, «0» — среднее, «+1» — максимальное, кроме того, в план вводятся по 2 «звездные» точки на каждый фактор с кодировкой «-1,414» и «+1,414». Матрица эксперимента с кодированными значениями факторов приведена в таблице:

Таблица 1.

Матрица планирования эксперимента

№ опыта	Значение фактора	
	X ₁	X ₂
1	-1	-1
2	-1	1
3	1	-1
4	1	1
5	-1,414	0
6	+1,414	0
7	0	-1,414
8	0	1,414
9	0	0
10	0	0
11	0	0
12	0	0
13	0	0

Установим основной уровень $Z_{0,i}$ и интервалы варьирования ΔZ_i для каждого фактора. Основной уровень $Z_{0,1}$ для фактора X_1 (скорость газового потока во входной трубе) примем равным 21 м/с, $\Delta Z_1=4,5$, $Z_{0,2}$ для фактора X_2 (концентрация аэрозоля на входе в аппарат) примем равным 16,5 г/м³, $\Delta Z_2=10$. Рандомизация последовательности проведения опытов с помощью ЭВМ дала следующий порядок: 13, 4, 10, 8, 3, 9, 1, 2, 6, 12, 5, 11, 7.

По результатам эксперимента с золой Красногорской ТЭЦ ($d_{50}=40$ мкм) получено уравнение регрессии:

$$\hat{\eta} = 90,89 - 5,75x_1 - 0,06x_2 + 4,88x_1^2 - 1,43x_2^2$$

Список литературы:

1. Блохин В.Г., Глудкин О.П., Гуров А.И. и Ханин М.А. Современный эксперимент: подготовка, проведение, анализ результатов, Москва: Радио и связь, 1997. — 232 с.
2. Кафаров В.В. Методы кибернетики в химии и химической технологии, Москва: Химия, 1985. — 448 с.
3. Красовский Г.И. и Филаретов Г.Ф. Планирование эксперимента, Минск: изд-во БГУ, 1982. — 302 с.

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ХИМИЧЕСКИХ ПРЕВРАЩЕНИЙ КОМПОНЕНТОВ ПРИРОДНОГО ГАЗА ПРИ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ ГАЗОВЫХ ГИДРАТОВ

Калачева Людмила Петровна

*канд. хим. наук, стар. науч. сотр., ФГБУН ИППНГ СО РАН,
г. Якутск*

E-mail: lpko@mail.ru

THERMODYNAMIC ANALYSIS OF CHEMICAL TRANSFORMATIONS OF NATURAL GAS COMPONENTS OBTAINED DURING MECHANICAL TREATMENT OF GAS HYDRATES

Liudmila Kalacheva

*Candidate of Chemical Sciences, Senior Researcher, Institute of Oil
and Gas, SB RAS,
Yakutsk*

АННОТАЦИЯ

В работе проведен термодинамический анализ химических превращений газообразных углеводородов в присутствии молекул воды при механической активации гидратов природного газа. Рассмотрены вероятности протекания конкурирующих реакций

отщепления H от молекул углеводородов-гидратообразователей C1-C4 радикалами $\cdot\text{H}$ и $\cdot\text{OH}$.

ABSTRACT

In the paper, a thermodynamic analysis of chemical reactions of gaseous hydrocarbons obtained in the presence of water molecules during the mechanical activation of natural gas hydrates had been carried out. The probabilities of competing reactions occurrence of hydrogen cleavage from hydrate forming hydrocarbons C1-C4 by radicals $\cdot\text{H}$ and $\cdot\text{OH}$ had been studied.

Ключевые слова: природный газ; газовые гидраты; свойства газовых гидратов; механическая активация; химические превращения углеводородов.

Keywords: natural gas; gas hydrates; gas hydrate properties; mechanical activation and chemical conversion of hydrocarbons.

Гидраты природного газа являются наиболее перспективным альтернативным источником энергии и углеводородов в 21 веке. В этой связи актуальность работы связана с поиском новых возможных направлений переработки природного газа, аккумулированного в форме его гидратов. Для последующей разработки технологий превращения газовых гидратов в химические продукты, могут оказаться интересными методы, в которых в качестве составного элемента технологии используется метод механохимической активации. Известно, что родственные методы воздействия на нефтяные системы (акустические, кавитационные и пр.) уже сейчас находят свое практическое применение в нефтехимических технологиях.

Механохимической активации (МА) были подвергнуты синтетически полученные гидраты природного газа Иреляхского ГНМ Якутии. В результате проведенных экспериментальных исследований было получено три фазы продуктов механохимической реакции: газовая, жидкая и твердая. Жидкая фаза была разделена на органическую и водную.

Состав газовой фазы в гидрате и газообразных продуктов механоактивации приведен в таблице 1.

Полученные результаты предполагают протекание реакций деструкции углеводородов с образованием водорода и углерода в газовой фазе. Однако исследования твердой фазы показали отсутствие в ней углерода и карбидов. А в жидкой органической фазе установлено наличие новых углеводородов с длиной цепи большей, чем у гидратообразователей. Так, механоактивация гидратов

в течение 5 минут приводит к образованию 1-метил-3-пропилбензола и 1-бутилбензола [2, с. 311; 3, с. 354]. Следовательно, алканы, в частности метан, участвуют в механохимической реакции.

Таблица 1.

Состав газовой фазы до и после механоактивации гидратов природного газа

Компонент	Состав, % мол.	
	в гидрате	после МА
CH ₄	77,0±0,1	5,08±0,02
C ₂ H ₆	10,5±0,1	8,68±0,02
C ₃ H ₈	4,81±0,02	3,55±0,02
изо-C ₄ H ₁₀	0,59±0,01	0
н-C ₄ H ₁₀	0,64±0,01	1,01±0,02
H ₂	0	75,2±0,1

По видимому, особую роль в процессах механохимического превращения углеводородов играет вода, образующая клатратный каркас гидратов, так как при интенсивной обработке гидратов природного газа она совместно с газообразными углеводородами подвергается механоактивации.

На основании полученных результатов и предполагая протекание радикально-цепных реакций низших алканов и воды были рассчитаны изменения свободной энергии Гиббса, как показателя самопроизвольного протекания возможных химических превращений углеводородов при механической активации гидратов природного газа. Анализ термодинамических параметров конкурирующих реакций отщепления атома водорода от молекул углеводородов-гидратообразователей C1-C4 радикалами H и OH показал, что энергия реакции H-перехода с участием радикалов OH для алканов C2-C4 уменьшается в 2—4 раза, а для C1 уменьшается практически в 10 раз (таблица 2). Следовательно, наличие радикала OH в реакционной системе может существенно увеличить вероятность образования радикалов при механоактивации гидратов природного газа, в отличие от механоактивации смеси газообразных углеводородов. Таким образом, выдвинуто предположение о дополнительном нетермическом канале инициирования процессов превращения УВ в реакционной системе.

Таблица 2.

Изменение энергии Гиббса ΔG_T в процессах превращения углеводородов и воды при механоактивации гидратов природного газа

№	Реакция	ΔG_T , кДж/моль		
		300	500	1000
1	$H+CH_4=CH_3+H_2$	-7,652	-12,5091	-22,0693
2	$H+C_2H_6=C_2H_5+H_2$	-35,487	-42,7291	-58,2173
3	$H+C_3H_8=H_2+n-C_3H_7$	-23,432	-21,6104	-13,8007
4	$H+C_3H_8=H_2+изо-C_3H_7$	-35,41	-32,0112	-20,0824
5	$H+n-C_4H_{10}=H_2+n-C_4H_9$	-38,149	-46,7822	-65,488
6	$H+n-C_4H_{10}=H_2+изо-C_4H_9$	-53,465	-62,468	-81,9347
7	$H+изо-C_4H_{10}=изо-C_4H_9+H_2$	-49,742	-61,7782	-88,6767
8	$H+изо-C_4H_{10}=H_2+трет-C_4H_9$	-65,349	-71,2613	-81,9581
9	$OH+CH_4=CH_3+H_2O$	-76,2747	-84,7132	-104,327
10	$OH+C_2H_6=C_2H_5+H_2O$	-104,11	-114,933	-140,475
11	$OH+C_3H_8=n-C_3H_7+H_2O$	-92,0547	-89,165	-86,7592
12	$OH+C_3H_8=изо-C_3H_7+H_2O$	-104,033	-103,336	-100,581
13	$OH+n-C_4H_{10}=H_2O+n-C_4H_9$	-106,772	-118,986	-147,746
14	$OH+n-C_4H_{10}=H_2O+изо-C_4H_9$	-122,088	-134,672	-164,192
15	$OH+изо-C_4H_{10}=H_2O+изо-C_4H_9$	-118,365	-133,982	-170,934
16	$OH+изо-C_4H_{10}=H_2O+трет-C_4H_9$	-133,972	-143,465	-164,216

Таким образом, механическая обработка гидратов природного газа, то есть совместная активация компонентов природного газа и воды, существенно меняет направление химических превращений углеводородов-гидратообразователей по сравнению с механоактивационными процессами превращения компонентов природного газа в газовой фазе [1, с. 9].

На основании проведенных экспериментальных исследований и термодинамических расчетов можно сделать следующие выводы:

1. Механическая обработка гидратов природного газа, то есть совместная активация низших алканов и воды, приводит к удлинению цепи углеводородов-гидратообразователей, а направление химических превращений низкомолекулярных углеводородов при механической обработке зависит от среды, в которой проводится активация.

2. Термодинамическими расчетами установлено, что образование радикала OH в реакционной системе при механической обработке газовых гидратов может существенно увеличить вероятность образования углеводородных радикалов. Установлено,

что энергия Гиббса ΔG_T реакций Н-перехода с участием радикалов ОН ниже, чем энергия реакций замещения атомом Н.

Список литературы:

1. Гамолин О.Е. Механохимические превращения газообразных углеводородов. Автореф. дис. канд. хим. наук. — Томск, 2005. — 22 с.
2. Калачева Л.П. Исследование механохимических превращений гидратов природного газа / Л.П. Калачева, Е.Ю. Шиц, А.Ф. Федорова // Нефтехимия. — 2009. — Т. 49. — № 4. — С. 310—314.
3. Шиц Е.Ю. Химические превращения гидратов природного газа при механическом воздействии / Е.Ю. Шиц, О.И. Ломовский, А.Ф. Федорова и др. // ДАН, 2007. —Т. 412. — № 3. — С. 353—356.

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ
НЕТРАДИЦИОННОГО МЕТОДА ПЕРЕРАБОТКИ
УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ
ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ВОДОРОДА**

Калачева Людмила Петровна

*канд. хим. наук, стар. науч. сотр., ФГБУН ИПНГ СО РАН,
г. Якутск
E-mail: lpko@mail.ru*

Федорова Айтилина Федоровна

*канд. техн. наук, вед. науч. сотр. ФГБУН ИПНГ СО РАН,
г. Якутск*

**USING UNCONVENTIONAL METHODS
OF HYDROCARBONS PROCESSING
TO PRODUCE HYDROGEN**

Liudmila Kalacheva

*Candidate of Chemical Sciences, Senior Researcher, Institute of Oil
and Gas, SB RAS, Yakutsk*

Aitalina Fedorova

*Candidate of technical sciences, leading researcher Institute of Oil
and Gas SB RAS, Yakutsk*

АННОТАЦИЯ

В работе исследован состав газовой фазы, полученной механо-активацией гидратов природного газа. Установлено, что основным компонентом газовой фазы является водород. Показано, что использование гидратов природного газа в качестве сырья для получения водорода по сравнению с природным газом является наиболее эффективным.

ABSTRACT

We have studied the composition of the gas phase obtained by mechanical activation of natural gas hydrates. It is found that the main component of the gas phase is hydrogen. It is shown that the use of natural

gas hydrates as a raw material for the production of hydrogen as compared to natural gas is the most efficient.

Ключевые слова: водород; нефтепереработка; природный газ; газовые гидраты; механическая активация; химические превращения углеводородов.

Keywords: hydrogen; petroleum refining; natural gas; gas hydrates; gas hydrate properties; mechanical activation; chemical conversion of hydrocarbons.

Водород является энергоемким и экологически чистым энергоносителем, который широко применяется в различных отраслях экономики в качестве сырья или рабочей среды при производстве многих химических, металлургических продуктов и при проведении большого количества технологических процессов. Одним из наиболее крупных потребителей водорода в настоящее время является нефтеперерабатывающая промышленность: до 25 % от общего объема производства в мире потребляют нефтяная и нефтеперерабатывающая промышленности. На сегодняшний день в наибольших масштабах получило распространение производство водорода из легкого углеводородного сырья: 80 % производимого водорода получают паровым риформингом природного газа, 15 % — паровым риформингом нефти, около 5 % — парциальным окислением тяжелых нефтяных остатков. В связи с сокращением в обозримом будущем запасов дешевого углеводородного сырья во всех промышленно развитых странах в конце прошлого и в начале текущего столетия интенсифицировались поиски альтернативных источников углеводородов. Одним из нетрадиционных источников легких углеводородов является природный газ газогидратных месторождений. Газовые гидраты присутствуют в донных нелитифицированных осадках Мирового океана в огромных объемах.

Альтернативным способом паровому риформингу природного газа, который характеризуется многостадийностью и энергоемкостью, может являться механохимическая активация гидратов природного газа. Метод механохимической активации один из наиболее эффективных способов увеличения реакционной способности углеводородов. Основные преимущества этого метода — дешевизна, простота аппаратного оформления, производительность, возможность масштабирования из лабораторного на промышленный уровень.

Первые экспериментальные исследования по механической активации природного газа и его компонентов были проведены

в 90-х годах прошлого столетия М.Н. Орфановой и В.Н. Митскан (Ивано-Франковский ГУНФ, Украина), а в начале нынешнего столетия группами исследователей под руководством профессоров О.И. Ломовского (ИХТТМ СО РАН) и А.К. Головки (ИХН СО РАН). Проведенные исследования последствий механической обработки природного газа, легких нефтяных фракций и индивидуальных углеводородов в энергонапряженных аппаратах типа шаровых мельниц, показали возможность использования данного способа для проведения химических превращений углеводородов. Было установлено, что механическая активация природного газа приводит к образованию водорода, содержание которого колеблется в зависимости от условий эксперимента: при 10 мин активации в присутствии кварца концентрация водорода составляет 11,4 % мол.; а в течение 3 ч без твердых добавок — 56,7 % мол. [1, с. 8].

Использование метода механохимической активации позволяет повышать эффективность превращений углеводородов при обработке природного газа, переведенного в гидратное состояние. Так, при механоактивации надмолекулярных соединений, образованных исключительно за счет водородных связей и сил Ван-дер-Ваальса, реализуются химически активные состояния, приводящие к образованию водорода и синтезу углеводородов более сложного строения из легких компонентов природного газа. Как и в случае парового риформинга, при механоактивации гидратов в реакторе достигаются температуры до 600 °С, позволяющие осуществить превращение углеводородов в газовой фазе в присутствии водяного пара. При этом в качестве катализаторов химических превращений углеводородов — гидратообразователей выступают ферромагнитные частицы, образованные в результате механохимической коррозии материала мелющих тел реактора. Применение метода МА позволяет исключить из технологии парового риформинга УВ высокие давления, замену сложных многоступенчатых энергозатратных реакторов, использование дорогостоящих катализаторов, охлаждение и утилизацию отходящих дымовых газов. Простота аппаратного оформления планетарных мельниц позволит генерирование водорода непосредственно на месте его использования и исключить проблемы хранения и транспортировки водорода.

Для увеличения содержания водорода в газовой фазе механоактивации впервые были подвергнуты синтезированные гидраты природного газа. Установлено, что в зависимости от состава исходного газового гидрата, природы твердой фазы, длительности механического воздействия можно получить различное количество водорода.

Таблица 1

**Компонентный состав газовой фазы, полученной
механоактивацией гидратов природного газа**

Компонент	Содержание, % мол.	
	$M_1 \cdot 6,8H_2O$	$M_2 \cdot 6,9H_2O$
H_2	38,1±0,1	75,2±0,1
CH_4	53,4±0,1	5,08±0,02
C_2H_6	2,67±0,02	8,68±0,02
C_3H_8	2,34±0,02	3,55±0,02
n- C_4H_{10}	0	1,01±0,02
изо- C_5H_{12}	0	0,02±0,005
n- C_5H_{12}	0	0,019±0,005
CO_2	0,06±0,005	0,042±0,005
N_2	3,4±0,02	6,4±0,02

Исследование газообразных продуктов, полученных в результате механоактивации гидратов природного газа, показало, что основным компонентом газовой фазы является водород. Из гидрата, синтезированного 5 суток, механоактивацией получено 38,1 % мол., а при МА гидрата с более продолжительным временем синтеза — 75,2 % мол. водорода (таблица 1). Таким образом, использование гидратов природного газа в качестве сырья для получения водорода по сравнению с природным газом является наиболее эффективным.

Применение нетрадиционных методов переработки гидратов в газообразное и жидкое топливо позволит создать перспективные энерго- и ресурсосберегающие технологии для решения проблем топливно-энергетического комплекса.

Список литературы:

1. Гамолин О.Е. Механохимические превращения газообразных углеводородов. Автореф. дис. канд. хим. наук. — Томск, 2005. — 22 с.

**ПРЕДПОСЫЛКИ СОЗДАНИЯ
ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИИ
ПРОИЗВОДСТВА МОДИФИЦИРОВАННОЙ
КАЛЬЦИЕВОЙ СЕЛИТРЫ**

Олийнык Николай Андреевич
старший преподаватель ДГТУ,
г. Днепродзержинск
E-mail: Olmuk@ua.fm

Шестозуб Анатолий Борисович
канд. техн. наук, доцент ДГТУ,
г. Днепродзержинск
E-mail: absh@ua.fm

Волошин Николай Дмитриевич
д-р техн. наук, профессор ДГТУ,
г. Днепродзержинск
E-mail: yoloshin@ua.fm

Алексанов Олег Петрович
главный инженер ЧАО «Химдивизион»,
г. Днепродзержинск
E-mail: glingener@eal.dp.ua

Багно Андрей Алексеевич
Зам. нач. ПТО, ЧАО «Химдивизион»,
г. Днепродзержинск
E-mail: aspeed81@mail.ru

BACKGROUND ENERGY POWER GENERATION MODIFIED CALCIUM NITRATE

Nikolay Olinyk

teacher of DSTU, Dneprodzerzhinsk

Anatoliy Shestozub

*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of DSTU,
Dneprodzerzhinsk*

Nikolay Voloshin

Doctor of Technical Sciences, Professor of DSTU, Dneprodzerzhinsk

Oleg Aleksanov

Chief Engineer of PJSC "Himdivizion", Dneprodzerzhinsk

Andrey Bagno

Deputy. early. ITO PJSC "Himdivizion", Dneprodzerzhinsk

АННОТАЦИЯ

В основу исследований поставлена задача создания энергосберегающей технологии производства модифицированной кальциевой селитры путем исследования зависимостей основных параметров нейтрализации и создание большего насыщения циркуляционного раствора негашеной известью за счет введения добавок. Это позволяет получить раствор кальциевой селитры высокой концентрации на стадии нейтрализации, и позволит разработать условия сбережения расхода энергоресурсов за счет исключения энергоемких узлов производства.

ABSTRACT

The basis of the research on the task of creating energy efficient technologies modified calcium nitrate by examining relationships of key parameters neutralize and create conditions more circulatory saturated solution of lime by the introduction of supplements. This allows you to get a solution of calcium nitrate concentrations higher stage neutralization, and will develop modalities saving energy consumption by eliminating the energy-producing units.

Ключевые слова: удобрение; добавки; раствор; кальциевая селитра.

Key words: fertilizer; supplements; solution; calcium nitrate.

Химическая промышленность, в частности, производство минеральных удобрений — отрасль, нуждающаяся в значительных материальных и топливно-энергетических издержках [4], пожалуй главной тенденцией ее развития сейчас является ресурсосбережение. Эта тенденция характерна не только для крупнотоннажных производств синтетического аммиака, аммиачной селитры, карбамида или азотной кислоты, но и для сравнительно небольших, например, для производства кальциевой селитры (КС).

В последнее время в Украине, как и в мире, увеличивается потребление этой селитры [2], что вызвано расширением ее применения не только как эффективного азотного удобрения, но и как компонента морозоустойчивых бетонов, взрывчатых веществ, холодильных растворов и пр. При этом вместе со спросом растут требования к качеству КС, в первую очередь, по содержанию нерастворимых примесей и питательных элементов [6].

Существующие способы производства КС базируются на переработке кальцийсодержащего сырья, чаще всего его обработкой растворами азотной кислоты [3]. При этом обрабатывают известняк, негашеную или гашеную известь, карбонатные отходы, фосфориты и др. Эта стадия является определяющей, как по скорости процесса образования $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, так и по издержкам на следующие стадии: фильтрование, упаривание и гранулирование.

Поэтому, учитывая отмеченную тенденцию, актуальной является разработка технологии производства КС с целью экономии энергематериальных ресурсов, прежде всего, через совершенствование стадии химической обработки кальцийсодержащего сырья, с обогащением КС дополнительными питательными элементами и пониженным содержанием нерастворимых примесей.

Для реализации этой задачи выполнен анализ действующего производства КС на Днепродзержинском ЧАО «Химдивизион» и проведены экспериментальные исследования его основных технологических стадий.

Установлено, что с целью уменьшения количества твердых отходов и примесей в продуктах, в качестве сырья используют негашеную известь. Её суспендируют циркулирующим раствором КС и нейтрализуют растворами HNO_3 сравнительно невысокой концентрации. Полученный раствор отделяют от нерастворимых

примесей фильтрованием, упаривают до 62—65 % и реализуют как готовый продукт или передают на гранулирование. При этом концентрация КС после нейтрализации не превышает 38—42 %, что влечет повышенные расходы тепла на упаривании, а гранулирование чистой КС нуждается в большой кратности ретурна.

Экспериментальные исследования проводили на лабораторной установке, основным аппаратом которой является реактор с мешалкой объемом 1000 см³. Взаимодействие негашеной извести и HNO₃ осуществляли по двум вариантам: 1) в циркулирующий 35 %-ный раствор КС добавляли определенное количество азотной кислоты после чего нейтрализовали ее негашеной известью до pH 6,5—7,5; 2) в циркулирующий 35 %-ный раствор КС сначала добавляли негашеную известь после чего приливали раствор HNO₃.

Установлено, что содержание нерастворимых примесей в растворе полученном по варианту 1-му (1,2—1,35 г/дм³) больше, чем в растворе по варианту 2-му (0,9—1,0 г/дм³).

Сделан вывод, что в производственных условиях целесообразно вводить в циркулирующий раствор КС сначала негашеную известь после чего азотную кислоту.

Экспериментальное исследование получения раствора КС из негашеной извести и азотной кислоты включало две операции — приготовление транспортного раствора (ТР) (суспензия извести в растворе КС) и последующую его нейтрализацию азотной кислотой. Экспериментальный ТР готовили путем разведения, до заданной концентрации, водой технического 65 %-ного раствора КС после узла выпаривания на ЧАО «Химдивизион». С целью получения наибольшего содержания в нем извести исследовали влияние концентрации Ca(NO₃)₂ в циркулирующем растворе КС, которую изменяли в пределах 15—40 %. Начальное содержание извести в ТР 150 г/дм³ в пересчете на СаО [1]. Результаты экспериментов (табл. 1) показывают, что при увеличении концентрации Ca(NO₃)₂ в циркулирующем растворе КС количество извести, которое можно ввести в этот раствор, без потери им транспортабельности уменьшается. Для каждой концентрации Ca(NO₃)₂ в циркулирующем растворе КС имеется соответствующее содержание извести, при котором этот раствор транспортабелен.

Таблица 1.

Зависимость концентрации извести в транспортном растворе от концентрации $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$

Концентрация нитрата кальция в растворе, %	Предельное содержание извести (в пересчете на CaO), г/дм³
15	350
20	320
25	290
30	275
35	240
40	200

Последующее увеличение количества извести в растворах отмеченной концентрации, приводит к его загустеванию, потере подвижности. Образуется вязкая, гелеобразная масса, не поддающаяся перемешиванию и транспортировке трубопроводами.

Так, для подачи на нейтрализацию извести целесообразнее всего использовать циркулирующий раствор с концентрацией $35\% \pm 1,5\%$ $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$. Содержание извести в нем составляет 240 ± 3 г/дм³. В растворах 15—30 % $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ содержание извести значительно больше, но после нейтрализации концентрация $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ существенно снижается. Повышение концентрации $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ до 40 % не только уменьшает содержание извести в транспортном растворе, но и тормозит процессы её гашения и взаимодействия с азотной кислотой, следовательно, и выход целевого продукта и количество нерастворимых примесей в нём.

Таким образом, показано, что применение циркулирующего раствора КС для гашения и подачи извести на нейтрализацию, улучшает условия «подготовительных» процессов, но растворы после нейтрализации для их последующего использования нужно упаривать. С целью повышения концентрации раствора КС после нейтрализации через увеличение содержания извести в транспортном растворе свыше 240 г/дм³ исследовали влияние добавок [5]. Как добавки испытывали K_2CO_3 , NH_4NO_3 , NaHCO_3 , KCl , KNO_3 , NaNO_3 , NaOH та KOH . Все они хорошо растворялись в 35 %-ном циркулирующем растворе КС. Получены данные (рис. 1), показывающие, что введение 6—7 масс. % KCl в циркулирующий раствор дает возможность повысить содержание извести до 450 г/дм³ с сохранением его транспортабельности, 12—14 мас. % KNO_3 — до 380 г/дм³, 10—12 мас. % NaNO_3 — до 350 г/дм³, 10—12 мас. % NaHNO_3 — до 320 г/дм³, 12—14 мас. %

NH_4NO_3 — до 340 г/дм^3 , 12—14 мас. % K_2CO_3 — до 300 г/дм^3 . Дальнейшее увеличение концентрации добавок позитивного результата не давало. При максимальной концентрации CaO в транспортном растворе, присущей каждой добавке, полученная суспензия остается подвижной длительное время, а именно не менее 72 час.

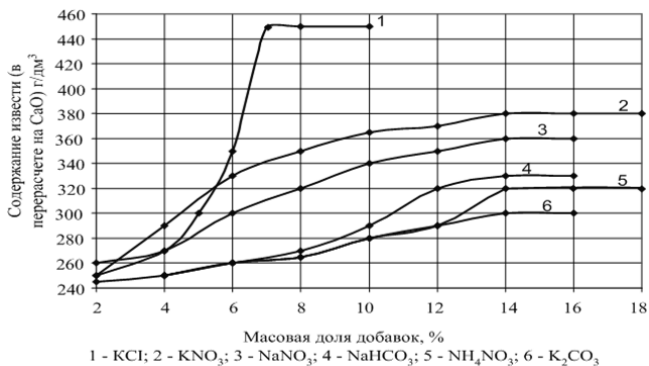


Рисунок 1. Зависимость концентрации извести в растворе от введения добавок

Зависимость концентрации $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ в растворе после нейтрализации от концентрации HNO_3 и содержания извести в транспортном растворе приведено на рис. 2.

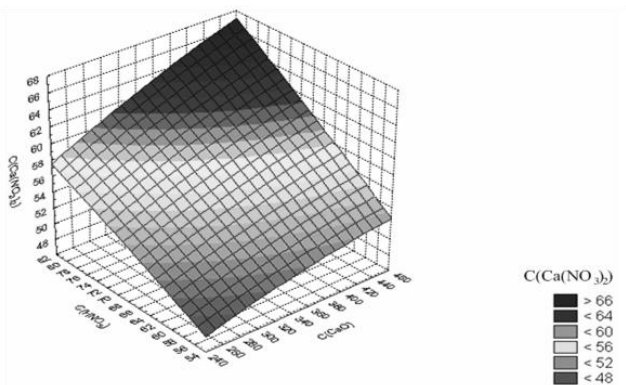


Рисунок 2. Зависимость концентрации кальцевой селитры от содержания извести и концентрации азотной кислоты

Для решения задачи в каком месте на технологической схеме вводить добавку и при необходимости ее нейтрализацию нитратной кислотой, проанализирован состав осадка выделенного из раствора продукционной гранулированной КС и из шлама после фильтрации раствора КС производства ЧАО «Химдивизион». Результаты анализов приведены в табл. 2, 3 (содержание определяемых веществ перечислено на соответствующие оксиды этих веществ). Дополнительными экспериментами и анализами установлено, что основу нерастворимых примесей составляют CaO и некоторое количество MgO.

Таблица 2.

Состав осадка, выделенного из раствора продукционной гранулированной КС

	Компонент					
	CaO	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	MgO	ОПП
Содержание, масс. %	12,23	5,85	2,3	1,5	1,05	76,92

Таблица 3.

Состав шлама, выделенного на стадии фильтрации раствора КС

	Компонент					
	CaO	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	MgO	ОПП
Содержание, масс. %	25,75	8,44	2,39	2,59	3,66	57,1

Установлено, что уменьшение количества нерастворимых примесей как в растворах КС, так и в гранулированной достигается дополнительной обработкой отфильтрованного раствора азотной кислотой с последующей нейтрализацией ее избытка. Для нейтрализации целесообразно использовать вещества, которые не образуют воду, положительно влияют на содержание извести в ТР, обогащают раствор КС дополнительными питательными элементами и улучшают гранулирование.

Использование NH₃, NaHCO₃ та K₂CO₃ в качестве добавки с целью увеличения в ТР содержания извести выгодно отличает их среди других добавок. В результате нейтрализации кислоты в суспензии что содержит одну из этих добавок не образуются вода и получают соответствующие нитраты, что дает возможность повышать содержание извести в ТР и увеличивать концентрацию питательных веществ в продукте.

отделяется от нерастворимых примесей. Далее раствор КС, подается в аппарат 9, где происходит введение азотной кислоты, обеспечивающей донейтрализацию оксидов. Подкисленный раствор накапливается в сборнике 10 и направляется в реактор 11, где свободная кислота нейтрализуется введением добавки до рН 6,5—7,0. Нейтрализованный раствор собирается в сборнике 12, после чего часть его направляется на начало процесса для приготовления транспортного раствора, а другая часть отгружается как готовый продукт. При необходимости раствор упаривают до нужной концентрации на выпарной установке.

Выполнен расчет расходов сырья и энергии производства растворов КС с добавкой карбоната калию для условий ЧАО «Химдивизион», который показывает уменьшение расхода греющего пара на 0,135 т на тонну производционного раствора КС в сравнении с действующей технологией.

Таким образом установлена возможность создания производства КС обогащенной дополнительными питательными элементами со сниженными расходами энергии].

Список литературы:

1. Куриленко О.Д. Краткий справочник по химии / О.Д. Куриленко. — К.: Наукова думка, 1974. — 991 с.
2. Объемы импортных поставок нитрата кальция [Электронный ресурс]: газета «Крестьянские ведомости» — 2006. — Режим доступа до ресурсу. : <http://www.AgroNews.ru>.
3. Позин М.Е. Технология минеральных удобрений. Л.: Химия, 1983. — 336 с.
4. Ширнин И.Г. Энергосбережение — главное направление развития украинской промышленности / И.Г. Ширнин, В.А. Палкин // Всеукраинский научно-технический журнал «Энергосбережение». — 2008. — № 10. — С. 2—5.
5. Пат. 91463 Україна, МПК C05C5/00. Спосіб виробництва кальцієвої селітри // Олійник М.А., Шестозуб А.Б., Волошин М.Д., Белов О.В., Алексанов О.П., Багно А.О. — № a200907301; заявл. 13.07.09; опубл. 26.07.10, Бюл. № 14.
6. Чвертка Н.В., Шестозуб А.Б., Багно А.О., Волошин М.Д., Алексанов О.П. Дослідження причин появи та методів зниження зважених часток в кальцієвій селітрі вітчизняного виробництва. Збірник матеріалів конференції IV Української науково-технічної конференції з технології неорганічних речовин, 14—16 жовтня 2008 р., Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2008. — С. 149—150.

СИНТЕЗ ГИДРАТОВ ГАЗОВ В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ

Семенов Матвей Егорович

*мл. науч. сотр., Институт проблем нефти и газа СО РАН,
г. Якутск
E-mail: xotoy_82@mail.ru*

Шиц Елена Юрьевна

*заведующий лабораторией № 3
Институт проблем нефти и газа СО РАН,
г. Якутск
E-mail: l.u.shitz@mail.ru*

SYNTHESIS OF GAS HYDRATES IN LABORATORY CONDITIONS

Matthew Semenov

Junior Researcher, Institute of Oil and Gas Problems SB RAS, Yakutsk

Elena Shitz

*Head of the Laboratory № 3 Institute of Oil and Gas Problems SB RAS,
Yakutsk*

АННОТАЦИЯ

В работе исследован процесс получения искусственных гидратов метана в статических условиях из дистиллированной и «вторичной» (полученной при разложении гидрата метана) воды, а также с применением внутри камер дополнительной металлической поверхности.

ABSTRACT

We have studied the process of producing artificial methane hydrates in static conditions of distilled and "secondary" (prepared by the decomposition of methane hydrate) of water, as well as with the use of additional cameras inside the metal surface.

Ключевые слова: гидрат метана; статическое условие; газосодержание; морфология кристаллов

Keywords: methane hydrate; static conditions; gas content; morphology of crystals

В настоящее время разработано большое количество методов синтеза газовых гидратов. Большинство методик получения гидратов в лабораторных условиях основано на интенсивном перемешивании компонентов внутри камер высокого давления различных конфигураций. Это может быть интенсивное перемешивание жидкой фазы при поддержании постоянного давления газа-гидратообразователя над ней, барботирование газа через раствор или впрыскивание жидкой фазы в среду сжатого газа. Как правило, все эти методы требуют значительных затрат энергии и технически сложного аппаратного оформления процесса получения гидратов [3—6].

Для получения искусственных гидратов с целью их дальнейшего исследования нами проводится поиск лабораторного способа наработки гидратов, не требующий использования сложной аппаратуры и трудоемкого эксперимента. Хорошо известно, что для ускорения гетерогенной реакции наработки газовых гидратов и достижения максимального газосодержания получаемых образцов необходимо увеличить площадь контакта реагирующих компонентов, т. е. площадь раздела жидкой и газовой фаз, на которой происходит реакция гидратообразования. В данной работе, по аналогии с работой [4], мы сделали попытку интенсифицировать процесс гидратообразования путем использования дополнительной металлической поверхности внутри реакционного объема.

Имеются данные, что после разложения гидратов высвободившаяся вода («вторичная» вода) сохраняет кластерную структуру, что способствует образованию гидрата при меньшем переохлаждении системы. Образование «вторичных» кристаллов гидрата наблюдали авторы работы [2]. Особенность таких кристаллов — их образование в объеме воды, а не на свободной поверхности контакта газ-вода. При этом процесс накопления гидратов более интенсивен, чем при реакции с водой, не прошедшей через гидратообразование. Также ускорение «вторичного» гидратообразования при циклическом оттаивании-промерзании поровой воды наблюдал В.С. Якушев. Так, если вода в породе уже претерпевала фазовые переходы (лед, гидрат), то повторное гидратонакопление происходило значительно быстрее [7]. Зависимость кинетических характеристик процесса образования гидратов от предыстории воды, из которой получают гидрат, исследовалась и в работе [9].

Основываясь на рассмотренных выше данных, мы попытались использовать для гидратообразования «вторичную» воду, с целью

интенсифицировать процесс гидратообразования. Таким образом, в данной статье представлены новые данные по получению искусственных гидратов метана в статических условиях (при отсутствии динамического воздействия) из дистиллированной и «вторичной» воды, а также с применением внутри реакционной камеры дополнительной металлической поверхности.

Использовавшиеся в работе камеры выполнены из стали марки У8. Внутренняя высота камеры 17,5 см, внутренний диаметр 9 см, внутренний объем 1,113 л. Собранная камера состоит из цилиндра и крышки-фланца, где крепятся образцовый манометр (класс точности 0,4) и запорочный кран.

В качестве дополнительной поверхности использовалась самодельная металлическая конструкция (МК), выполненная из трансформаторных стальных пластин с общей площадью поверхности $S_k=215 \text{ см}^2$. МК собрана из 12 составных частей с таким учетом, чтобы при погружении МК на половину в воду 65 % общей площади поверхности МК будет находиться под водой. Дополнительно к МК прикреплена алюминиевая ручка, предназначенная для вынимания МК вместе с выросшим гидратом. Высота МК вместе с ручкой 13 см, диаметр 7 см.

В качестве газа-гидратообразователя использовали метан (99,99 об. %), а в качестве жидкой фазы применяли дистиллированную воду и «вторичную» воду, полученную в результате разложения ранее полученного гидрата, которую предварительно фильтровали и отстаивали в течение 24-х часов при комнатной температуре.

Ход эксперимента следующий:

- В камеру наливали 200 мл воды (до половины МК). Если эксперимент проводился с МК, то ее погружали так, чтобы она не касалась стенок камеры. Далее камеру вакуумировали и заправляли метаном до достижения давления 50 атм при температуре 25°C;

- Заправленные камеры помещались в инкубатор-холодильник MIR-254, где они отстаивались в течении 2 часов при температуре +20°C, при этом фиксировалось изменение давления для проверки герметичности камер. Далее в течение 2 суток постепенно снижали температуру до +6°C (равновесная температура гидратообразования при данном давлении), чтобы насытить газом гидратообразующую среду;

- Затем охлаждали камеры с градиентом 1°C/сутки до -3°C. В ходе эксперимента каждые 3 часа фиксировали значение давления.

Далее температуру в течение 24 часов снижали до -7°C для заморозки не перешедшей в гидрат воды;

- За один эксперимент заправляли 2 камеры. В первой камере гидрат получали из воды (дистиллированной или «вторичной») без использования МК, в другой камере в присутствии МК. После гидратообразования камеры вскрывали для фотосъемки и определения газонасыщенности полученных образцов;

- Вскрытие камер производили в морозильной камере при температуре -10°C . Сбрасывали остаточное давление в камере, затем отсоединяли крышку-фланец и делали несколько снимков полученных гидратов. Быстро отбирали ~ 50 г образца (откалыванием кусков с поверхности массива, отбором отдельных кусков или соскабливанием с поверхности МК), помещали в термостат с температурой $+5^{\circ}\text{C}$ под стеклянный купол, который подсоединен к газовому счетчику ГСБ-400 и измеряли объем выделяющегося газа. Поскольку целью данной работы является разработка метода лабораторного приготовления образцов гидрата возможно лучшего качества, далее по тексту указаны значения газосодержания характеризующие только отобранный образец, а не степень превращения в гидрат всей загруженной в камеру воды.

Нативную морфологию кристаллов получаемых газовых гидратов, фиксировали с помощью цифрового фотоаппарата Pentax K200D.

Газонасыщенность полученных гидратов (α) рассчитывали на основании измерений объемов выделяющегося газа при разложении известного количества навески гидрата, исходя из того, что теоретически в 1 л гидрата может содержаться 164 л газа [1, 8].

В результате проведенных исследований установлено, что морфология получаемых в статических условиях гидратов метана и уровень газонасыщенности получаемых образцов зависят как от типа воды, из которой гидрат синтезируется, так и от наличия/отсутствия внутри МК (рис. 1, 2).

Для образца, полученного из дистиллированной воды без использования МК видно (рис. 1а), что на поверхности образца имеется сетка из тонких «нитек» в виде иinea, а также белые точки. По-видимому, это вкрапленный в образовавшийся лед гидрат метана. Газонасыщенность отобранного из поверхности массива кусочка образца составила всего 7 %.

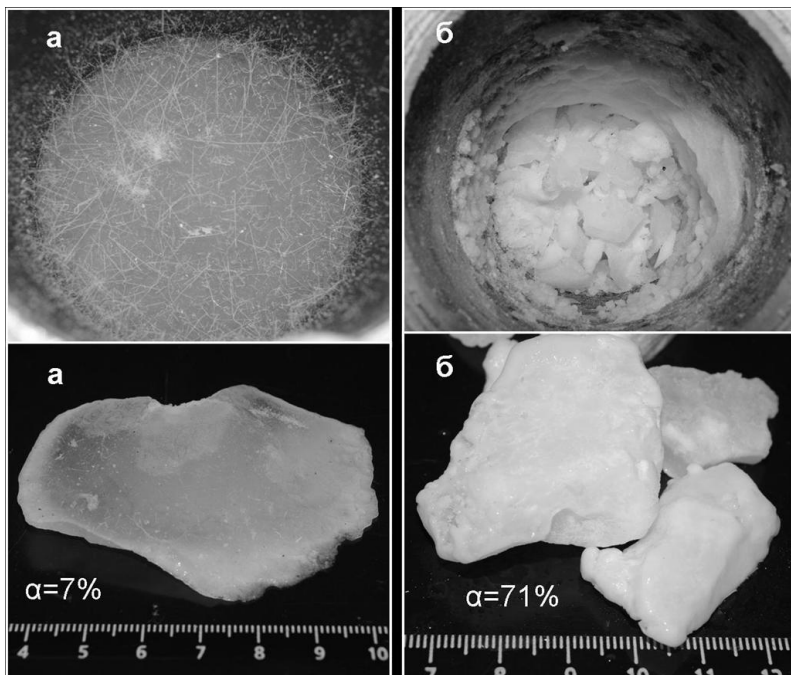


Рисунок 1. Фотографии синтетических гидратов метана, полученных в статических условиях из: а — дистиллированной воды, б — «вторичной» воды

На рис. 1б видно, что гидрат метана из «вторичной» воды (МК не использовалась) обильно образовался как в объеме камеры, так и на ее стенках. Так, гидрат метана, полученный в статических условиях из «вторичной» воды представлен морфологическими структурами в виде достаточно крупных (от 2 до 5 см), плотных, непрозрачных (белых) массивных кристаллических образцов с газонасыщенностью 71 %. Возможно, такие куски образовались при накоплении гидрата на стенке камеры при капиллярном подсосе воды и по мере достижения определенного размера отламывались и падали вниз.

В результате проведенных исследований показано, что введение в реактор дополнительной поверхности, увеличивающей поверхность контакта «вода-метан» в статических условиях позволяет повысить газосодержание гидрата метана. Так, газонасыщенность гидрата метана, полученного из дистиллированной воды, но в присутствии МК

составила 46 % (рис. 2а), что в 6 раз выше газонасыщенности гидрата метана из дистиллированной воды (рис. 1а). Видно, что искусственно полученный из дистиллированной воды гидрат метана с применением дополнительной металлической поверхности состоит из прозрачных пленок льда с многочисленными белыми включениями на их поверхностях (рис. 2а).

Гидрат метана, полученный из «вторичной» воды в присутствии МК (рис. 2б) с точки зрения морфологии сильно отличается от предыдущих образцов. Он занимает практически весь объем камеры, гидрат представлен в виде колонии радиально направленных перепутанных игольчатых кристаллов. Газосодержание отобранных в данном случае образцов составляло 93 % (рис. 2б). Можно отметить, что содержание гидрата метана в образце, полученном из «вторичной» воды в присутствии МК более чем в 13 раз выше, чем у гидрата метана, полученного из дистиллированной воды без использования МК.

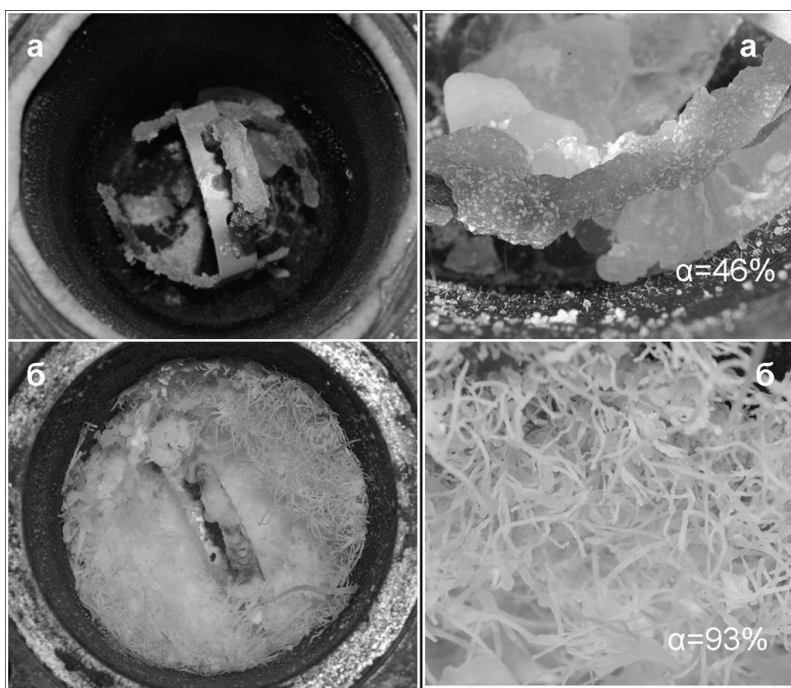


Рисунок 2. Фотографии синтетических гидратов метана, полученных в статических условиях в присутствии МК из:
а — дистиллированной воды, б — «вторичной» воды

Таким образом, для того, чтобы в лабораторных условиях получить гидрат метана с высокой газонасыщенностью в статических условиях предпочтительно использовать в качестве жидкой фазы «вторичную» воду в сочетании с дополнительной металлической поверхностью внутри камеры синтеза.

Список литературы:

1. Истомин В.А., Нестеров А.Н., Чувиллин Е.М., Квон В.Г., Решетников А.М., Разложение гидратов различных газов при температурах ниже 273 К // Газохимия, 2008. № 3. — С. 30—44.
2. Макогон Ю.Ф., Холдич С., Макогон Т.Ю. Кинетика и морфология вторичных кристаллов газовых гидратов // Газовая промышленность. Газовые гидраты (спецвыпуск). 2006. — С. 51—54.
3. Пат. РФ № 2415699, Установка для получения гидрата газа и устройство для его обезвоживания / Катох Юити (JP), Нагамори Сигеру (JP), Ивасаки Тору (JP), 10.05.2010.
4. Пат. РФ № 2166348, Устройство для получения газогидратов / Мельников В.П., Нестеров А.Н., Феклистов В.В. Бюл. № 13 от 10.05.2001.
5. Ступин Д.Ю., Маширов Ю.Г., Ким Н.А., Плющев Д.В. Исследование ингибирующего действия продукта прямого окисления метана кислородом воздуха на образование гидрата / Природные и техногенные газовые гидраты: Науч. тр. ООО «ВНИИГАЗ», 1990. — С. 74—84.
6. Якушев В.С., Квон В.Г., Герасимов Ю.А., Истомин В.А. Современное состояние газогидратных технологий. — М.: ООО «ИРЦ Газпром», 2008. — 88 с.
7. Якушев В.С. Диссертация на соискание ученой степени доктора геолого-минералогических наук. — М.: ООО «Газпром ВНИИГАЗ», 2009.
8. Якушев В.С. Природный газ и газовые гидраты в криолитозоне. — М.: ВНИИГАЗ, 2009. — 192 с.
9. Vysniauskas, A.; Bishnoi, P.R. A Kinetic Study of Methane Hydrate Formation // Chem. Eng. Sci., 1983. V. 38. — Pp. 1061—1072.

СЕКЦИЯ 9.

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ

ТЕХНОЛОГИЯ ПИВА БЕЗАЛКОГОЛЬНОГО С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭКСТРАКТОВ ИЗ РАСТЕНИЙ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО РЕГИОНА

Богоутдинова Александра Андреевна

*аспирант Дальневосточного государственного университета,
г. Владивосток*

E-mail: makarova0609@rambler.ru

Палагина Марина Всеволодовна

*д-р биол. наук,
профессор Дальневосточного государственного университета,
г. Владивосток*

E-mail: marina-palagina@yandex.ru

TECHNOLOGY OF NON-ALCOHOLIC BEER WITH USING EXTRACTS FROM PLANTS OF THE FAR EAST REGION

Alexandra Bogoutdinova

Post-graduate student of the Far Eastern state University, Vladivostok

Marina Palagina

*Doctor of biological science, Professor of the Far Eastern state University,
Vladivostok*

АННОТАЦИЯ

В работе обоснована и разработана технология новых сортов пива безалкогольного с добавлением экстрактов из растений

дальневосточного региона. На новые сорта пива разработана рецептура, изучены пищевая ценность, показатели безопасности и качества.

ABSTRACT

In the work is grounded and developed the technology of new varieties of non-alcoholic beer with the addition of the extracts from the plants of the far East region. The new sorts of beer was developed recipes, studied nutritional value, indicators of safety and quality.

Ключевые слова: технология; пиво безалкогольное; растительные экстракты.

Keywords: technology; non-alcoholic beer; plant extracts.

Политика Российской Федерации в последние несколько лет, направленная на ужесточение потребления населением алкоголь-содержащих напитков, дает возможность производителям увеличивать долю производства безалкогольных напитков, в том числе и безалкогольного пива [7, 14]. Пиво наиболее популярно и распространено во многих странах мира. Умеренное потребление этого напитка положительно влияет на процессы метаболизма в организме человека [2, 6]. Однако присутствие в пиве алкоголя ограничивает возможность употребления его отдельными категориями покупателей в силу их профессий, возраста или занятий [6, 9].

Использование плодово-ягодного сырья, продуктов его переработки и дикоросов позволяет обогатить продукт биологически активными веществами. Естественный комплекс биологически активных веществ из дикорастущих растений имеет существенные преимущества: благоприятное соотношение основных компонентов, которые взаимно дополняют и стабилизируют друг друга, основные пищевые вещества находятся в органически связанной, наиболее доступной и усвояемой форме [3, 4].

В связи с этим целью нашей работы явилась разработка технологии пива безалкогольного с использованием экстрактов из растений дальневосточного региона.

При разработке технологии пива безалкогольного было использовано традиционное сырье: солод пивоваренный ячменный светлый (ГОСТ 29294-92); хмель гранулированный ароматных сортов, тип 90 (ГОСТ 21947-76); пивоваренные дрожжи (рода *Saccharomyces cerevisiae* раса 34/70, Россия) первой регенерации; вода питьевая исправленная (СанПиН 2.1.4.1074-2002). Добавление функциональных добавок в пиво безалкогольное позволяет получить напиток

оздоравливающего действия. В работе использовали экстракты аралии (*Araliae elata*), солодки (*Radix Glycyrrhizae*) и калины (*Viburnum sargentii*), обладающие тонизирующим, гепатопротекторным, адаптогенным, антиоксидантным действиями на организм человека [4, 6, 13]. Данные дикоросы имеют концентрированные запасы и дают хорошие урожаи во многих районах региона, что обеспечивает их высокопродуктивный сбор [5]. Активными веществами аралиевых являются тритерпеновые гликозиды (аралозиды), обнаружены также флавоноиды, дубильные вещества, эфирные масла, полисахариды. В состав активных веществ солодки входят глицирризиновая кислота и флавоноиды. В состав полифенольных комплексов калины входят лейкоантоцианы, катехины, танины, лигнин, свободные аминокислоты, редуцирующие сахара, органические кислоты и другие.

Экстракты аралии и солодки получали методом мацерации. Условия экстрагирования и обоснование применяемых доз в технологии пива было описано нами ранее [11, 12, 13]. Экстракты калины использовали в виде препарата «Калифен» (свидетельство на товарный знак RU № 228327) любезно предоставленный авторами препарата — сотрудниками Тихоокеанского океанологического института ДВО РАН (г. Владивосток).

В приготовленных экстрактах исследовали содержание биологически активных компонентов. В экстрактах аралии проводили исследование аралозидов (сумма) и флавоноидов (таблица 1 и рисунок 1).

Таблица 1.

Количество аралозидов (сумма) и общее количество флавоноидов в ветвях аралии

Показатель	Ветви аралии
Аралозиды (сумма) (в мг/100 мл)	0,14
Флавоноиды (у.е.)	25,01

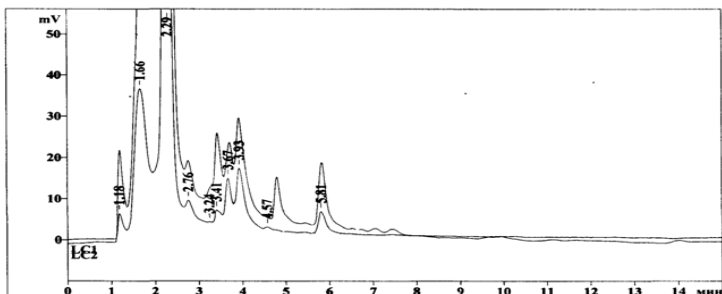


Рисунок 1. Хроматограмма экстракта полученного из ветвей аралии

Анализ хроматограммы экстракта из ветвей аралии показал, что исследованные образцы содержат значительное количество рутина и кверцетина (от 30,56 до 53,85 мг/100 мл), что соответствует 1—3 мл в пересчете на 500 мл готового напитка.

В полученных экстрактах солодки определяли количество глицирризиновой кислоты и общее количество флавоноидов (таблица 2 и рисунок 2).

Таблица 2.

Количество глицирризиновой кислоты и общее количество флавоноидов в экстрактах солодки

Показатель	Ед. изм.	Этанол 50 %
Глицирризиновая кислота	мг/100 мл	16
Флавоноиды	мг/100 мл	2,1

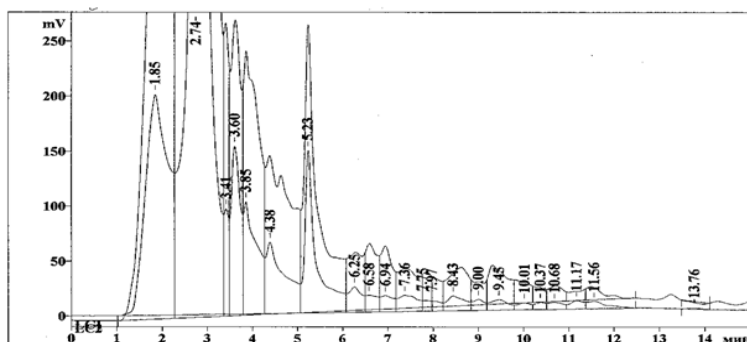


Рисунок 2. Хроматограмма флавоноидов экстракта корня солодки

Методом высокоэффективной жидкостной хроматографии показано, что флавоноиды корня солодки содержат халкон, флавонол, ликуразид, ликвиритозид, ликвиритин, изоликвиритин, неоликвиритин, кемпферол, уралозид, рутин и другие.

Полифенольные комплексы препарата «Калифен» представлены лейкоантоцианами, катехинами, танинами, лигнином, свободными аминокислотами, редуцирующими сахарами, органическими кислотами и другими органическими соединениями [8].

Исследовали физико-химические показатели и минеральный состав препарата «Калифен» (таблица 3).

Таблица 3.

Показатели препарата «Калифен»

Наименование показателя	Ед. изм.	Содержание в препарате «Калифен»
<i>Физико-химические показатели</i>		
Массовая доля экстрактивных веществ	мг/см ³	49 ± 4
Массовая доля общих полифенолов	мг/см ³	5 ± 0,3
Содержание титруемых кислот (в пересчете на лимонную кислоту)	%	13 ± 0,1
Массовая доля общей золы	%	0,78 ± 0,02
<i>Минеральный состав</i>		
Cl	мг/г	107,8
K	мг/г	2830,5
Na	мг/г	53
Mg	мг/г	399
Li	мг/г	33,3
Ca	мг/г	71,4

Экстрактивные вещества препарата «Калифен» составляют от 45 до 70 %, в основном представлены биофлавоноидами. Антиоксидантное действие препарата «Калифен» определяется высоким содержанием фенольных соединений и органических кислот.

При выборе технологии пива безалкогольного были исследованы известные методы его приготовления — вакуумное выпаривание, диализ, обратный осмос. Основным недостатком этих методов является дорогостоящее оборудование, неудовлетворительные органолептические показатели готового напитка [1]. Основой получения пива безалкогольного была выбрана технология прерванного брожения [10]. Также были проведены исследования введения растительных экстрактов в пиво безалкогольное на разных стадиях его пригот-

ления. Было показано, что оптимальной стадией введения растительных экстрактов в пиво является стадия дображивания [13].

На основании проведенных исследований были определены технологические параметры приготовления пива безалкогольного с растительными экстрактами и разработана техническая документация на новые сорта пива (Пиво «Безалкогольное особое» ТУ 9184-203-02067936-2010). На новые сорта пива безалкогольного разработана рецептура (таблица 4), выработаны опытные партии напитков в производственных условиях ООО «Дальневосточная пивоваренная компания», г. Владивосток.

Таблица 4.

Рецептура пива «Безалкогольное особое»

Наименование сырья	Пиво «Безалкогольное особое» с экстрактами аралии	Пиво «Безалкогольное особое» с экстрактами калины	Пиво «Безалкогольное особое» с экстрактами солодки
Солод ячменный светлый, кг	250	250	250
Хмель, кг	1,6	1,6	1,6
Хмелевой экстракт, кг	0,24	0,24	0,24
Дрожжи, л	10	10	10
Экстракты аралии, л	140	—	—
Препарат «Калифен», л	—	100	—
Экстракт солодки, л	—	—	100

Приготовленные напитки оценивали по органолептическим показателям (рисунок 3). Вкус пива безалкогольного с экстрактами аралии, солодки и калины был пивной с выраженной хмелевой горечью, свойственный сырью, с оригинальным, сладковатым, древесным привкусом, не меняющим общей вкусовой картины пива. Цвет — соломенно-желтый, внешний вид — прозрачный с незначительной опалесценцией. В пиве был отмечен легкий оригинальный древесный аромат.

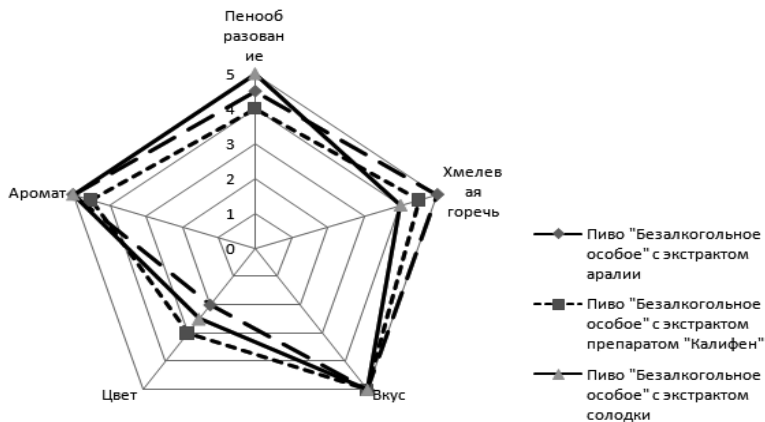


Рисунок 3. Органолептическая оценка новых сортов пива «Безалкогольное особое» ТУ 9184-203-02067936-2010

При оценке качества и пищевой ценности пива безалкогольного показано его соответствие требованиям ТУ 9184-203-02067936-2010 «Пиво «Безалкогольное особое» (таблица 4). По показателям безопасности новые напитки соответствовали нормам СанПиН 2.3.2.1078-01. На новые сорта пива безалкогольного установлен срок годности — 8 суток при температуре от 5 до 12⁰С.

Таблица 4.

**Показатели качества и пищевой ценности новых сортов пива
«Безалкогольное особое»**

Наименование показателя	Пиво «Безалкогольное особое» с экстрактом аралии	Пиво «Безалкогольное особое» с препаратом «Калифен»	Пиво «Безалкогольное особое» с экстрактом солодки	Показатели согласно ТУ 9184-203-02067936-2010
<i>Физико-химические показатели</i>				
Содержание спирта, % не более	0,5	0,5	0,4	Не более 0,5
Экстрактивность начального сусле, %	6,0	6,0	6,5	6,0 ± 0,5 %
Кислотность, к. ед., не более	1,9	2,1	2,5	1,9—3,0
Двуокись углерода, %, не менее	0,4	0,4	0,4	0,4
Цвет, ц. ед.	1,5	2,0	1,4	0,2—2,5
Прогнозируемая стойкость, сут., не менее	8	8	8	8
Высота пены, мм, не менее	20	20	20	20
Пеностойкость, мин.	4	3	4	2
<i>Пищевая ценность</i>				
Общее содержание белка, мг/100 мл	25,9	25,9	25,9	25,9
Углеводы, мг/100 мл	4,8	4,8	4,8	4,8
Калорийность ккал/ 100 мл	27,5	27,5	27,5	27,5

Содержание биологически активных компонентов (глицирризиновая кислота, аралозиды, полифенольные комплексы) в пиве «Безалкогольное особое» с растительными экстрактами показано методами качественного анализа. Основанием для разработки функциональных напитков с использованием экстрактов из растений дальневосточного региона служит содержание биологически активных

веществ, обеспечивающих адаптационное, антиоксидантное и тонизирующее действие на организм человека. Предположительно, в ближайшее время именно такие напитки займут свое место на рынке и станут оригинальными и полезными для здоровья аналогами традиционного пива.

Список литературы:

1. Богоутдинова А.А. Получение пива безалкогольного с экстрактами солодки термическим методом / А.А. Богоутдинова, М.В. Палагина // Материалы VII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Качество продукции, технологий и образования» — Магнитогорск: МиниТип, 2012. — С. 446—449.
2. Васнева, И.К. Здоровое питание в борьбе со стрессом в современной жизни студентов/ И.К. Васнева, О.Е. Бакуменко // Пищевая промышленность. — 2009. — № 7. — С. 50—51.
3. Гасанова, Е.С. Сравнительная характеристика физико-химических особенностей экстрактов и сиропов из нетрадиционного растительного сырья / Е.С. Гасанова, С.Г. Шереметова, К.К. Полянский // Пиво и напитки. — 2009. — № 2. — С. 34—35.
4. Евдокимова, О.В. Внедрение функциональных пищевых продуктов на потребительский рынок / О.В. Евдокимова // Пищевая промышленность. — 2009. — № 4. — С. 40—42.
5. Зориков, П.С. Основные лекарственные растения Приморского края / П.С. Зориков. — Владивосток : Дальнаука, 2004. — 184 с.
6. Ильина, Е.В. Влияние безалкогольного пива на здоровье человека / Е.Е. Ильина, И.Л. Славская, С.Ю. Макаров // Пиво и напитки. — 2010. — № 6. — С. 48—49.
7. Колончин, К.В. Состояние и перспективы развития отраслей пищевой промышленности / К.В. Колончин // Пиво и напитки. — 2009. — № 1. — С. 4—7.
8. Кушнерова, Н.Ф. Растительные комплексы полифенолов — необходимые компоненты питания при проживании в экологически неблагоприятных регионах / Н.Ф. Кушнерова, В.Г. Спрыгин, Б.Б. Гребнев // V Международный съезд «Актуальные проблемы создания новых лекарственных препаратов природного происхождения». Санкт-Петербург — Петродворец, 5—7 июля 2001 г.: Материалы съезда. СПб., 2001. С. 413—415.
9. Моргунова, Е.М. Технология темного безалкогольного пива / Е.М. Моргунова, Г.И. Косминский, Ю.С. Назарова, Н.А. Шелегова, Д.В. Купчин. // Пиво и напитки. — 2009. — № 2. — С. 23—27.
10. Оганнисян, В.Г. Безалкогольное пиво и технологии его получения / В.Г. Оганнисян // Пиво и напитки. 2007. № 6. С. 19—23.

11. Палагина М.В. Использование корней солодки в производстве функциональных напитков / М.В. Палагина, Я.В. Дубняк, А.А. Макарова // Пиво и напитки. — 2010. — № 3. — С. 20—21.
12. Палагина, М.В. Новые сорта безалкогольного пива с добавлением экстрактов из дальневосточных дикоросов / М.В. Палагина, А.А. Макарова, Т.В. Момот // Пиво и напитки. — 2011. — № 3. — С. 26—27.
13. Палагина, М.В. Разработка технологии новых сортов пива специального с добавлением растительных экстрактов / М.В. Палагина, А.Г. Зимба, А.А. Макарова // Пиво и напитки. — 2010. — № 4. — С. 30—32.
14. Славская, И.Л. Обзор рынка безалкогольного пива / И.Л. Славская, С.Ю. Макаров, Е.В. Ильина // Пиво и напитки. — 2010. — № 2. — С. 4—6.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АДАПТОГЕНА РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Смертина Елена Семёновна

*канд. техн. наук, доцент ДВФУ,
г. Владивосток*

E-mail: smertina-lena@mail.ru

Федянина Людмила Николаевна

*д-р. мед. наук, профессор ДВФУ,
г. Владивосток*

E-mail: fedyanina52@mail.ru

Зинатуллина Кристина Фанидовна

*аспирант, ДВФУ,
г. Владивосток*

E-mail: stenechka-90@yandex.ru

Лях Владимир Алексеевич

*аспирант, ДВФУ,
г. Владивосток*

E-mail: lyah_v@bk.ru

EFFICIENCY OF THE USE ADAPTOGENA VEGETABLE ORIGIN AT PRODUCTION HLEBOBULOCHNYH PRODUCT

Elena Smertina

*Candidate of technical science, assistant professor
of Far East federal university, Vladivostok*

Lyudmila Fedyanina

*Doctor of medical science, professor of Far East federal university,
Vladivostok*

Christina Zinatyllina

Graduate student at the Far East federal university, Vladivostok

Vladimir Lyah

Graduate student at the Far East federal university, Vladivostok

АННОТАЦИЯ

Показана возможность использования адаптогена растительного происхождения — эхинацеи пурпурной, в технологии производства хлебобулочных изделий. Изучено влияние вносимого адаптогена на качество основного сырья, проведена товароведная оценка разработанных хлебов, доказаны заданные функциональные свойства продукта.

ABSTRACT

The possibility of using adaptogena vegetable origin - *Echinacea purpurea*, in the production technology of baked goods. The effect of introduced adaptogenov on the quality of basic raw materials, held tovarovednaya score developed by bread, proved given functional characteristic of the product.

Ключевые слова: адаптоген растительного происхождения; функциональное изделие; эхинацея пурпурная; хлеб; клейковина; качество.

Keywords: adaptogen vegetable origin; functional product; *Echinacea purpurea*; bread; gluten; quality.

С возрастом количество болезней у большинства людей, как правило, увеличивается. Наиболее распространенные среди них — снижение иммунитета, жизненной активности и преждевременное старение людей. Это и определило для нас задачу, которая включает

в себя разработку функциональных хлебобулочных изделий адаптогенного назначения, призванных содействовать уменьшению заболеваний, замедлению процесса старения, продлению способности трудиться. Решить проблему замедления возрастных изменений на клеточном уровне, повысить адаптивно — восстановительный потенциал организма можно методом подбора и включения в рацион питания специальных ингредиентов [4]. Адаптогены — группа биологически активных веществ различного происхождения, которые оказывают тонизирующее влияние на организм, стимулируют центральную нервную систему, повышают выносливость и сопротивляемость организма к вредным воздействиям [5]. Одним из растений, сочетающих в себе иммуномодулирующие, противовоспалительные, противовирусные, тонизирующие свойства, является эхинацея пурпурная (*Echinacea purpurea*). Ведущей группой биологически активных соединений (БАС) травы эхинацеи являются цикориевая кислота и полисахариды, обуславливающие иммуномодулирующую и противовирусную активность препаратов на основе сырья данного растения [1].

Хлебобулочные изделия являются продуктами повседневного потребления, причем, как свидетельствует статистика, Россия занимает ведущее место в мире по среднелюдскому потреблению этих продуктов. Вполне очевидно, что создание широкого ассортимента новых продуктов, имеющих лечебно — профилактическую направленность — задача важная и актуальная [3].

Все вышесказанное и определило цель нашей работы — обоснование возможности и целесообразности применения эхинацеи пурпурной в технологии производства хлебобулочных изделий функционального назначения.

В работе были использованы стандартные методы исследования: газообразующей способности муки, качества и массовой доли сырой клейковины, количества дрожжевых клеток в 1 грамме теста, подъемной силы дрожжей, а также органолептические и физико-химические показатели качества готового продукта — хлеба. Кроме того, на модели *in vivo* изучено стресс-протективное действие функционального продукта: на поведении животных, прибавки массы тела, двигательной активности.

Исследования проводились в условиях лаборатории товароведения продовольственных товаров из растительного и животного сырья и в лаборатории физико-химических исследований и радиологии инновационно — технологического центра Школы экономики и менеджмента Дальневосточного федерального университета.

С целью подбора дозировок, исходя из рекомендуемых уровней потребления пищевых и биологически активных веществ [2] были проведены пробные выпечки пшенично - ржаного хлеба. Новый вид хлебобулочного изделия получил название «Иммуноцин».

При подборе исследуемых дозировок эхинацеи пурпурной было установлено, что дозировка 0,02 % эхинацеи пурпурной к массе пшеничной муки обеспечивает суточную норму потребления цикориевой кислоты на 100 % при употреблении 100 граммов продукта, но дозировки превышающие концентрацию 0,003 % ухудшают сенсорное восприятие продукта, исходя из этого авторами были взяты концентрации эхинацеи пурпурной в количестве от 0,0015 % до 0,003 % к массе пшеничной муки, что обеспечивает суточную норму потребления цикориевой кислоты на 7,5—15 % при употреблении 100 грамм продукта.

На следующем этапе определили влияние эхинацеи пурпурной на качество сырья. Установлено, что в выбранных концентрациях количество сырой клейковины по сравнению с контрольным образцом (без внесения эхинацеи) увеличилось на 1,5%—19,0 %; наблюдалось увеличение растяжимости клейковины — максимальный расслабляющий эффект на клейковину наблюдали при добавлении эхинацеи пурпурной в количестве 0,003 % от массы пшеничной муки. Экспериментально доказано, что эхинацея пурпурная оказывает стимулирующее действие на жизнедеятельность хлебопекарных дрожжей (по показателям бродильная активность и подъемная сила).

Для выяснения влияния эхинацеи пурпурной на качество готовых изделий провели пробные выпечки подового хлеба их смеси пшеничной и ржаной муки. Добавление эхинацеи оказало положительное влияние на органолептические показатели подового хлеба — хлеб имел пышную форму, мелкую и равномерную пористость, с приятным послевкусием эхинацеи пурпурной. Контрольный образец хлеба был оценен на 80,9 балла (по 100 балльной органолептической шкале), что соответствует категории качества «хороший»; образцы подового хлеба с добавлением эхинацеи пурпурной соответствовали категории качества «отлично», за исключением образца с максимальной концентрацией, который был отнесен к категории качества «хороший». Установлено, что по сравнению с контрольным образцом удельный объем подового хлеба «Иммуноцин» увеличился на 38 %, пористость повысилась на 16,4 %, формоустойчивость улучшилась на 18,2 %.

Согласно новым требованиям к функциональным продуктам (ГОСТ Р 52349 — 2005) и маркировке (ГОСТ Р 54059 — 2010) были

проведены медико — биологические исследования и доказаны функциональные свойства хлебобулочного изделия «Иммуноцин». Таким образом, хлеб пшенично — ржаной «Иммуноцин» обладает иммуномодулирующей, противовоспалительной и противовирусной активностью, рекомендуется как для повседневного употребления, так и для диетического питания, в том числе для профилактики заболеваний печени. На хлеб пшенично — ржаной «Иммуноцин» разработана нормативная документация и подана заявка на изобретение. Все выше сказанное позволяет говорить об эхинацеи пурпурной как о ценном сырье для хлебобулочного производства.

Список литературы:

1. Куркин В.А. Фармакогнозия: учебник для студентов фармацевтических вузов. Изд. 2-е, перераб. и доп. — Самара, 2007. — 1239 с.
2. Рекомендуемые уровни потребления пищевых и биологически активных веществ: Методические рекомендации. — М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004 — 26 с.
3. Смертина Е.С., Федянина Л.Н., Зинатуллина К.Ф., Лях В.А. Инновационные подходы использования гидробιονтов растительного происхождения в хлебопечении / Материалы XI международной заочной научно — практической конференции. Часть I. (15 августа 2012 г.). — Новосибирск: Изд. «Сибирская ассоциация консультантов», 2012. — С. 53 — 57.
4. Тутельян В.А. Государственная политика здорового питания населения: задачи и пути реализации на региональном уровне: учеб. пособие. М., 2008. — 257 с.
5. Шабанов П.Д. Адаптогены и антигипоксантаы // Обзоры по клинической фармакологии и лекарственной терапии. — 2003. — № 3. — Т. 2. — С. 50—81.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИРОПОВ ИЗ ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫХ РАСТЕНИЙ И ПРИРОДНОЙ МИНЕРАЛЬНОЙ ВОДЫ В ПРОИЗВОДСТВЕ КВАСОВ

Исаенко Елена Александровна

*аспирант кафедры Товароведения и экспертизы товаров
Школы экономики и менеджмента
Дальневосточного федерального университета,
г. Владивосток
E-mail: chopik66@mail.ru*

Палагина Марина Всеволодовна

*профессор, д-р биол. наук,
профессор кафедры Товароведения и экспертизы товаров
Школы экономики и менеджмента
Дальневосточного федерального университета,
г. Владивосток
E-mail: marina-palagina@yandex.ru*

USE OF SYRUPS FROM FAR EAST PLANTS AND NATURAL MINERAL WATER IN PRODUCTION OF KVAISS

Elena Isayenko

*Graduate student of chair of Merchandizing and examination of goods
of School of economy and management of Far East federal university,
Vladivostok*

Marina Palagina

*Professor, Dr.Sci.Biol. of chair of Merchandizing and examination of goods
of School of economy and management of Far East federal university?
Vladivostok*

АННОТАЦИЯ

Исследование посвящено обоснованию рецептуры новых натуральных квасов с повышенным содержанием витаминов и минеральных веществ. В качестве жидкой основы использована природная минеральная вода Шамаковского месторождения Приморского края (Россия). Квас готовили с применением концентрата квасного сусла, сиропов

из дальневосточных дикорастущих ягод (калины, лимонника, брусники и шиповника) и углекислого газа. Благодаря сиропам новые квасы обогащены витаминами в физиологически значимых дозах.

ABSTRACT

Research is devoted to justification of a compounding of new natural kvass with the raised content of vitamins and mineral substances. As a liquid basis natural mineral water of the Shmakovsky field of Primorsky Krai (Russia) is used. Kvass prepared with application of a concentrate of a kvass mash, Far East wild-growing berries syrups (a guelder-rose, a magnolia vine, cowberry and a dogrose) and carbon dioxide. Thanks to syrups new kvass is enriched with vitamins in physiologically significant doses.

Ключевые слова: квасы; сиропы; минеральная вода; дикоросы.

Keywords: kvass; syrups; mineral water; wild plants.

В настоящее время во всем мире возрастает спрос на продукты питания и напитки, при изготовлении которых используются натуральные ингредиенты. В связи с этим производители, желая укрепить свои позиции на рынке, делают акцент на качество и натуральность выпускаемой продукции. В России к таким продуктам относится квас натурального брожения (ГОСТ Р 51074-97) [2, с. 16].

Большинство производителей выпускают хлебные квасы на основе предварительно изготовленного концентрата квасного сула (ККС), закваски, а также других вспомогательных продуктов, вводимых для получения квасов с различными органолептическими свойствами и повышенной пищевой ценностью. Преимуществом использования ККС является снижение времени и трудозатрат на производство квасов, а также постоянство органолептических и физико-химических свойств конечного продукта [1, с. 26; 6, с. 21].

Для расширения ассортимента выпускаемых квасов и повышения пищевой ценности, в них можно вводить натуральные растительные компоненты, в том числе продукты переработки плодово-ягодного сырья, например таких, как сиропы из дальневосточных дикоросов. Внесение в состав квасов сиропов из дальневосточных дикоросов позволяет повысить пищевую ценность этих напитков до уровня, отвечающего требованиям функциональных продуктов, содержащих функциональные ингредиенты — витамины С и Р [4, с. 41; 5, с. 68].

Цель данной работы — расширение ассортимента натуральных квасов с повышенным содержанием витаминов и минеральных

веществ за счет использования сиропов из дальневосточных дикоросов и природной минеральной воды.

Для приготовления новых сортов квасов применяли природную минеральную воду «Успеновская» Шмаковского месторождения Приморского края России, концентрат квасного суслу, ягодные сиропы и вспомогательные вещества (диоксид углерода). Природная минеральная вода Шмаковского месторождения «Успеновская», добываемая из скважины № 25022, находящейся на юго-западной окраине п. Кировский Кировского района Приморского края, является питьевой столовой водой (ТУ 9185-001-13738109-08), относится к группе пресных гидрокарбонатных натриево-магниево-кальциевых нейтральных слабощелочных природных вод. По показателям качества и безопасности вода минеральная питьевая столовая «Успеновская» соответствует «Единым санитарно-эпидемиологическим и гигиеническим требованиям к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору», представляет собой прозрачную жидкость, без посторонних включений, бесцветную или с оттенком от желтоватого до зеленоватого цвета, с характерным для комплекса растворенных в воде веществ вкусом и запахом. Минеральный состав воды «Успеновская» (по состоянию на декабрь 2011 года) представлен в табл. 1.

Таблица 1.

**Минеральный состав природной минеральной воды
«Успеновской»**

Показатель	Содержание, мг/дм³
Гидрокарбонаты (HCO_3^-)	320
Хлориды (Cl^-)	7,0
Сульфаты (SO_4^{2-})	3,9
Натрий (Na^+)	18,1
Калий (K^+)	2,95
Кальций (Ca^{2+})	37,5
Магний (Mg^{2+})	18,80
Общая минерализация	431,5

Концентрат квасного суслу готовили путем затирания ржаных зернопродуктов, последующего упаривания в вакуум-аппарате и последующей стерилизации. Готовый ККС выглядел как вязкая

густая темно-коричневая жидкость кисло-сладкого вкуса с ароматом ржаного хлеба (ГОСТ 28538-90). Хранили ККС в герметичной стеклянной таре до 6 мес. при температуре 3...9°C. Сиропы готовили из произрастающих в южных районах Приморского края России плодов и ягод: шиповника даурского (*Rosa dauurica*), брусники обыкновенной (*Vaccinium vitis idaea*), лимонника китайского (*Schizandra chinensis*) и калины Саржента (*Viburnum sargentii*) [4, с. 40]. В сиропах были определены биологически активные вещества — витамины С и Р, общее содержание флавоноидов (табл. 2).

Таблица 2.

Содержание биологически активных веществ в ягодных сиропах

Сироп	Содержание биологически активных веществ, мг/100 г		
	Витамин С	Витамин Р	Суммарное содержание флавоноидов
Из брусники	54,4	0,10	0,22
Из калины	43,4	0,06	0,15
Из лимонника	26,0	0,02	0,16
Из шиповника	223,8	0,43	2,39

На основе ККС и сиропов были приготовлены опытные партии квасов, в которых минеральная вода «Успеновская» служила жидкой основой напитков. Готовые квасы насыщали углекислым газом до требуемой концентрации (0,3 %), хранили напитки до 7 суток.

Проведенный физико-химический анализ показал, что полученные новые квасы отвечали стандартным требованиям данной группы продуктов (ГОСТ Р 51074-97); микробиологические показатели, содержание токсичных элементов и радионуклидов квасов соответствовали требованиям СанПиН 2.3.2.1078 (пункт 1.8.6). Серия квасов на минеральной воде «Успеновская» с сиропами из ягод дальневосточных дикоросов получила высокие дегустационные оценки. В результате дегустационного анализа опытных образцов были установлены следующие характеристики:

- квас на минеральной воде с сиропом из брусники — однородная непрозрачная жидкость коричневого цвета с рубиновым оттенком, с насыщенным кисло-сладким, ржаным вкусом и легким ягодным послевкусием, с преобладанием приятного аромата ржаного хлеба;
- квас на минеральной воде с сиропом из калины — однородная непрозрачная жидкость насыщенного коричнево-красного

цвета, с кисло-сладким, ржаным вкусом, в букете присутствовало легкое ягодное послевкусие, запах ржаного хлеба;

- квас на минеральной воде с сиропом из лимонника — однородная непрозрачная жидкость коричневого цвета с рубиновым оттенком, с насыщенным кисло-сладким, ржаным вкусом и ягодным послевкусием, с ароматом и вкусом лимонника, с выраженным приятным ароматом ржаного хлеба;

- квас на минеральной воде с сиропом из шиповника — однородная непрозрачная жидкость насыщенного темно-коричневого цвета, со сладко-кислым, ржаным вкусом, в букете присутствовало легкое ягодное послевкусие шиповника, с ярко выраженным запахом ржаного хлеба.

При исследовании биологически активных веществ квасов было показано, что они характеризуются достаточно высоким уровнем витаминов С и Р (табл. 3), а также повышенным содержанием минеральных веществ — кальция, магния, натрия и калия.

Таблица 3.

Содержание биологически активных веществ в квасах

Квас с сиропом	Содержание витамина С, мг/100 г	Содержание витамина С, мг/100 г от суточной потребности	Содержание витамина Р, мг/100 г
Из брусники	9,8	19,6	0,043
Из калины	4,6	9,2	0,024
Из лимонника	2,6	5,2	0,010
Из шиповника	24,8	49,6	0,185

Квасы на минеральной воде с сиропами из ягод дальневосточных дикоросов имеют новые органолептические характеристики и обладают свойствами функциональных продуктов [3, с. 4]. Отнесение квасов к функциональным продуктам питания правомочно, поскольку они отвечают требованиям ГОСТ Р 52409-2005. Благодаря использованию в качестве водной основы природной минеральной воды Шмаковского месторождения и добавкам в виде ягодных сиропов новые квасы обогащены функциональными ингредиентами в физиологически значимых дозах. Витамины С и Р, а также минеральные вещества — кальций, магний, натрий, калий имеют высокую метаболическую значимость, способны корректировать и предупреждать нарушения функционирования организма [7, с. 15].

Таким образом, использование сиропов из дальневосточных растений и природной минеральной воды в производстве квасов позволяет расширить ассортимент натуральных экологически чистых продуктов, имеющих естественное происхождение, и за счет нового качественного состава создать напитки, обладающие новыми органолептическими свойствами и относящиеся к функциональным продуктам питания.

Список литературы:

1. Киселева, Т.Ф. Анализ российского потребительского рынка кваса / Т.Ф. Киселева, В.А. Помозова, А.Р. Часовщиков // Пиво и напитки. — 2011. — №3. — С. 16—22.
2. Исаева, В.С. Современные аспекты производства кваса. М.; ООО «МИЦ «Пиво и напитки XXI век», 2010. — 304 с.
3. Помозова, В.А. Производство кваса и безалкогольных напитков: учеб. пособие. СПб: ГИОРД, 2006. — 192 с.
4. Палагина, М.В. Влияние продуктов переработки дикоросов на качественные показатели квасов / М.В. Палагина, Е.А. Исаенко, А.А. Набокова // Пиво и напитки. — 2011. № 1. — С. 40—41.
5. Палагина, М.В. Новые квасы с использованием сиропов из дальневосточных дикоросов // Вестник ТГЭУ. — 2011. — № 4. — С. 65—68.
6. Киселева, Т.Ф. Концептуальный подход к разработке функциональных напитков брожения// Пиво и напитки. — 2006. — № 3. — С. 4—5.
7. Спиричев, В.Б. Обогащение пищевых продуктов витаминами и минеральными веществами. Наука и технология / В.Б. Спиричев, Л.Н. Шатнюк, В.М. Позняковский. — Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2004. — 548 с.

**ПЕРСПЕКТИВА ПРИМЕНЕНИЯ
ГИДРОБИОНТОВ
ЖИВОТНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ
СОВМЕСТНО С ЗЕРНОВЫМИ КУЛЬТУРАМИ
ДЛЯ СОЗДАНИЯ ПРОДУКТОВ
ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ**

Гриценко Владимир Владимирович

*канд. техн. наук,
доцент Дальневосточного федерального университета,
Школа биомедицины,
г. Владивосток
E-mail: vyg@yandex.ru*

Лях Владимир Алексеевич

*аспирант,
ассистент Дальневосточного федерального университета,
Школы биомедицины,
г. Владивосток
E-mail: lyah_v@bk.ru*

Кравченко Марина Владимировна

*аспирант,
ассистент Дальневосточного федерального университета,
Школа биомедицины,
г. Владивосток
E-mail: zarco@list.ru*

Бубнова Юлия Евгеньевна

*студент Дальневосточного федерального университета,
Школа биомедицины,
г. Владивосток
E-mail: landscape-uliya7@mail.ru*

PERSPECTIVE OF USING OF HYDROBIONTS OF ANIMAL ORIGIN WITH GRAIN CROPS TO CREATE PRODUCTS OF FUNCTIONAL ORIENTATION

Vladimir Grischenko

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of Far East Federal University School of Biomedicine, Vladivostok

Vladimir Lyakh

Postgraduate student, assistant of Far East Federal University School of Biomedicine, Vladivostok

Marina Kravchenko

Postgraduate student, assistant of Far East Federal University School of Biomedicine, Vladivostok

Uliya Bubnova

Student of Far East Federal University School of Biomedicine, Vladivostok

АННОТАЦИЯ

Целью исследования явилась разработка функционального продукта на основе водомасляных эмульсий (спред) с использованием растительных ингредиентов наземного происхождения — риса региона Юго-Восточной Азии и дальневосточных гидробионтов — креветки северной.

ABSTRACT

The aim of the study was to designing of functional product based on water-oil emulsions (spread) with the using of herbal ingredients terrestrial origin — rice of the South-East Asian and hydrobionts of Far-East — Northern shrimp.

Ключевые слова: водомасляная эмульсия; спред; рис «Кровь дракона»; креветка северная; функциональная направленность.

Keywords: oil-water emulsion; spread; rice «Blood of Dragon»; Northern shrimp; functional orientation.

Мировые тенденции в области питания связаны с созданием функциональных продуктов, способствующих улучшению здоровья при их ежедневном употреблении. К функциональным компонентам,

входящим в состав таких продуктов, относятся витамины, пищевые волокна, минеральные вещества, микроэлементы, бифидобактерии, антиоксиданты, олигосахариды, полиненасыщенные жиры. Одним из важнейших направлений создания новых функциональных продуктов питания является использование в их разработке полиненасыщенных жирных кислот.

Функциональный пищевой продукт — специальный пищевой продукт, предназначенный для систематического употребления в составе пищевых рационов всеми возрастными группами здорового населения, обладающий научно обоснованными и подтвержденными свойствами, снижающий риск развития заболеваний, связанных с питанием, предотвращающий дефицит или восполняющий имеющийся в организме человека дефицит питательных веществ, сохраняющий и улучшающий здоровье за счет наличия в его составе функциональных пищевых ингредиентов [1].

Биологическая ценность новых функциональных продуктов питания связана с наличием в их составе полиненасыщенных эссенциальных жирных кислот, фосфолипидов, липовитаминов, минеральных веществ.

Согласно требованиям нормативной документации, действующей в Российской Федерации, продукты питания относятся к функциональным, если при их приеме появляется позитивный эффект на ту или иную ключевую функцию человека и проведен ряд исследований, подтверждающих этот результат [5].

Пищевые ингредиенты широко используются для обогащения традиционных продуктов питания (молочные и хлебобулочные изделия, напитки, сухие завтраки, растительные масла и спреды) с целью придания им функциональных свойств [4].

Целью исследования явилась разработка функционального продукта на основе водомасляных эмульсий (спред) с использованием растительных ингредиентов наземного происхождения — риса региона Юго-Восточной Азии и дальневосточных гидробионтов — креветки северной.

Спреды богаты полиненасыщенными жирными кислотами (витамин F), полезными для здоровья за счет содержания высококачественных растительных масел (чего нет в сливочных маслах). Спред и может быть и есть продукт здорового питания, отвечающий самым современным требованиям науки о гигиене питания, отличается высокими потребительскими свойствами и именно на этом основании составляет достойную и честную

конкуренцию сливочному маслу из коровьего молока. Усвояемость данных продуктов высокая и составляет до 95 %.

Физиологическая ценность данных продуктов связана с благоприятным влиянием на деятельность желудочно-кишечного тракта и обменные процессы в организме человека. Спреды прежде всего рекомендованы для диетического питания и питания в целях профилактики. Данный продукт имеет сбалансированный состав; кроме молочных жиров в него входят и растительные, а они включают в себя полиненасыщенные жирные кислоты (линолевая, линоленовая, арахидовая), которые благоприятно влияют на наш организм. Помимо этого, спреды подразделяются на высоко- средне- и низкожирные группы, последние могут иметь всего лишь 35 % жирности. Данная работа направлена на обогащение спредов компонентами, оказывающими положительное воздействие на здоровье.

В качестве сырья для производства функциональных продуктов питания рассматривается северный чилим (креветка северная) — *Pandalus borealis* — распространенный на севере Дальнего востока. Он является видом холодноводных креветок. Это мелкий вид, являющийся наиболее ценным, т. к. содержит наибольшее количество полезных веществ (астаксантин, витамины, ферменты и гормоны; кальций, калий, магний, марганец, медь, молибден, фосфор, железо, аминокислоты: лейцин, лизин, аспарагиновая и глутаминовая кислоты, глицин,). Данный моллюск является одним из компонентов, взятых в основу создания спреда функционального назначения [3].

Сорт риса «Кровь дракона» произрастает на юго-востоке Вьетнама. Данный рис благотворно влияет на сердечнососудистую систему, находящиеся в рисе «Кровь дракона» антиоксиданты помогают бороться со свободными радикалами и замедляют процессы старения. Содержит большое количество сложных углеводов, 8 % белка, витамины. Обнаруженный в рисе лецитин способствует активной мозговой деятельности, гамма-аминомасляная кислота стабилизирует кровяное давление, а содержащийся в этом злаке олигосахарид восстанавливает кишечник. Присутствующие в рисе селен и калий, нейтрализуют действие солей. В рисе полностью отсутствует глютен, способный вызывать нежелательные аллергические реакции у некоторых людей.

В морских гидробионтах и рисе содержится высокое количество полиненасыщенных жирных кислот, обладающих высокой биологической активностью, противовоспалительным эффектом, оказывающих гиполипидемическое действие. Эти вещества позволяют

улучшить работу иммунной системы и клеток мозга, поддерживают стабильное эмоциональное состояние.

Таким образом, принимая во внимание функциональные свойства креветки северной и риса «Кровь дракона», можно сделать вывод о том, что данные компоненты могут быть использованы для разработки новых видов спредов, которые позволят расширить ассортимент продуктов питания функциональной направленности и могут быть рекомендованы для профилактики и лечения атрофии мышц и потери веса за счет своей биологической ценности.

Список литературы:

1. ГОСТ Р 52349-2005. Национальный стандарт Российской Федерации. Продукты пищевые. Продукты пищевые функциональные. Термины и определения. — введ. 01.06.07. — М.: Изд-во стандартов, 2006 — 8 с.
2. ГОСТ Р 54059-2010. Национальный стандарт Российской Федерации. Продукты пищевые функциональные. Ингредиенты пищевые функциональные. Классификация и общие требования. — Введ. 01.01.12. — М.: Стандартинформ, 2011 — 8 с.
3. Разработка продуктов функционального продукта питания на высокотехнологических производствах с использованием ферментативно-модифицированной креветочной биомассы. Барабаш Л.Ю., Кравченко М.В., Каленик Т.К. // Сборник тезисов конференции «День науки-2012 ДВФУ»
4. Schaafsma G., Korstanje R. The Functional Drinks Prophecy // *World Food Ingredients*, 2004, March, 44—48.
5. Verschuren P.M. Functional Foods: Scientific and Global Perspectives (Summary Report) // *British J. Nutrition*. 2002, v. 88, Suppl.2, 125—130.

**ОБОСНОВАНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
АКТИВНЫХ СУХИХ ДРОЖЖЕЙ
SACCHAROMYCES CEREVISIAE
В ТЕХНОЛОГИИ ПЛОДОВЫХ
ВИНОМАТЕРИАЛОВ ИЗ ЧЕРНОЙ СМОРОДИНЫ**

Ширшова Анастасия Александровна

аспирант ФГАОУ ВПО ДВФУ,

г. Владивосток

E-mail: anastasiya_1987@inbox.ru

Палагина Марина Всеволодовна

д-р биол. наук, профессор ФГАОУ ВПО ДВФУ,

г. Владивосток

**SUBSTANTIATION OF USING ACTIVE
DRY YEAST SACCHAROMYCES CEREVISIAE
BY TECHNOLOGY OF FRUIT WINE
FROM BLACK CURRANT**

Anastasiya Shirshova

graduate student FGAOU VPO DVFU, Vladivostok

Marina Palagina

d.b.s., Professor FGAOU VPO DVFU, Vladivostok

АННОТАЦИЯ

Целью данной работы явилось обоснование выбора активных сухих дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* (расы LW317-29, LW317-30, LW 415-58 и СНА фирмы «Erbsloeh», Германия) для производства виноматериалов из смородины черной сорта «Богатая» (*Ribes nigrum*), интродуцированной в Дальневосточном регионе. В полученных виноматериалах были проведены химико-технологические исследования. В результате серии экспериментов было показано, что дрожжи расы LW317-30 (Оеноферм Букет) оптимально подходят для сбраживания виноматериалов из смородины черной при температурном режиме 17...18°C.

ABSTRACT

The aim of this work was the justification of the choice of Active Dry Yeast *Saccharomyces cerevisiae* (race *LW317-29*, *LW317-30*, *LW 415-58* and *CHA*, "Erbsloeh" Germany) for the production of wine from black currant cultivar 'Rich' (*Ribes nigrum*) introduced in the far eastern region. The winematerials held chemical-technological research. As a result of a series of experiments demonstrated that yeast race *LW317-30* (Oenoferm Bouquet) are ideal for the fermentation of wine materials from black currant temperature 17 ...18°C.

Ключевые слова: черная смородина; сухие активные дрожжи *Saccharomyces cerevisiae*; виноматериалы.

Keywords: black currant; dry active yeast *Saccharomyces cerevisiae*; wine materials.

В последние годы винодельческие предприятия во всем мире широко применяют активные сухие дрожжи [1, 6]. Как известно, их применение наиболее технологически удобно, так как исключает необходимость получения чистой культуры дрожжей, позволяет влиять на сохранение биологически активных веществ, содержащихся в сырье, и накопление вторичных продуктов брожения, определяющих букет готового вина [7]. В Дальневосточном регионе существует значительная сырьевая база для производства вин: дикорастущие или культурные (полученные с использованием диких) плоды и ягоды [2, 8]. Дальневосточные дикоросы характеризуются оптимальным сбалансированным химическим составом, богаты витаминами, микроэлементами, ферментами, другими биологически активными веществами с широким спектром действия, которые могут восполнять дефицит ряда биологически активных веществ в организме человека, улучшать его основные физиологические функции, повышать иммунный статус [5].

В процессе приготовления вин обычно не все биологически активные вещества плодово-ягодного сырья удается сохранить, поэтому важно выбрать расу дрожжей, применение которой позволит оптимизировать этот процесс.

Таким образом, **целью наших исследований** явилось обоснование выбора активных сухих дрожжей для производства виноматериалов из смородины черной, интродуцированной в Дальневосточном регионе.

Для выработки виноматериалов использовали следующее сырьё: смородину черную, сорт «Богатая» (*Ribes nigrum*) (ГОСТ 6829-89).

Данный сорт выведен на Дальневосточной опытной станции ВНИИР (г. Владивосток) путем скрещивания местной дикорастущей смородины и гибридов европейских сортов [3]; воду питьевую (СанПиН 2.1.4.1074-2001); сахар песок (ГОСТ 21-94); аммоний фосфорнокислый двузамещенный (ГОСТ 3772-74); селекционированные сухие дрожжи *Saccharomyces cerevisiae* (расы LW317-29, LW317-30, LW 415-58 и СНА фирмы «Erbsloeh», производства Германии). Качество сырья и вспомогательных материалов для приготовления вин соответствовало требованиям действующей нормативной документации и Гигиеническим требованиям к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов (СанПиН 2.3.2.1078-2001, СанПиН 2.3.2.1280-2003).

При дроблении ягод отбирали пробы для теххимического контроля, исследовали содержание сахаров и титруемых кислот, фенольных веществ (по Гержиковой, 2002), витамина С (аскорбиновой кислоты) (ГОСТ 7047-55). Анализ химико-технологических показателей ягодного сырья показал, что при низком уровне сахаров в смородине черной, количество органических кислот достаточно велико, однако, высокое содержание и витамина С и фенольных веществ делает возможным использовать эту ягоду для производства плодовых виноматериалов даже при значительном разбавлении суслу водой.

Нами был проведен эксперимент по сбраживанию суслу из черной смородины для обоснования использования оптимальной расы активных сухих дрожжей *S.cerevisiae* фирмы «Erbsloeh», производства Германии. В работе использовали дрожжи *S.cerevisiae* следующих рас: LW317-29, LW317-30, LW415-58 и СНА. В таблице 1 представлена характеристика дрожжей, данная производителем.

Таблица 1.

Характеристика рас дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* фирмы «Erebsloeh», производства Германии и их торговые названия

№	Раса, торговое название	Характеристика
1	раса <i>LW317-29</i> , Оеноферм Колор	Используют преимущественно для красных и розовых вин. Обладают высокой устойчивостью к спирту и низкому пенообразованию. Оптимальный температурный диапазон: 15—26°C.
2	раса <i>LW317-30</i> , Оеноферм Букет (Оеноферм Фредо)	Устойчивая к холодной температуре (8—17°C) раса, особенно подходит для мягкого холодного брожения с сохранением аромата, при этом процесс брожения, а с ним и образование CO ₂ , замедляется.
3	раса <i>LW415-58</i> , Оеноферм Клостернойбург	Позволяют получить качественные белые и красные виноматериалы, технология производства которых предусматривает настаивание и брожения суслу на мезге. Оптимальный температурный диапазон: 8—26°C.
4	раса <i>CHA</i> , LittoLevure	Используются для производства высококачественных игристых вин, придавая вину тонкие цветочные компоненты с легким фруктовым привкусом, с нерезкими дрожжевыми нотами и ореховыми ароматами. Оптимальный температурный диапазон: 14—26°C.

Для обоснования выбора расы активных сухих дрожжей *S.cerevisiae* (одной из *LW317-29*, *LW317-30*, *LW 415-58* или *CHA*) в технологии виноматериалов из смородины черной был поставлен эксперимент по сбраживанию суслу при разных температурах: 17, 22, 26°C. Схема получения виноматериалов представлена на рисунке 1. Этапы получения виноматериалов включали следующее:

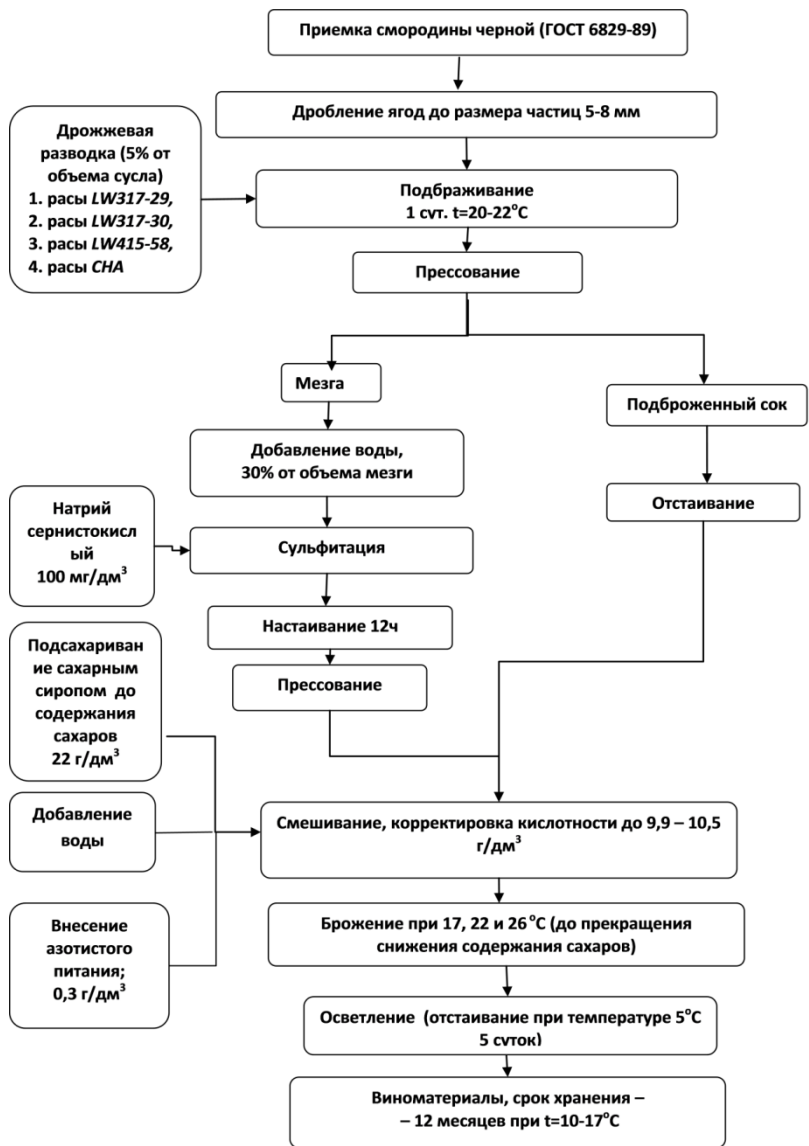


Рисунок 1. Схема приготовления виноматериалов из ягод смородины черной

На первом этапе при приготовлении суслу дрожжевую разводку вносили согласно рекомендациям производителя: 0,1 г дрожжей растворяли в 150 мл воды (28—30°C), выдерживали на 15 мин, затем вносили в сусло. Через 24 часа, сусло отделяли от мезги. Так как было установлено, что ягоды смородины черной имели недостаточное количество сбраживаемых сахаров (9 г/дм³), а содержание кислот в них было высоко (30 г/дм³), сусло нуждалось в корректировке. Поэтому сусло разбавляли водой до требуемой кислотности. Кислотность суслу принимали на 1,5 г/дм³ больше требуемой конечной кислотности с учетом добавляемых объемов сахара и спирта и потерь кислоты при брожении. Сахар вводили в виде сахарного сиропа концентрацией 75 %. Для подавления спонтанной микрофлоры сусло сульфитировали аммонием фосфорнокислым двузамещенным из расчета 100 мг/дм³.

По окончании брожения виноматериалы осветляли воздействием низких температур (от 8°C до 5°C в течение 5 суток) и снимали с осадка дрожжей. В полученных виноматериалах определяли следующие химико-технологические показатели: объемную долю этилового спирта (ГОСТ Р 51653-2000); массовую концентрацию сахаров (ГОСТ 13192-73); титруемые кислоты (ГОСТ 51621-2000); фенольные вещества (по Гержиковой, 2002); остаточный экстракт (ГОСТ 51620-2000); витамин С (ГОСТ 7047-55). При анализе полученных результатов было показано, что наибольшее содержание витамина С (6,1 мг %) и фенольных веществ (513 мг/дм³) содержится в виноматериале сброженном дрожжами *S.cerevisiae* расы LW317-30 (Оеноферм Букет) при температурном режиме 17°...18°C. В виноматериалах сброженных этой же расой при температуре 22 или 26°C при определении витамина С обнаружены лишь следы, а фенольных веществ — в 1,5 раза меньше, содержание спирта в трех образцах было одинаковым (11,3%).

Виноматериалы сброженные дрожжами *S.cerevisiae* расы LW317-29 (Оеноферм Колор) при температуре 17 или 26°C не соответствовали требованиям ГОСТ 52836-2007 (содержание остаточного экстракта в них было ниже 10 мг/дм³). Однако, в виноматериале, сброженном этими же дрожжами при температуре 22°C, основные показатели соответствовали требованиям ГОСТ 52836-2007. Из виноматериалов, сброженных расой LW 415-58 (Оеноферм Кластернойбург) требованиям ГОСТ 52836-2007 отвечал только образец, полученный при температуре 22°C (содержание витамина С — 0,7 мг %, фенольных веществ — 432 мг/дм³, содержание спирта — 11,1 %). В виноматериалах, сброженных дрожжами расы CHA (LittoLevure),

содержание остаточного экстракта было ниже требуемого ГОСТ 52836-2007.

Таким образом, лучшие результаты по сбраживанию сусле их смородины черной сорт «Богатая» были получены при использовании дрожжей *S.cerevisiae* расы LW317-30 (Оеноферм Букет) при температуре 17... 18°C. Данный образец содержал: сахаров — 4 г/дм³, титруемых кислот — 8,4 г/дм³г, этилового спирта — 11,3 %. Полученный виноматериал был хорошо сложен, гармоничен, характеризовался прозрачностью с блеском, темно рубиновым цветом с гранатовыми тонами. Аромат ягодный, с характерными черносмородиновым и медовым тонами, вкус полный, гармоничный с приятным послевкусием. Полученный виноматериал отвечал требованиям ГОСТ 52836-2007 и в дальнейшем может быть использован для приготовления новых оригинальных вин.

Список литературы:

1. Агеева Н.М., Бойко И.Е., Блягоз Х.Р., Маркосов В.А. Биохимические и микробиологические основы применения спонтанной микрофлоры в производстве вин. Краснодар: Просвещение-Юг, 2007. — 131 с.
2. Зориков П.С. Основные лекарственные растения Приморского края: Учебное пособие. — Владивосток: Дальнаука, 2004. — 129 с.
3. Каталог сортовых полевых, овощных и плодово-ягодных культур, возделываемых в Приморском крае / Под ред. А.К. Чайка. — М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2005. — 244 с.
4. Палагина М.В., Горбачева А.А., Захаренко Е.М., Тельтевская О.П. Новые виноматериалы из дальневосточного ягодного сырья для вин специальной технологии. // Виноделие и виноградарство. — 2011. — № 5. С. 12—13.
5. Палагина М.В., Приходько Ю.В. Обоснование использования дальневосточных растений в качестве функциональных ингредиентов в технологии пищевых продуктов // Известия ВУЗов. Пищевая технология. — 2010. — № 4. С. 24—26.
6. Соболев, Э.М. Технология натуральных и специальных вин. — Майкоп: ГУРИПП «Адыгя», 2004. — 400 с.
7. Тихонова А.Н., Стрибижева Л.И., Ежова Е.В., Качаева Н.Ю. Влияние штаммов активных сухих дрожжей на органолептику вина // Виноделие и виноградарство. — 2011. — № 1. С. 23—25.

СЕКЦИЯ 10.

ТЕХНОЛОГИЯ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ТЕМПЕРАТУР ПРИ ЭЛЕКТРОШЛАКОВОЙ СВАРКЕ ПЛАСТИН НА ОСНОВЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО- АНАЛИТИЧЕСКОГО МЕТОДА

Нуяндин Владимир Дмитриевич

*канд. техн. наук, доцент СамГТУ,
г. Самара*

E-mail: AleksaKonovalova13@yandex.ru

Коновалова Александра Альбертовна

*студентка СамГТУ,
г. Самара*

E-mail: AleksaKonovalova13@yandex.ru

QUANTITATIVE ESTIMATION OF THE TEMPERATURE IN ELECTROSLAG WELDING OF PLATES ON THE BASIS OF EXPERIMENTAL-ANALYTICAL METHOD

Vladimir Nuyandin

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of SSTU, Samara

Aleksandra Konovalova

A student of SSTU, Samara

АННОТАЦИЯ

Предложен комбинированный (экспериментально-аналитический) метод количественной оценки температур при сварке пластин с регулированием термических циклов. Построенные по предлагаемой

методике аналитические термические циклы позволяют количественно выявлять особенности теплофизических процессов протекающих в зонах термического влияния свариваемых пластин.

ABSTRACT

Suggested combined (experimental-analytical) method of quantitative of temperature in the welding of plates with the regulation of thermal cycles. Built according to the proposed method of analytical thermal cycles allow us to quantitatively identify the features of the thermal processes occurring in the zones of thermal influence of welded plates.

Ключевые слова: количественная оценка температур; электрошлаковая сварка; экспериментально-аналитический метод.

Keywords: quantitative estimation of the temperature; electroslag welding; experimental-analytical method.

Комбинированный (экспериментально-аналитический) метод количественной оценки температур в пластинах позволяет использовать экспериментально полученные термические циклы для количественного выявления особенностей теплофизических процессов в свариваемых изделиях [1, с. 15].

Допустим, что для некоторого процесса сварки пластин в точке с координатой U_3 (отсчёт ведется от оси шва) методами термометрирования получен термический цикл $T_3(U_3, t)$, где t – время (см. рис. 1). Указанная информация в расчетно-экспериментальном плане может быть использована следующим образом. Для этого предварительно вернемся к интегральному уравнению задачи в расчетной форме (1) [2, с. 84]. Оно содержит линейным образом два параметра Q и D , которые при чисто аналитическом решении задачи вводятся в уравнение как исходные величины, которые получены заранее путем расчетов или вспомогательных экспериментов. Обозначим эти параметры через Q_m и D_m . Тогда после завершения итерационного решения задачи интегральное уравнение (1) для n -ой итерации кратко запишется в виде:

$$T_n(\bar{X}, \bar{Y}) = Q_m \cdot \bar{\varphi}_u(\bar{X}, \bar{Y}) - D_m \cdot \bar{a}_c \bar{b}_c \cdot \bar{E}_u(\bar{X}, \bar{Y}) \quad (1)$$

где: $\bar{\varphi}_u(\bar{X}, \bar{Y})$ совпадает с двойным интегралом в (1), а $\bar{E}_u(\bar{X}, \bar{Y})$ — с выражением, заключенным в угловые скобки в (1).

Теперь уточним значения Q_m и $D_{\mathcal{D}}$ на основе экспериментального термического цикла. Для этого поставим в (2) значение $\bar{Y} = \bar{Y}_{\mathcal{D}}$, а затем для двух значений аргумента X (и соответственно $T_{\mathcal{D}}$) составим систему двух линейных уравнений относительно новых значений параметров $Q_{\mathcal{D}}$ и $D_{\mathcal{D}}$. Одно из значений X соответствует по времени значению t_{2m} и максимальной температуре термического цикла, $T_{\mathcal{D}2}$, а второе — значению времени на восходящей или ниспадающей ветви термического цикла (т. е. t_1 или t_3), исходя из соображений наилучшего приближения экспериментальной кривой.

С учетом сказанного имеем:

$$\begin{aligned} T_{\mathcal{D}2} &= Q_{\mathcal{D}} \cdot \overline{\varphi_u(X_2 Y_{\mathcal{D}})} - D_{\mathcal{D}} \cdot \overline{a_c b_c} \cdot E_u(\overline{X_2 Y_{\mathcal{D}}}) \\ T_{\mathcal{D}3} &= Q_{\mathcal{D}} \cdot \overline{\varphi_u(X_3 Y_{\mathcal{D}})} - D_{\mathcal{D}} \cdot \overline{a_c b_c} \cdot E_u(\overline{X_3 Y_{\mathcal{D}}}) \end{aligned} \quad (2)$$

Отсюда по формулам Крамера имеем: главный определитель системы:

$$\begin{aligned} &\overline{\varphi_u(X_2 Y_{\mathcal{D}})} - \overline{a_c b_c} \cdot E_u(\overline{X_2 Y_{\mathcal{D}}}) \\ \Delta &= \frac{\overline{\varphi_u(X_2 Y_{\mathcal{D}})} - \overline{a_c b_c} \cdot E_u(\overline{X_2 Y_{\mathcal{D}}})}{\overline{\varphi_u(X_3 Y_{\mathcal{D}})} - \overline{a_c b_c} \cdot E_u(\overline{X_3 Y_{\mathcal{D}}})} = \\ &= \overline{a_c b_c} [\overline{\varphi_u(X_3, Y_{\mathcal{D}})} \cdot E_u(\overline{X_2 Y_{\mathcal{D}}}) - \overline{\varphi_u(X_2, Y_{\mathcal{D}})} E_u(\overline{X_3, Y_{\mathcal{D}}})] \end{aligned} \quad (3)$$

вспомогательные определители:

$$\begin{aligned} &T_{\mathcal{D}2} - \overline{a_c b_c} \cdot E_u(\overline{X_2 Y_{\mathcal{D}}}) \\ \Delta Q &= \frac{T_{\mathcal{D}2} - \overline{a_c b_c} \cdot E_u(\overline{X_2 Y_{\mathcal{D}}})}{T_{\mathcal{D}3} - \overline{a_c b_c} \cdot E_u(\overline{X_3 Y_{\mathcal{D}}})} = \\ &= \overline{a_c b_c} [T_{\mathcal{D}3} \cdot E_u(\overline{X_2 Y_{\mathcal{D}}}) - T_{\mathcal{D}2} E_u(\overline{X_3, Y_{\mathcal{D}}})] \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta D &= \overline{\varphi_u(X_2, Y_3)} T_{32} \\ &= \overline{\varphi_u(X_3, Y_3)} T_{33} \\ &= T_{33} \overline{\varphi_u(X_2, Y_3)} - T_{32} \overline{\varphi_u(X_3, Y_3)}\end{aligned}$$

Окончательно имеем:

$$\begin{aligned}Q_3 &= \frac{\Delta Q}{\Delta} = \frac{T_{33} \overline{E_u(X_2, Y_3)} - T_{32} \overline{E_u(X_3, Y_3)}}{\overline{\varphi_u(X_3, Y_3)} \overline{E_u(X, Y)} - \overline{\varphi_u(X_2, Y_3)} \overline{E_u(X_3, Y_3)}} \\ D_3 &= \frac{\Delta D}{\Delta} = \frac{T_{33} \overline{\varphi_u(X_2, Y_3)} - T_{32} \overline{\varphi_u(X_3, Y_3)}}{a_c b_c [\overline{\varphi_u(X_3, Y_3)} \overline{E_u(X, Y)} - \overline{\varphi_u(X_2, Y_3)} \overline{E_u(X_3, Y_3)}]}\end{aligned}$$

В последних уравнениях обозначено:

$\overline{Y_3} = Y_3 \sqrt{K}$, где Y_3 – размерная координата точки поиска экспериментальной температуры; для простоты расчетов за начало координат по оси времени t выберем момент t_{2m} , т. е. $t_{2m} = 0$. Тогда:

$$\begin{aligned}\overline{X_2} &= X_2 \sqrt{K} = \nu t_{2m} \sqrt{k} = 0 \\ \overline{X_3} &= X_3 \sqrt{K} = \nu(t_3 - t_{2m}) \sqrt{k} = \nu t_3 \sqrt{k}\end{aligned}$$

После указанных вычислений значения параметров Q_3 , D_3 представляются вместо параметров Q_m и D_m .

Полученные таким образом расчетное интегральное уравнение в форме (1) является окончательным (искомым) решением тепловой задачи и может быть использовано для расчета и анализа оптимальных условий электрошлаковой сварки пластин.

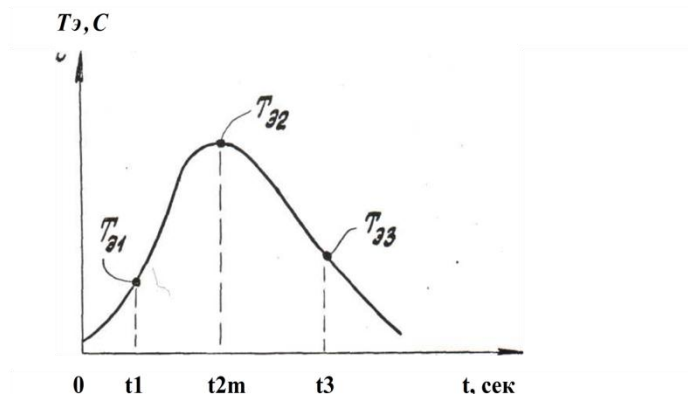


Рисунок 1. Схематическое изображение термического цикла для процесса ЭШС с сопутствующим принудительным охлаждением

Предложен комбинированный (экспериментально-аналитический) метод количественной оценки температур при сварке пластин с регулированием термических циклов. Построенные по предлагаемой методике аналитические термические циклы позволяют количественно выявлять особенности теплофизических процессов протекающих в зонах термического влияния свариваемых пластин.

Список литературы:

1. Хахимов А.Н. Электрошлаковая сварка с регулированием термических циклов. М.: Машиностроение, 1984. — 208 с.
2. Хромченко Ф.А., Корольков П.М. Технология и оборудование для термической обработки сварных соединений. М.: Энергоатомиздат, 1987. — 200 с.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ РАЗРАБОТКА СТРУКТУР И ПОЛУЧЕНИЕ ОСНОВОВЯЗАНОВОГО СТЕКЛОТРИКОТАЖА — НАПОЛНИТЕЛЯ КОМПОЗИТОВ

Шленникова Ольга Александровна

*канд. техн. наук, вед. специалист ООО ПКФ ЭКМ,
г. Москва*

E-mail: pkfekm@mail.ru

THEORETICAL DEVELOPMENT OF STRUCTURE AND MANUFACTURE OF GLASS KNITTED FABRIC — FILLERS FOR COMPOSITES

Olga Shlennikova

*Candidate of Technical Sciences, leading expert of ООО PKF EKM,
Moscow*

АННОТАЦИЯ

Проведена теоретическая разработка структуры стеклотрикотажа, используемого в качестве наполнителя композитов. Исследовано влияние параметров вязания при получении уточного трикотажа. Опытная апробация наполнителя подтвердила эффективность разработки.

ABSTRACT

A theoretical development of structure of glass knitted fabric used for composite fillers was carried out. The influence of knitting characteristics when manufacturing weft knitting fabric was examined. Test approval of the composite confirmed the effectiveness of the development.

Ключевые слова: стеклотрикотаж; наполнитель; структура; петля; уток; параметры вязания.

Keywords: glass knitted fabric; composite; structure; stitch; weft; knitting characteristics.

Композиты из стеклотекстиля применяют в различных сферах народного хозяйства. Основным свойством этих материалов является высокая термостойкость, что обеспечивается применением стекло-

наполнителей, в частности из трикотажа. Температура плавления этих материалов, в зависимости от химического состава сырья колеблется от 600 до 1700⁰С. Одним из требований, предъявляемым к композитам является использование их в качестве абляционных материалов [4]. Эти условия выдвигают особые требования к наполнителю, то есть переплетению и параметрам петельной структуры стеклотрикотажа [6, 8]. Практическое применение композитов, с использованием уточного стеклотрикотажного наполнителя показало — такие материалы, при всех положительных характеристиках имеют один существенный недостаток: уточные нити в петельной структуре трикотажа подвергались быстрому уносу, т. е. разрушению наполнителя. Для устранения этого недостатка необходимо уточные нити дополнительно закрепить в структуре трикотажа. Разработка основовязаного трикотажа затруднена из-за сложного взаимного расположения нитей нескольких гребенок образующих петельную структуру. Комплексный графический метод проектирования основовязаного трикотажа позволяет получить схемы продольного и поперечного разреза полотна за счет совместного использования графиков движения гребенок [2]. Максимальное заполнение наполнителя достигается путем ввязывания горизонтальных уточных нитей под протяжки петель грунта. Для решения этого вопроса, используя графический метод предложено уточные нити дополнительно закреплять, провязывая их в петли. Это достигается тем, что уточные нити левой стороны образуют петли правой стороны, а уточные нити правой стороны образуют петли левой стороны в структуре трикотажа [5].

В структуре варианта-аналога, петли грунта образованы переплетениями сукно и двойной цепочкой 1 (рис. 1а). Ввязанные под протяжки грунта уточные нити 2 и 3, образуют автономные слои левой и правой сторон полотна. Структура теоретически разработанного трикотажа построена таким образом, что при разрушении петель грунта 1 уточные нити 2 закреплены петлями 3 в грунте противоположной стороны, составляя защитный слой полотна (рис. 1в). В таком трикотаже существенное значение имеет структура грунтового переплетения, которую создает переплетение двойная цепочка, с замещением грунтовых петель на петли из уточных нитей. Теоретическое решение вопроса требовало практического получения стеклотрикотажного наполнителя на основовязаной машине.

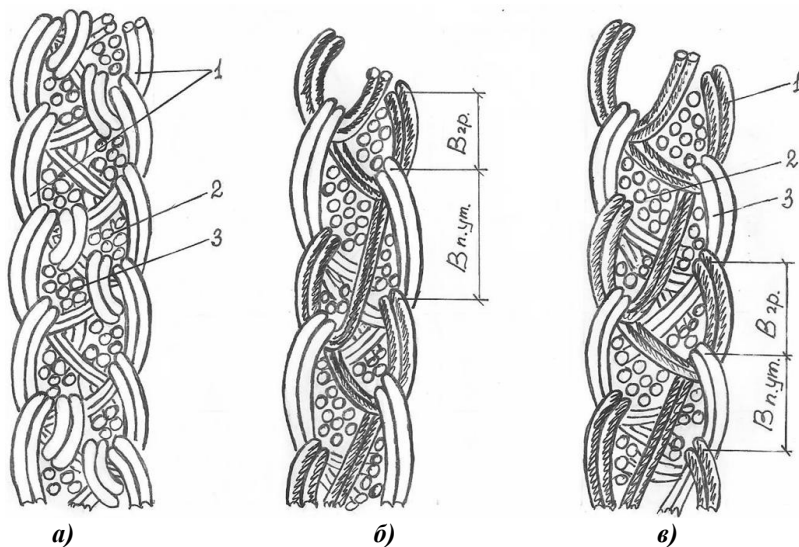


Рисунок 1. Схема двойного основовязаного трикотажа:
а) уточной структуры (б) с закреплением уточной нити
(неравномерный $V_{п.ут.} > V_{гр.}$) в) с закреплением уточной нити
(равномерный $V_{п.ут.} = V_{гр.}$)

Обычно вязание уточного трикотажа осуществляется следующим образом: гребенки с грунтовой нитью делают сдвиг только перед иглами, а уточные гребенки делают сдвиг только за иглами игольниц. При этом каждый петельный ряд трикотажа образуется грунтовыми нитями, а нити уточных гребенок только заполняют камеры образованные грунтом. Получение теоретически разработанного трикотажа имеет свои особенности: необходима поочередная работа грунтовых и уточных гребенок, для вывязывания из них петель.

Особенности технологии петлеобразования, связанные с прокладыванием уточных нитей на иглы и провязыванием из них петель потребовали изменения величины прокачки ушковых гребенок на машине. Однако, с увеличением прокачки перед иглами, увеличится величина прокачки и за спинками игл. Возникший при этом некоторый избыток нити, необходимо оттянуть, во избежание попадания нитей других гребенок на иглы. Увеличение величины прокачки приводит к повреждению элементарных волокон стеклянной нити, неоднократно проходящих через ушковую гребенку. Кроме того, ушковые гребенки в одном петельном ряду сдвигаются на три игольных шага и делают

шесть прокачек. Взаимодействие стеклянной нити с поверхностью металла может привести к частичному повреждению или разрушению отдельных элементарных волокон. При переработке стеклянных нитей, рекомендуется, чтобы нитеконтактирующие детали вязального оборудования имели ∇ 11—12 класс чистоты обработки поверхности [7].

Предварительные исследования показали, что на равномерность петельной структуры разработанного трикотажа влияет натяжение уточных и грунтовых нитей в процессе петлеобразования. Достичь равномерной петельной структуры трикотажа возможно, изменяя соотношения входного натяжения нитей грунта и утка. Для этого проведены экспериментальные исследования: тензодатчики установили в плоскости бруса ушковых гребенок и на игольнице для фиксации перемещения игольницы в период петлеобразования. Предполагалось, что выравнивание петельной структуры трикотажа осуществится за счет увеличения натяжения уточных нитей, т. к. они провязанные в петлю, дают увеличенную высоту петельного ряда $V_{п.ут.} > V_{гр.}$ (рис. 1б).

Однако равномерности по петельным рядам в этих вариантах полотен не достигнуто, кроме того, при дальнейшем увеличении натяжения уточных нитей возникало нарушение технологии петлеобразования (табл. 1. вар. 1—3). В следующих вариантах (вар. 4—6) увеличение натяжения нитей грунта способствовало получению равномерной петельной структуры полотна. Анализируя данные таблицы 1 видно, что с увеличением натяжения грунтовых и уточных нитей петельный шаг (А) увеличивается незначительно, показатели высоты петельного ряда $V_{п.ут.}$ и $V_{гр.}$ уменьшаются.

Таблица 1.

Параметры структуры и свойства двойного основовязаного уточного стеклотрикотажа

№ п/п	Условия вязания			Особенности структуры			
	Натяжение нити, сН		Соотношение натяжения, к, %	А, мм	В, мм		Поверхностная плотность, г/м ²
	Грунт	Уток			В п. ут.	В гр.	
1	18,0	14,0	77,7	2,56	4,31	4,10	1840
2	19,0	16,1	84,7	2,56	4,23	4,11	2130
3	20,5	17,5	85,3	2,60	4,17	4,10	2380
4	21,0	19,0	90,5	2,62	4,05	3,81	2610
5	19,0	19,6	103,2	2,63	3,70	3,57	2630
6	20,5	24,0	117,4	2,63	3,45	3,45	2690

При $V_{п.ут.} > V_{гр.}$, петли из уточной нити имеют вытянутую форму — структура трикотажа неравномерная (рис. 1б). Исходя из опыта переработки стеклянных нитей на основовязанных машинах, рекомендуется входное натяжение установить в пределах 0,2—0,5 %, при критическом натяжении $\sim 0,7$ % от разрывной нагрузки стеклянной нити [1]. В вариантах 4—6 (табл. 1) среднее значение входного натяжения составляет 0,34 %, при максимальном $\sim 0,6$ % от разрывной нагрузки стеклонити. Дальнейшее увеличение входного натяжения стеклянной нити приводит к повреждению элементарных волокон и нарушению технологии петлеобразования. Соотношение входного натяжения уточной и грунтовой нити $k=108-117$ % позволило получить равномерную и плотную петельную структуру (рис. 1в), имеющую максимальную поверхностную плотность полотна (вар. 6, табл. 1). Такая структура стеклотрикотажа отвечает требованиям, предъявляемым к наполнителю композитов.

Практическим решением поставленного вопроса является получение стеклотрикотажного наполнителя. Оценка разработанного стеклонеполнителя и варианта-аналога проводилась сравнением стеклопластиков СТР-4ТР и СТР-6ТР, полученных на основе стеклотрикотажа и кремнийорганической смолы КМ-9М. Композиты изготовлены методом формования под давлением 0,3 МПа по принятой стандартной технологии в соответствии с ОСТ 92-1445-87. Свойства материалов проверялась на образцах, вырезанных из текстолитных плит. На стенд, для аэродинамических испытаний в двухскоростных режимах вихревых потоков, устанавливались абляционные материалы. Показатель процесса разрушения теплозащитного покрытия характеризуется скоростью уноса массы [3]. Результаты испытаний приведены в таблице 2.

Таблица 2.

Стойкость стеклопластика к уносу

Вариант наполнителя	Унос массы материала, мм/сек	
	Скорость 115 м/мин	Скорость 150 м/мин
Уточный стеклотрикотаж — аналог	0,50	1,96—2,16
Стеклотрикотаж с закреплением уточной нити	0,28	1,57

Наименьший унос массы материала характеризует большую стойкость стеклотекстолита в условиях абляции. Экспериментальная

апробация показала, что композит из разработанного стеклотрико-тажного наполнителя, имеет на 15—20 % стойкость к уносу выше, чем ранее применяемый материал. Таким образом, теоретическая разработка структуры наполнителя с дополнительным закреплением уточных нитей в грунте, направленная на повышение стойкости к процессу абляции, экспериментально подтвердилась. Следовательно, настоящая разработка технически эффективна.

Список литературы:

1. Зиновьева В.А., Карякина Р.Г., Шленникова О.А. Применение нетрадиционных нитей в производстве трикотажа // Трикотажная и текстильно-галантерейная пром-сть. ЦНИИТЭИлегпром.1988. — 36 с.
2. Зиновьева В.А., Морозова Л.В., Шленникова О.А. Комплексный графический метод проектирования структуры и рисунка основвязаного трикотажа // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности, 2005, № 3. — С. 79—82.
3. Новый политехнический словарь М.: Большая Российская энциклопедия 2003.
4. Полежаев Ю.В., Юркевич Ф.Б. Тепловая защита. М.: Энергия, 1976. 390 с.
5. Шленникова О.А., Зиновьева В.А. Основовязанный трикотаж для теплозащитных пластиков // Все материалы,2009, № 6. — С. 24—29.
6. Шленникова О.А. Наполнители из стеклотрикотажа для композитов // Композитный мир, 2010, № 6. — С. 6—8.
7. Шленникова О.А., Зиновьева В.А., О повреждаемости стеклянных нитей на вязальном оборудовании и возможности её устранения // Химические волокна, 2010, № 5. — С. 53—56.
8. Шленникова О.А., Зиновьева В.А., Данилов Б.Д. Разработка ассортимента основвязаного трикотажа технического назначения // Сборник научных трудов РЗИТЛП, 2005, вып. 2. — С. 47—57.

СЕКЦИЯ 11.

ПРИБОРОСТРОЕНИЕ, МЕТРОЛОГИЯ, РАДИОТЕХНИКА

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ СОСТОЯНИЯ ОБРАЗЦОВ НА РЕЖИМЫ ИЗМЕРЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЯ МИКРОНЕЙР НА АКУСТИЧЕСКОМ ПРИБОРЕ

Ахмедов Акмал

*канд. техн. наук, ст. науч. сотр. ОАО "Paxtasanoat ilmiy markazi",
г. Ташкент, Республика Узбекистан
E-mail: akhmedov.akmal@mail.ru*

Якубова Юлия Данировна

*канд. техн. наук, ОАО "Paxtasanoat ilmiy markazi",
г. Ташкент, Республика Узбекистан
E-mail: jakubovajulija@mail.ru*

RESEARCH ON CONDITION OF SAMPLE CHARACTERISTICS INFLUENCE UPON MEASUREMENT MODE OF MICRONAIRE AT MONOCHORD

Akmal Akhmedov

*Candidate of technical sciences, senior research assistant,
'Paxtasanoat ilmiy markazi', Tashkent, Republic of Uzbekistan*

Yuliya Yakubova

*Candidate of technical sciences, 'Paxtasanoat ilmiy markazi',
Tashkent, Republic of Uzbekistan*

АННОТАЦИЯ

Изложены результаты исследований влияния вариации частоты звуковых колебаний, массы пробы и высоты измерительной камеры на градуировочную зависимость, характеризующую корреляционную связь выходного параметра акустического прибора с измеряемым показателем микронейр хлопкового волокна, с целью выбора оптимальных режимов измерения.

Методом регрессионного анализа построены и изучены 63 комбинаций режимов измерений с вариацией частоты звука, массы пробы и высоты измерительной камеры, на основании которых выбраны оптимальные режимы измерения с высоким коэффициентом корреляции 0,99, обеспечивающие минимальную погрешность измерений показателя микронейр.

ABSTRACT

There are listed the research results of acoustic frequency variation influence, of sample mass and level of measuring camera on calibrating dependence.

This dependence describes correlation relationship of monochord's output parameter with measuring micronaire of cotton fibre in order to choose optimal measurement mode.

By regression analysis there are built and studied 63 combinations of measurement modes with variations in acoustic frequency, sample mass and level of measuring camera. Based on that combinations, there are chosen optimal measurement modes with high index of correlation 0,99 which provide minimal measurement errors of micronaire.

Ключевые слова: акустический прибор; хлопковое волокно, показатель микронейр

Key words: monochord, cotton fibre, micronaire.

В ОАО "Paxtasanoat ilmiy markazi" разработан акустический прибор для измерения показателя микронейр, характеризующий толщину волокна по международной классификации качества хлопкового волокна, используемый в мировой торговле волокном [1].

Основными параметрами акустического прибора, определяющими режимы измерения, являются частота звуковых колебаний, масса пробы и геометрические размеры (диаметр и высота) измерительной камеры. При выборе параметров рабочей камеры в целях унификации и сопоставимости показаний приборов в качестве аналога были учтены параметры прибора "Фиброфайн", входящего

в состав измерительно-информационной системы HVI Spinlab-900, используемый для сертификации хлопкового волокна.

Параметры прибора "Фиброфайн" следующие:

Диаметр рабочей камеры, mm	40
Высота камеры, mm	30
Масса пробы, g	9,5-10,5

Международным стандартом ISO 2403 для измерения показателя микронейр рекомендуется использовать плотность пробы волокна в измерительной камере в пределах 0,16—0,3 g/cm³. Эти рекомендации были учтены при выборе режимов измерений на акустическом приборе.

В качестве параметров прибора, определяющих режим измерения, были выбраны частота звуковых колебаний, масса пробы и высота измерительной камеры.

Исследования по выбору оптимальных режимов измерений проводили в диапазоне низких частот звуковых колебаний в пределах 50—200 Hz. Дальнейшее увеличение частоты звуковых колебаний более 200 Hz приводит к большому затуханию звуковых колебаний, что затрудняет измерение полезного сигнала.

Масса пробы варьировалась в фиксированных значениях 8, 10 и 12 g, а высота камеры на уровне 30, 40 и 50 mm. Изменение высоты камеры с обжатой в ней пробой хлопкового волокна позволяет варьировать плотность в пределах 0,13—0,32 g/cm³.

Критерием оптимизации при поиске режимов измерений был выбран коэффициент аппроксимации R², показывающий тесноту связи экспериментальной зависимости показателя микронейр в рабочем диапазоне изменения в пределах 2,5—6,0 Mic с теоретически выведенной зависимостью.

Экспериментальные исследования проведены на акустическом приборе, блок-схема которого представлена на рисунке 1. Прибор действует следующим образом. Звуковые колебания, возбуждаемые с помощью генератора 1 и акустического излучателя 2, падает на измеряемую пробу 3 хлопкового волокна, сжатого с помощью плунжера 4 до определенной плотности. Звуковые колебания, прошедшие через пробу, распространяясь внутри плунжера 4, попадают на микрофон 5. Электрический сигнал с электродинамического микрофона 5 регистрируется блоком измерения и индикации 6.

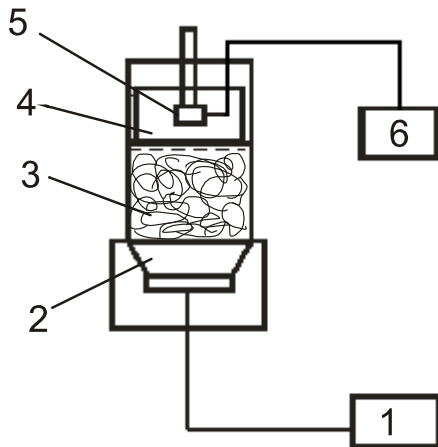


Рисунок 1. Блок-схема акустического прибора микронейр

Выходной сигнал, измеряемый блоком 6, после прохождения через пробу, связан с параметрами волокна по соотношению [1, с. 37]:

$$U = U_0 \exp\left(-Bl \frac{1-\varepsilon}{\varepsilon} 25,4\sqrt{f} \frac{1}{\text{Mic}}\right) \quad (1)$$

где: U_0 — напряжение на микрофоне в отсутствии пробы, mV;

l — толщина слоя волокнистой массы, равная высоте измерительной камеры, mm;

Mic — показатель микронейра, Mic.;

B — постоянный коэффициент;

ε — пористость пробы;

f — частота звуковых колебаний, Hz.

Пористость связана с размерами измерительной камеры и массой пробы через соотношение

$$\varepsilon = 1 - \frac{m}{\rho a l} \quad (2)$$

Подставляя в формулу (1) значение для пористости по формуле (2) после несложных преобразований получим

$$U = U_0 \exp \left(-B \frac{ml^2}{\rho a l - m} 25,4 \sqrt{f} \frac{1}{\text{Mic}} \right) \quad (3)$$

где: m — масса пробы, g;

a — площадь сечения измерительной камеры, m^2 ;

ρ — объемная плотность одиночного волокна, g/cm^3 .

Из уравнения (3) видно, что на величину выходного сигнала действительно влияют частота звуковых колебаний f , масса пробы m и высота измерительной камеры l .

Данное уравнение в логарифмическом масштабе следующее:

$$\ln U = b_0 - \frac{b_1}{\text{Mic}} \quad (4)$$

где: $b_0 = \ln U_0$,

$$b = B \frac{ml^2}{\rho a l - m} 25,4 \sqrt{f}$$

Уравнение (4) было использовано в регрессионном анализе при выборе режимов измерений. Испытания проводились на 12 образцах хлопкового волокна с различных селекций (108-Ф, Бухара-6, С-6524, А-Баяут-2, Фергана-3, Юлдуз), различных промышленных сортов, имеющие различные значения микронейра. Испытания проводили в следующей последовательности.

Образцы хлопкового волокна массой 500 g пропускались через хлопковый анализатор типа АХ. Затем от каждого образца отбирали и взвешивали на весах по четыре пробы массой по 8, 10 и 12 g с точностью до 0,01 g. Параллельно от каждого образца отбирались пробы и проводились измерения на системе НВИ

Spinlab-900 показателя микронейра.

Подготовленные и взвешенные пробы образцов с известной величиной микронейра каждой массы поочередно помещали в измерительную камеру экспериментального стенда, сжимали при помощи плунжера так, чтобы рабочая высота камеры составляла 50 mm и проводили измерения частотных характеристик пробы в диапазоне от 50 до 200 Hz при фиксированных частотах 50, 75, 100, 125, 150, 175, 200 Hz. Затем пробу уплотняли до высоты рабочей камеры 40 mm, а затем до 30 mm и повторяли вышеуказанные

измерения. В таком порядке измерения повторяли и на остальных трех пробах. В такой последовательности проводились измерения и на остальных 11 образцах хлопкового волокна с другими значениями микронейра. По четырем замерам для каждого образца, с измеренным значением микронейра на системе HVI Spinlab-900, вычислялись средние значения сигнала на выходе микрофона для фиксированных масс, высот измерительной камеры, частоты звуковых колебаний. Таким образом, для каждого образца было реализовано 63 варианта опытов. Далее на основании средних значений результатов измерений выходного сигнала для различных частот, фиксированных масс проб, высот камеры и значения микронейра методом регрессионного анализа были рассчитаны уравнения линейной регрессии по формуле (4), связывающей логарифм выходного сигнала с показателем микронейр для 63 вариантов режимов измерения. Результаты расчёта даны в таблице 1.

Таблица 1.

Сводные данные по расчёту коэффициента аппроксимации R^2 для различных режимов измерения с частотой звуковых колебаний f , масс проб m и высоты измерительной камеры l

Частота звука f , Hz	Масса пробы $m=8$ g			Масса пробы $m=10$ g			Масса пробы $m=12$ g		
	Высота камеры l , mm								
	(плотность δ , g/cm ³)			(плотность, δ g/cm ³)			(плотность δ , g/cm ³)		
	50	40	30	50	40	30	50	40	30
	(0,13)	(0,15)	(0,21)	(0,16)	(0,20)	(0,26)	(0,19)	(0,24)	(0,32)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
50	0,3730	0,7561	0,8843	0,8440	0,9091	0,9575	0,8440	0,9312	0,9446
75	0,6871	0,9088	0,9382	0,8976	0,9487	0,9654	0,9170	0,9574	0,9589
100	0,8198	0,9346	0,9457	0,9078	0,9492	0,9676	0,9406	0,9658	0,9244
125	0,8663	0,9365	0,9480	0,9192	0,9550	0,9676	0,9519	0,9701	0,9697
150	0,9179	0,9599	0,9653	0,9157	0,9611	0,9595	0,9663	0,9627	0,9599
175	0,9492	0,9307	0,9516	0,9265	0,9550	0,9643	0,9316	0,9707	0,9783
200	0,8859	0,9363	0,9494	0,9277	0,9287	0,9612	0,9575	0,9722	0,9820

Анализ обработанных экспериментальных данных показывает, что при выбранном диапазоне частот наблюдается тенденция к росту коэффициента аппроксимации с увеличением частоты, плотности и массы пробы. На рисунке 2 представлены зависимости коэффициента аппроксимации уравнений регрессий от частоты звуковых колебаний при массе пробы 8, 10 и 12 g для трех уровней высоты измерительной камеры.

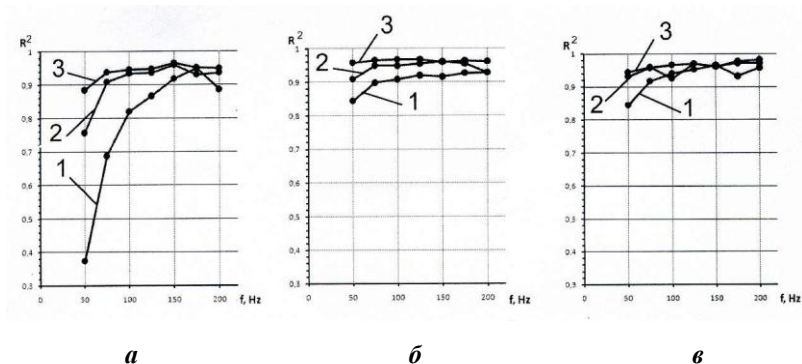


Рисунок 2. Зависимости коэффициента аппроксимации уравнений регрессии от частоты звуковых колебаний для трех уровней высоты измерительной камеры при массе пробы:
а — 8 г; б — 10 г; в — 12 г; 1 — $l=50$ мм; 2 — $l=40$ мм;
3 — $l=30$ мм

Из представленных результатов видно, что для массы пробы 8 г (рис. 2 а) при плотности 0,15 и 0,21 г/см³ стабилизация величины R^2 растет с увеличением частоты и достигает некоторой стабилизации на частоте 100 Hz.. Максимальная величина R^2 приходится на частоту 150 Hz. При плотности 0,13 г/см³ коэффициент аппроксимации растет с увеличением частоты и достигает максимума при частоте 175 Hz, затем наблюдается некоторый спад при частоте 200 Hz. Стабилизация коэффициента корреляции для масс 10 и 12 г наступает при плотности пробы более 0,25 г/см³, что соответствует для массы 10 г при высоте рабочей камеры 30 и для массы 12 г — высоте 40 мм.

Из приведенных данных также видно, что при близкой объемной плотности измеряемой пробы (0,19; 0,20; 0,21 г/см³) увеличение толщины слоя волокна ведет к незначительному росту коэффициента аппроксимации в рассматриваемом диапазоне частот, в то время как изменение плотности пробы и частоты звуковых колебаний существенно влияет на величину R^2 . Например, на частоте 50 Hz увеличение плотности измеряемой пробы от 0,13 до 0,32 г/см² приводит к соответствующему росту R^2 от 0,3730 до 0,9446. Аналогичная тенденция наблюдаются на всем диапазоне частот. Низкий уровень величины R^2 на низких частотах и малых плотностях измеряемой пробы вызван в основном усилением интерференционных явлений в зоне фронта измерительного микрофона из-за взаимо-

действия прошедших через пробу и отраженных от задней стенки плунжера звуковых волн, которые при совпадении по фазе усиливаются, а при противоположной фазе гасятся, приводя таким образом к усилению или ослаблению измеряемого сигнала. Причем, изменение фазы звуковых колебаний зависит от параметра волокна — пористости пробы и показателя микронейр. При низких частотах и малых объемных плотностях измеряемой пробы из-за малого волнового сопротивления пробы усиливается влияние интерференционных явлений на разброс экспериментальных точек относительно уравнения градуировочной зависимости выходного сигнала прибора от показателя микронейр.

Анализ результатов эксперимента также показал, что с увеличением частоты звуковых колебаний на образцах с различными значениями микронейр наблюдается уменьшение полезного выходного сигнала из-за большого затухания акустического сигнала. Причем, частота подчиняется экспоненциальному закону по формуле (1). В связи с этим, в целях получения высокого уровня полезного сигнала в качестве рабочей выбираем частоту звуковых колебаний 150 Hz.

Таким образом, в результате проведенных исследований выбраны следующие параметры режимов измерений на акустическом приборе:

- масса пробы, g — 8—10
- диаметр рабочей камеры, mm — 40
- высота камеры, mm — 30—40
- плотность пробы, g/cm^2 — 0,21—0,26
- частота звуковых колебаний, Hz. — 150

При выбранном режиме измерений между показателем микронейр и выходным сигналом прибора установлена высокая корреляция с коэффициентом корреляции $K=0,99$. При этом погрешность измерения не превышала $\pm 0,1$ Mic, что находится в пределах требуемого допуска.

Список литературы:

1. Ахмедов А.А.. Об акустическом методе для неразрушающего контроля показателя микронейр хлопкового волокна. // "STANDART". — 2012. — № 2. — С. 36—37.
2. Akhmedov, A.A. Acoustik method and device for measurement micronaire index of cotton fibre // China Science & Technology Overvise. — 2012. № 12. — P. 37—38.

ТЕХНОЛОГИИ АЛМАЗНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ МАЛОГАБАРИТНЫХ СВЧ-РЕЗИСТОРОВ

Перинский Владимир Владимирович

*д-р техн. наук, профессор СГТУ имени Гагарина Ю.А.,
г. Саратов*

Перинская Ирина Владимировна

*канд. техн. наук, доцент СГТУ имени Гагарина Ю.А.,
г. Саратов*

E-mail: perinskaiaiv@rambler.ru

TECHNOLOGIES OF DIAMOND MATERIALS FOR SMALL-SIZED MICROWAVE OVENS OF RESISTORS

Vladimir Perinsky

*Doctor of Engineering, professor of SSTU Gagarin Yu.A.name,
Saratov*

Irina Perinskaya

*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
of SSTU Gagarin Yu.A.name, Saratov*

АННОТАЦИЯ

Объектом исследования являются малогабаритные СВЧ резисторы на основе алмазной керамики.

ABSTRACT

The object of the study are small microwave resistors based diamond ceramics.

Ключевые слова: резистор; лазерное воздействие; металлизация; мощность рассеяния.

Keywords: resistor; laser treatment; plating; power dissipation.

Проблема рассеяния тепла является лимитирующей при конструировании приборов повышенной мощности. В процессах теплопередачи выделяют три принципиально различных элементар-

ных способа распространения теплоты: за счёт теплопроводности, теплового излучения и конвекции.

Эти виды теплообмена в реальных условиях редко наблюдаются отдельно, в большинстве случаев они связаны между собой и проявляются одновременно. Однако максимальный вклад в процессы теплообмена вносит теплопроводность. Основным законом передачи теплоты за счёт теплопроводности является закон Фурье, согласно которому элементарное количество теплоты $d\theta$, передаваемое за счёт теплопроводности через элемент поверхности dS , перпендикулярный тепловому потоку, за время dt , прямо пропорционально температурному градиенту dT/dn , площади элемента поверхности dS и времени dt :

$$d\theta = -\lambda_T(dT/dn)dS \cdot dt$$

где: λ_T — коэффициент теплопроводности, численно равный количеству теплоты, переносимому через единицу поверхности за единицу времени при градиенте температуры, равном единице [1, с. 196—197].

Количество высокотеплопроводных неметаллических материалов в природе ограничено. Широко распространённым материалом является окись бериллия (теплопроводность достигает 210 Вт/м при 300 К). В последнее время появились данные об использовании уникальной теплопроводности алмаза. Природные алмазы превосходят по теплопроводности медь в 2—6 раз.



а)

Молекулярная масса	12
Кристаллическая решётка	Типа алмаза
Плотность	$3,5 \cdot 10^3$ кг/м ³
Постоянная решётки	0,36 нм
Число атомов в 1 см ³	$18 \cdot 10^{22}$
Удельная теплоёмкость (300К)	530 Дж/кг·К
Теплопроводность (300К)	1500 Вт/м·К
Диэлектрическая проницаемость	5,7
Температурный коэффициент линейного расширения	$1,2 \cdot 10^6$ К ⁻¹

б)

Рисунок 1: а — сравнительная теплопроводность материалов; б — физико-технические свойства алмаза [1, с. 197—198]

Природный алмаз — минерал, относящийся к классу драгоценных камней и представляющий собой почти чистый углерод.

Диэлектрические свойства алмаза характеризуются высоким удельным электрическим сопротивлением, величина которого при комнатной температуре может быть $1 \cdot 10^{12}$ — $1 \cdot 10^{14}$ Ом см. Встречаются также алмазы с большим значением диэлектрической проницаемости равной $5,58 \pm 0,03$, при комнатной температуре в диапазоне частот 0...3 кГц [2, с. 138—140].

Наряду с целым рядом положительных свойств алмазы обладают и некоторыми недостатками. Технические алмазы имеют незначительные размеры (0,8—1,0 мм). Кроме того они хрупки, имеют наружные и внутренние трещины, анизотропию свойств. Они также дефицитны и дороги.

Синтетические алмазы имеют одинаковые с природными: плотность, химический состав, структуру, твёрдость и отличаются от природных только формой, прочностью зёрен и характером поверхности, которая более шероховата. При синтезировании по специальной технологии можно получить алмазы, не уступающие по тепловым характеристикам лучшим природным. В синтетических алмазах прослеживается взаимосвязь между теплопроводностью и содержанием азота (рис. 2) [3, с. 201].

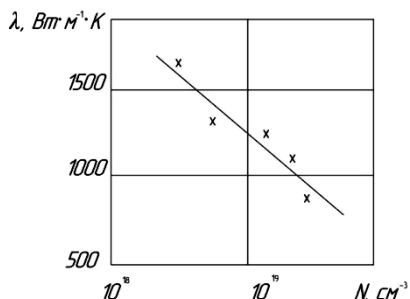


Рисунок 2. Зависимость теплопроводности синтетического алмаза

Экспериментальные данные показывают, что наиболее чистые синтетические алмазы с низкой концентрацией азота ($\leq 2 \cdot 10^{18} \text{ см}^{-3}$) обладают высокой теплопроводностью ($\lambda = 1800 \div 2000 \text{ Вт/мК}$), что характерно для природных алмазов.

Необходимо отметить, что полученную корреляцию между теплопроводностью и концентрацией примесного азота не следует рассматривать как закономерность, присущую всем синтетическим алмазам, так как она может зависеть от многих факторов, в том числе от свойств исходного графита, металлов-растворителей и других технологических условий процесса синтеза.

Тепловые свойства синтетических алмазных поликристаллов изучены в меньшей степени, чем монокристаллы. В тоже время область применения этих поликристаллов расширяется, например, в случае теплоотводов для твёрдотельной электроники.

Алмазные поликристаллы получают в условиях высоких температур и давлений, начиная с 1400°C и 60 кБар. При этом используются порошки природных или синтетических алмазов различных марок и зернистости.

Поликристаллы могут быть получены как с добавками металлов, так и без них. Поликристаллические алмазы, спечённые без металлической связи, имеют плотность $\leq 3,52 \text{ г/см}^3$ и представляют собой двухфазную систему, поскольку образуются графитоподобные прослойки на внеконтактных поверхностях алмазных зёрен. Для такой системы любое нарушение в фононной проводимости будут отражаться на её тепловых свойствах. Следовательно, теплопроводность будет зависеть от структуры, размера и границ зёрен. Чтобы изготовить поликристаллы с высокой теплопроводностью, необходимо стремиться к однофазной системе, т.е. сростанию алмазных зёрен без графитовых прослоек.

Технология приготовления поликристаллов алмаза заключается в умении увеличить до максимума пластическую деформацию зёрен, уменьшив до минимума графитизацию. Теплопроводность некоторых синтетических поликристаллов алмаза не только превышает теплопроводность меди и серебра, но и достигает значений, характерных для монокристаллов природных и синтетических алмазов. Во многих устройствах вакуумной и полупроводниковой техники необходимы теплоотводы гораздо больших размеров, чем теплоотводы на основе монокристаллов алмаза, при этом используется алмазная керамика с высокой теплопроводностью и требуемым удельным сопротивлением [1, с. 200—201].

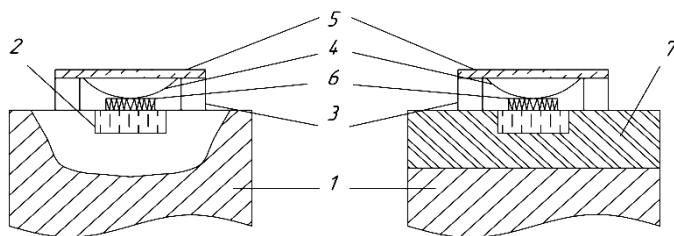


Рисунок 3. Конструкция лавинно-пролетного диода на алмазном кристаллодержателе: 1 — кристаллодержатель, 2 — алмаз, 3 — кварцевая втулка, 4 — вывод, 5 — крышка, 6 — полупроводниковый кристалл диода, 7 — алмазная керамика

Несмотря на то, что алмазный теплоотвод дороже медного, при использовании алмазов малых размеров ($1 \times 1 \times 1$ мм) разница в стоимости относительно низкая по сравнению с общей стоимостью полупроводникового прибора. Кроме того, повышение выходной мощности и улучшение других параметров прибора, а также налаживание массового производства алмазных теплоотводов делает их применение рентабельным.

Для спекания алмазных микропорошков применяют аппараты высокого давления с наковальнями, имеющими углубление типа «тороид», позволяющие развивать давление до 7—8 ГПа при температуре до 2000°C.

Установка состоит из гидравлического пресса усилием ~ 2000 Т, системы нагрева, охлаждения и системы автоматического поддержания параметров, которая обеспечивает необходимый технологический режим:

- повышение и снижение нагрева со скоростью 0—100 Вт/с;

- выдержку заданного значения мощности в течение 0—180 с. с точностью не хуже 0,5 %.

На стадии прессования (при $T \sim 300$ К) уплотнение алмазного порошка происходит за счёт взаимной ориентировки и измельчения зёрен, а затем их пластической деформации, которая обусловлена дислокационным механизмом течения вещества. Если на стадии высокотемпературного спекания, варьируя температуру и скорость нагрева, сохранять условия движения дислокаций можно достичь наименьшей пористости образца без графитизации [1, с. 201].

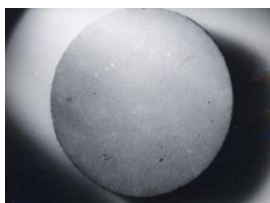
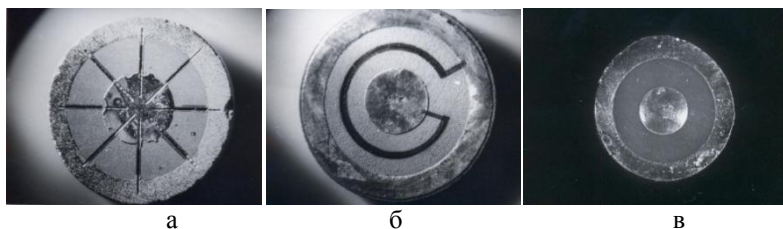


Рисунок 4. Внешний вид алмазной керамики в виде диска



**Рисунок 5: а — СВЧ-резисторы радиального типа;
б — СВЧ-резисторы с резистивным слоем в виде витка спирали;
в — СВЧ-резисторы с резистивным слоем по всей поверхности между контактами**

Резистивный слой получается на поверхности поликристаллического алмаза лазерной модификацией при сканировании в режимах интенсивного кратерообразования, ограниченного кратерообразования, бескратерной обработки.

Список литературы:

1. Материаловедение специальных материалов машиностроения: учеб. пособие / В.В. Перинский, В.Н. Лясников, Г.П. Фетисов. Саратов: Саратов. гос. техн. ун-т, 2011. — 504 с.
2. Основы техносферного материаловедения: учеб. пособие / В.В. Перинский, В.К. Шухостанов, В.Н. Лясников, А.В. Глухов. Саратов: Саратов. гос. техн. ун-т, 2009. — 214 с.
3. Специальные материалы, покрытия и технологии в машиностроении: учеб. пособие [Электронный ресурс] / В.В. Перинский, В.Н. Лясников, Г.П. Фетисов. Саратов: издательство СГТУ, 2012. — 1 электрон. опт. диск (CD-R). (№ государственной регистрации 0321203281).

СЕКЦИЯ 12.

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА, ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, ОХРАНА ТРУДА И ЭКОЛОГИЯ

МЕХАНИЗМЫ ДЕТОКСИКАЦИИ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В УРБАНИЗИРОВАННЫХ ПОЧВАХ

Корельская Татьяна Александровна

канд. хим. наук, доцент СГМУ, г. Архангельск

E-mail: takorelskaya@yandex.ru

Никитина Мария Викторовна

канд. хим. наук, старший преподаватель ИЕНБ САФУ

имени М.В. Ломоносова, г. Архангельск

E-mail: vitama@rambler.ru

DETOXIFICATION MECHANISMS OF HEAVY METALS IN THE URBAN SOILS

Tatiana Korelskaya

Ph.D., associate professor, NSMU, Arkhangelsk

Maria Nikitina

PhD, Senior Lecturer, INSB, NArFU named after M. Lomonosov,

Arkhangelsk

Исследования поддержаны грантом РФФИ-м № 12-05-31512

АННОТАЦИЯ

Цель данной работы — исследование протекторной роли почвы по отношению к основным неорганическим поллютантам — тяжёлым

металлам. Для количественного определения тяжелых металлов использовали атомно-адсорбционный метод. Экопротекторную роль гумусовых веществ оценивали, используя метод ИК-спектроскопии и спектрофотометрии. Основную роль в регуляции массообмена тяжелых металлов в почвах выполняют органическое вещество, несиликатные соединения Fe, Mn, Al, а также специфическая сорбции.

ABSTRACT

The aim of the work is the role of the soil protector investigation in relation to the main inorganic pollutants - heavy metals. For the quantitative determination of heavy metals was used atomic adsorption method. Tread role of humic substances evaluated with using IR spectroscopy and spectrophotometry. Main role in the regulation of mass transfer of heavy metals in soils perform organic matter, non-silicate compounds of Fe, Mn, Al, and specific sorption.

Ключевые слова: тяжелые металлы; детоксикация; урбаноземы; органическое вещество.

Keywords: heavy metals, detoxification, urban soil, organic matter.

Одним из наиболее характерных и экологически значимых процессов антропогенного преобразования городской среды является изменение её микроэлементного состава [1, с. 124]. В значительной степени это обусловлено включением в миграционные потоки всех основных цепей техногенных токсикантов, в том числе тяжёлых металлов. В качестве мощного аккумулятора тяжёлых металлов и исходного звена в миграции токсикантов по наземным трофическим цепям выступает почва. Она, в отличие от других природных сред, обладает трансформирующими свойствами по отношению ко многим классам загрязнителей. В ней одновременно протекает ряд процессов, приводящих к перераспределению и изменению физико-химического состояния поллютантов. Городские почвы, выполняя важные экологические функции и являясь универсальным очистителем природной среды, подвергаются значительно более интенсивным нагрузкам, чем естественные или используемые в сельском хозяйстве. Особенность загрязнения городских почв состоит в том, что на относительно небольшой площади сосредоточено значительное количество источников загрязнения.

На базе лаборатории биогеохимических исследований Северного (Арктического) федерального университета проводилось исследование протекторной роли почвы по отношению к основным неорганическим поллютантам — тяжёлым металлам. Оценка антропогенной нагрузки

проводилась путём анализа содержания подвижных форм металлов (Cu, Zn, Pb, Ni, Co, Mn), которые определялись атомно-адсорбционным методом на приборе «Спектр-5». Характер связи металлов с почвенными компонентами определяли путем анализа их фракционного состава по комбинированной схеме, разработанной и обоснованной коллективом Т.М. Минкиной, Г.В. Мотузовой, О.Г. Назаренко и др. [2, с. 1326]. В основе определения различных фракций ТМ лежит применение экстрагирующих растворов, оказывающих влияние на определяемый почвенный компонент или на определенный тип связи иона металла с твердофазными почвенными компонентами. Экопротекторную роль гумусовых веществ оценивали, используя метод ИК-спектроскопии, предварительно выделяя препараты гумусовых кислот по общеизвестной методике, на основе которых были получены медные и цинковые соли [4, с. 121].

В результате исследования было определено полиметаллическое загрязнение почв г.Архангельска. При этом превышение ПДК и фоновых концентраций наблюдается преимущественно для Zn (до 3,5 ПДК) и Cu (до 1,8 ПДК) (табл. 1).

Таблица 1.

Содержание подвижных форм ТМ, мг/кг, в почвах г. Архангельска

Содержание	Cu	Zn	Pb	Ni	Co	Mn
	4,0±1,1 (n=111)*	23,6±3,9 (n=75)	1,3±0,2 (n=88)	0,8±0,2 (n=81)	1,2±0,1 (n=112)	75,5±15,2 (n=91)
ПДК**	3,0	23,0	6,0	4,0	5,0	140,0
Фон***	1,4±0,03	4,6±0,06	0,41±0,01	0,24±0,01	0,40±0,01	20,03±2,41

* n — число исследованных проб

**МУ2.1.7.730-99

***в качестве фоновых значений использовались средние значения по содержанию ТМ в почвах Архангельской области, полученные станцией агрохимической службы «Архангельская»

На примере Zn и Cu выявлены особенности в закреплении металлов в почвах. В городских почвах, по сравнению с естественными незагрязненными, наблюдается уменьшение доли обменных форм цинка (табл. 2). Это видимо является результатом прочного связывания цинка с гуминовыми кислотами (ГК) (множественный коэффициент корреляции при данных значениях pH 6,3—7,4 $R_{Zn^*pH,ГК}=0,70\pm 0,10$), мигрирующими в сопредельные среды. Также наблюдается увеличение содержания специфически сорбированных форм.

Таблица 2.

**Массовая доля подвижных трансформационных форм Zn и Cu
в почвах г. Архангельска, %**

Формы металла	Естественная почва		Городская почва	
	Zn	Cu	Zn	Cu
обменные	33,5	0,6	20,5	1,8
специфически сорбированные	5,6	0	7,9	1,8
связанные с несиликатными соединениями Fe, Al, Mn	24,1	53,8	13,5	40,3
связанные с органическим веществом	17,0	26,5	43,3	41,9
остаточные формы	18,8	19,3	12,1	14,6

Высокая корреляция между содержанием Ca и количеством специфически сорбированных форм Zn ($r=0,90\pm 0,20$) говорит о том, что Zn закрепляется на карбонатах Ca и Mg в виде легко обменных соединений. Вероятно, такого рода закрепление происходит на антропогенных включениях, так как данные почвы характеризуются своеобразным пылевато-гумусным субстратом с примесью антропогенных включений (строительный мусор, асфальт, бетонные плиты, коммуникации), и является довольно непрочным. Значительное количество Zn находится в виде форм, связанных с органическим веществом почвы (43,3 %), что подтверждается наличием положительной корреляционной связи между содержанием Zn в почвах и уровнем их обеспеченности органическим веществом (ОВ) ($r_{Zn,OV}=0,66\pm 0,09$). Увеличение содержания данных форм цинка связано с возрастанием процентного содержания фракции фульвовых кислот (ФК) в городских почвах ($C_{гк} : C_{фк}=0,44\pm 0,05$) по сравнению с естественными ($C_{гк} : C_{фк}=0,65\pm 0,07$). Накопление Zn в данном типе почв происходит в виде форм, связанных преимущественно с фульвокислотами ($R_{Zn*рН,Фк}=0,74\pm 0,20$).

В городских почвах доля обменных форм меди, в отличие от цинка, увеличивается, так как здесь содержание Cu существенно выше. Доля форм, связанных с несиликатными соединениями Fe, Mn, Al, достаточно велика. Соединения Mn участвуют в образовании подвижных трудно обменных форм Cu ($r=0,98\pm 0,20$). Прослеживается обратная корреляционная зависимость между трудно обменными формами и количеством Al ($r=-0,99\pm 0,20$) и Ca ($r=-0,98\pm 0,20$) в почве, а также между легко обменными формами и количеством Ca ($r=-0,77\pm 0,28$), Al ($r=-0,76\pm 0,28$) и Fe ($r=-0,72\pm 0,25$). В связи

с тем, что содержание органического вещества в почве велико, также велика и доля форм Cu, связанного с ним ($r_{Cu,OB}=0,61\pm 0,11$). Вниз по профилю содержание данных форм снижается, причем легко обменные формы меди закрепляются в основном на фульвокислотах ($r_{Cu*рН,ГК}=0,41\pm 0,07$; $r_{Cu*рН,ФК}=0,42\pm 0,10$).

В связи с тем, что роль гумусовых кислот в связывании тяжелых металлов исключительно велика, были проведены исследования, касающиеся механизма взаимодействия Zn и Cu с гуминовыми, фульвовыми и гиматомелановыми кислотами.

Выявление уменьшения интенсивности или смещения полос поглощения при расшифровке ИК-спектров свидетельствует о комплексообразовании гумусовых кислот. На рисунке 1 видно, что в спектре гумата цинка интенсивность полосы поглощения уменьшается в области 3400 см^{-1} , характерной для колебаний -ОН групп и водородных связей. Значительное изменение интенсивности полос поглощения наблюдается в областях характеристических колебаний -CH₂- групп (2920 см^{-1}), ароматических групп, С-О спиртовых групп. Это говорит о том, что эти группы вносят свой вклад в процесс комплексообразования.

Появляется полоса антисимметричных валентных колебаний в области 1550 см^{-1} и более слабая полоса симметричных колебаний около 1400 см^{-1} , что указывает на наличие карбоксилат — иона; исчезает полоса поглощения в области 1620 см^{-1} , характеризующая присутствие карбоксильной группы в исходном образце ГК. Аналогичные изменения наблюдаются и в спектрах гуматов меди. Таким образом, значительную роль в связывании ионов Zn²⁺ и Cu²⁺ играют карбоксильные и гидроксильные группы, а также возможно осуществление комплексообразования осуществляется за счет аминных и иминных групп.

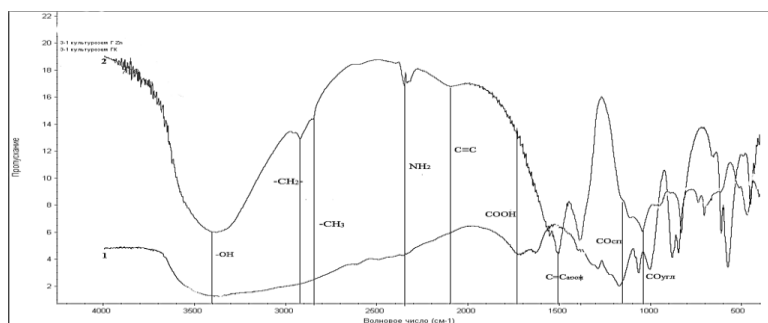


Рисунок 1. ИК-спектр гуминовой кислоты (1) и гумата цинка (2), выделенных из культурозема

Это обусловлено смещением и изменением полосы поглощения в области 1450 см^{-1} и 1300 см^{-1} . Отмечается появление дополнительной узкой полосы поглощения в области 2350 см^{-1} . При исследовании ИК-спектров гиматомелановых кислот и солей $\text{Zn}^{2+}\text{ГМК}$ ($\text{Cu}^{2+}\text{ГМК}$), и фульвокислот и солей $\text{Zn}^{2+}\text{ФК}$ ($\text{Cu}^{2+}\text{ФК}$), наблюдается то же смещение полос поглощения, что и для гуминовых кислот.

Таким образом, на примере Zn и Cu выявлены особенности в закреплении химических элементов в почвах урболандшафтов. На опесчаненных городских почвах увеличена доля легкообменных форм Zn и Cu , которые в условиях промывного типа водного режима могут поступать в подземные воды и поглощаться растениями, загрязняя их. Закрепление Zn происходит за счет связывания с органическим веществом и с несиликатными соединениями Fe , Mn , Al , а Cu ещё и за счёт специфической сорбции. В почвах с длительным урбоиспользованием доля легкообменных форм Zn велика, а Cu незначительна. В городских почвах по сравнению с фоновыми почвами доля остаточных (прочно закреплённых) форм значительно ниже.

Список литературы:

1. Климентьев А.И. Геоэкологическая оценка почвенного покрова урбанизированных территорий (на примере г. Оренбурга) / А.И. Климентьев, И.В. Ложкин, А.П. Трубин ; Екатеринбург : УрО РАН, 2006. — 181 с.
2. Минкина, Т.М. Комбинированный приём фракционирования соединений металлов в почвах / Т.М. Минкина, Г.В. Мотузова, О.Г. Назаренко, В.С. Крыщенко, С.С. Манджиева // Почвоведение. — 2008. — № 11. — С. 1324—1333.
3. Методические указания: Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест: МУ 2.1.7.730-99 : утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 7.02.1999: введ. в действие с 05.04.1999 . — М., 1999.
4. Орлов Д.С, Гришина Л.А. Практикум по химии гумуса: Учеб. пособие. — М: Изд-во Моск. ун-та, 1981. 272 с.

МЕТОДИКА КОРРЕКЦИИ НОРМАТИВНОГО КОЭФФИЦИЕНТА ЗАПАСА С УЧЁТОМ ОГРАНИЧЕНИЙ НА РИСК

Шатов Михаил Михайлович

*аспирант, Южно-Уральский Государственный Университет
г. Челябинск*

E-mail: my.boxmail@mail.ru

METHOD OF CORRECTION OF STANDARD SAFETY FACTOR WITH ACCOUNT OF RISK LIMIT

Shatov Mikhail Mikhailovich

*Graduate student, South Ural State University,
Chelyabinsk*

E-mail: my.boxmail@mail.ru

АННОТАЦИЯ

Излагаемая методика основана на сопоставлении вероятностных и детерминированных расчётов, выявлении связи между ними и может быть использована для коррекции коэффициента запаса в изменившихся условиях изготовления или эксплуатации конструкций так, чтобы уровень надёжности был не ниже прежнего.

ABSTRACT

The method presented is based on comparison of calculus of probability and nonprobability and on revealing connection between them. This method could be used for safety factor correction under the changed conditions of production and operation of structures so that the integrity level wouldn't be lower than the previous one.

Ключевые слова: риск; вероятность отказа; коэффициент запаса.

Key words: risk; failure rate; safety factor.

Разрабатываемые новые методы проектирования различных классов конструкций основаны на понятии риска. Понятие «риск» в какой-либо форме интегрирует частоту опасного события и ущерб от него. Существует ряд нормативных документов [7, 8, 3—5],

ограничивающих допустимую вероятность опасных событий в зависимости от причиняемого ущерба, так, например, частота отказов с катастрофическими последствиями ограничена величиной 10^{-6} в год.

Требования считать частоту отказов привели к тому, что в настоящее время осуществляется переход от детерминированных расчётов на прочность к вероятностным. Любой расчёт на прочность сводится к сопоставлению двух величин, одна из которых характеризует прочность, а другая нагруженность. В детерминированных расчётах такими величинами являются расчётный и нормативный коэффициент запаса, а в вероятностных — расчётная вероятность отказа и предельная расчётная вероятность отказа (ПРВО). Практика вероятностных расчётов показывает, что использование допустимой частоты [7, 8, 3—5] в качестве величины, характеризующей прочность, не состоятельно — расчётная и реальная вероятности отказов не совпадают на несколько порядков [2, с. 128] в силу недостатка исходных данных в области маловероятных значений случайных величин («хвостах» функций распределений) [6].

ПРВО, как и нормативный коэффициент запаса, «связана» с методами расчёта и принимаемыми недоказуемыми гипотезами (при изменении методов расчёта и принимаемых гипотез ПРВО изменится, а допустимая вероятность нет). В [1] было показано, что при принятии некоторых гипотез и ограничений расчётная вероятность отказа может быть связана с коэффициентом запаса функциональной зависимостью, нормативному коэффициенту запаса может быть поставлено в соответствие значение ПРВО (и $[n]$, и $[P]$ соответствует один и тот же некоторый уровень надёжности). ПРВО $[P]$ является некоторой функцией от нормативного коэффициента запаса $[n]$, характеристик разброса параметра прочности k_s и нагрузки k_l , а также от вида законов распределения параметров нагрузки f_l и прочности f_s : $[P] = f(k_l, k_s, f_l, f_s, [n])$ (рисунок 1).

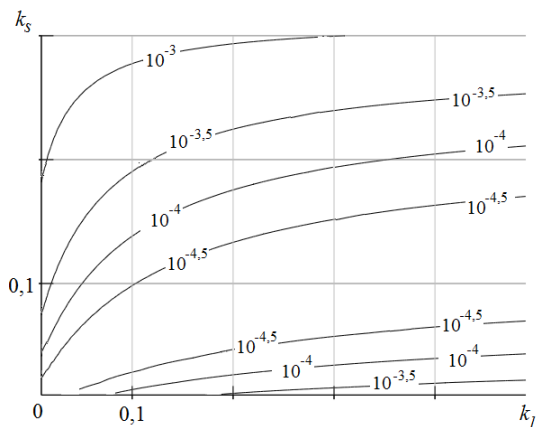


Рисунок 1. Зависимость ПРВО от коэффициентов вариации нагрузки k_l и прочности k_s , f_l, f_s нормальный закон, $[n] = 1$

Особенностью детерминированных методик является то, что коэффициент запаса — это нормированная величина, полученная эмпирическим путём, и, как любая эмпирическая величина, она привязана к условиям эксплуатации и технологии производства изделий (определённый диапазон изменения коэффициентов k_s , k_l , а также характерные законы распределений f_l и f_s). С другой стороны, разрабатываемые регламенты вероятностных расчётов позволяют более аккуратно учесть характеристики разброса (k_s , k_l , f_l и f_s), но их ещё предстоит опробовать обширной практикой, а это очень затратно.

Связь между ПРВО и нормативным коэффициентом запаса однозначна, её можно обратить: $[n] = f^{-1}(k_l, k_s, f_l, f_s, [P])$, если f_l и f_s отличны от нуля на всей числовой оси. Таким образом, наличие этой связи позволяет не только передать разрабатываемым вероятностным методикам опыт эксплуатации, заложенный в детерминированных методиках через значение ПРВО, но и сделать детерминированные методики более гибкими: нормативный коэффициент запаса можно скорректировать, в случае изменения условий эксплуатации (аргументов k_l, k_s, f_l, f_s), из условия, например, чтобы предельные

расчётные вероятности отказа в прежних и изменившихся условиях совпадали. Поступая таким образом, можно сохранить опыт, накопленный в определённых условиях эксплуатации, и перенести его в изменившиеся условия.

Предположим, что нормативный коэффициент запаса можно представить в виде:

$$[n] = \prod_{i=1}^k n_i; \quad (1)$$

где: $[n]$ — нормативный коэффициент запаса;

n_i — множитель, компенсирующий i -ую неточность.

Представление нормативного коэффициента запаса в виде (1) не принципиально, возможно использование и других зависимостей. В этом случае все рассуждения и вычисления необходимо будет повторить для иного определения нормативного коэффициента запаса.

Выделим из множества неопределённостей и ошибок (1), которые компенсирует коэффициент запаса, две: ошибки вследствие замены вероятностных расчётов детерминированными расчётами (n_1) и ошибки определения минимальных свойств и максимальной нагрузки по ограниченному числу экспериментальных данных (погрешности аппроксимации «хвостов» распределений) (n_2).

Множитель n_1 показывает, во сколько раз нужно скорректировать коэффициент запаса, чтобы ПРВО во всей области (k_l, k_s) была равна заданному значению $[\tilde{P}]$, при условии, что вид законов распределения характеристик прочности f_s и нагрузки f_l не изменился. Множитель n_2 показывает, во сколько раз нужно скорректировать коэффициент запаса, чтобы ПРВО во всей области (k_l, k_s) была не более заданного значения $[\tilde{P}]$, при условии, что действительный вид законов распределения характеристик прочности f_s и/или нагрузки f_l может отличаться от законов распределения, используемого в расчёте.

С учётом определения нормативного коэффициента запаса в форме (1), корректировка $[n]$, при изменении условий эксплуатации, может осуществляться исходя из соотношения:

$$\frac{[\bar{n}]}{[n]} = \prod_{i=1}^k \frac{n_i(\bar{k}_l, \bar{k}_s, \bar{f}_l, \bar{f}_s, [\tilde{P}])}{n_i(k_l, k_s, f_l, f_s, [P])}, \quad (2)$$

где: $[\bar{n}]$ — коэффициент запаса в новых условиях, характеризующимися аргументами $\bar{k}_l, \bar{k}_s, \bar{f}_l, \bar{f}_s, [\tilde{P}]$.

$[n]$ — коэффициент запаса в старых условиях, характеризующимися аргументами $k_l, k_s, f_l, f_s, [P]$.

$n_i(\bar{k}_l, \bar{k}_s, \bar{f}_l, \bar{f}_s, [\tilde{P}])$ — один из i множителей, составляющих нормативный коэффициент запаса, который, так или иначе, зависит от изменяющихся условий, характеризующимися аргументами $k_l, k_s, f_l, f_s, [P]$.

На рисунках 2, 3 приведены результаты расчёта n_1 и n_2 исходя из того, что $[P] = 10^{-6}$, f_l, f_s — нормальный закон.

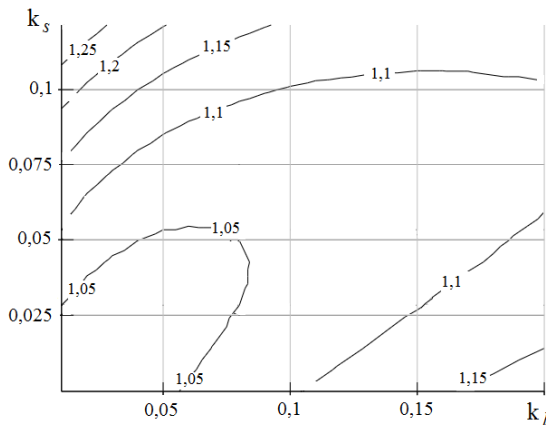


Рисунок 2. Распределение множителя n_1 (см. текст)

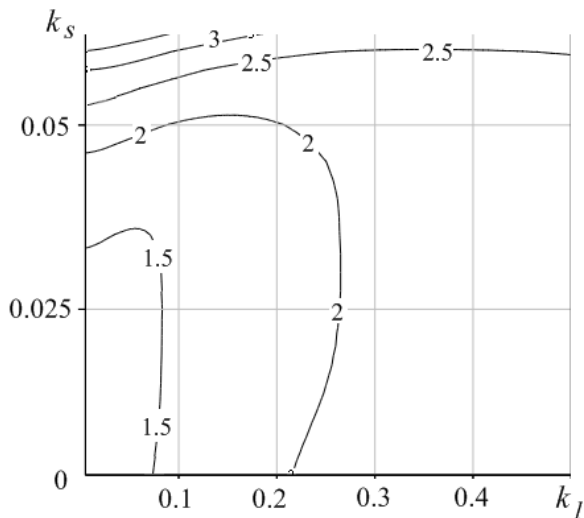


Рисунок 3. Распределение множителя n_2 (см. текст), посчитанного из предположения, что действительные распределения прочности (f_s — закон Лапласа) и нагрузки (f_l — закон Лапласа) ошибочно аппроксимированы нормальным законом

Величина $[\tilde{P}]$ определяет область определения величин n_1 и n_2 : не во всей области (k_l, k_s) можно обеспечить требование не превышения расчётной вероятностью значения $[\tilde{P}]$. Чем меньше $[\tilde{P}]$, тем меньше область определения (ограничения накладывается на значение параметра k_s).

Рассмотрим пример коррекции коэффициента запаса с использованием полученных результатов (рисунки 2, 3). Предположим, что прежние условия характеризуются значениями $k_l = 0.1$, $k_s = 0.025$, а изменившиеся условия — $\bar{k}_l = 0.2$, $\bar{k}_s = 0.05$. Значение нормативного коэффициента запаса в изменившихся условиях определяем согласно (2):

$$\overline{[n]} = [n] \frac{n_1(\overline{k}_l, \overline{k}_s) n_2(\overline{k}_l, \overline{k}_s)}{n_1(k_l, k_s) n_2(k_l, k_s)} = [n] \frac{1,12}{1,06} \frac{2}{1,53} = 1,38[n].$$

Список литературы:

1. Анализ рисков отказов при функционировании потенциально опасных объектов / Махутов Н.А., Шатов М.М. [и др.] // Проблемы анализа риска, том 9. — 2012. — № 3. — С. 8—21.
2. Безопасность России / по ред. Н.А. Махутова. — М.: МГФ «Знание», 2006. — Т. 2.
3. ГОСТ Р 51344-99 Безопасность машин. Принципы оценки и определения риска. — М.: Госстандарт, 1999. — С. 15.
4. ГОСТ Р 51901.1-2002 Анализ риска технологических систем. — М.: Госстандарт, 2003.
5. ГОСТ Р 51901-2002 Безопасность механизмов. — М.: Госстандарт, 2002.
6. Чернявский А.О., Шадчин А.В. Оценка достоверности расчёта малой вероятности разрушения для единичной конструкции // Проблемы машиностроения и надёжности машин. — 2010. — № 4. — С. 118—123.
7. API 580 Risk-Based Inspection. — First edition, may 2002.
8. BS 7910. Guide on methods for assessing the acceptability of flaws in metallic structures.

ФОТОХИМИЧЕСКИЙ РЕАКТОР ОКИСЛЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ В ШАХТНЫХ ВОДАХ

Шейнкман Леонид Элярдович

*д-р техн. наук, профессор Тульского государственного университета,
г. Тула,
E-mail: eliard@yandex.ru*

Дергунов Дмитрий Викторович

*канд. техн. наук, инженер Тульского государственного университета,
г. Тула,
E-mail: dmitrov83@mail.ru*

PHOTOCHEMICAL REACTOR OXIDATION OF ORGANICSUBSTANCES IN MINE WATERS

Leonid Sheinkman

Doctor of Technical Sciences, Professor of Tula State University, Tula

Dmitry Dergunov

Candidate of Technical Sciences, Engineer of Tula State University, Tula

АННОТАЦИЯ

Рассмотрен фотохимический реактор окисления фенольных стоков угольных шахт, направленный на повышение уровня очистки.

ABSTRACT

Considered photochemical oxidation reactor effluent phenol coal mines aimed at improving treatment.

Ключевые слова: шахтные воды; загрязнение; фенол; очистка.

Keywords: mining; pollution; phenol; cleaning.

В горнодобывающей промышленности могут встретиться три типа сточных вод: откачиваемые шахтные воды; сточные воды обогатительных цехов и предприятий, расположенных на территории рудника; инфильтрационные воды, затопляющие заброшенную шахту.

Поскольку сброс откачиваемых шахтных вод без предварительной очистки может вызвать серьезное загрязнение природной среды, необходимо предусматривать их обработку, технология которой должна определяться в каждом конкретном случае.

Среди загрязняющих шахтную воду органических веществ особое место занимают фенолы, которые по степени загрязнения гидросферы занимают третье место после нефтепродуктов и тяжелых металлов [2].

Существующие технологии очистки предусматривают осветление предварительно скоагулированных шахтных вод в осветлителях со слоем взвешенного осадка, доочистку осветленных вод до установленных норм на скорых фильтрах, обеззараживание жидким хлором и обезвоживанием уловленных осадков и стуженных шламов. Применяются методы коагуляции и флокуляции [1].

Современным, эффективным и экологически безопасным способом очистки шахтных сточных вод являются методы, основанные на усовершенствованных окислительных процессах, предусматривающие воздействие на загрязненную органическими соединениями воду окислителей: перекиси водорода и солей железа (III) совместно с ультрафиолетовой активацией — AOP системы (Advanced Oxidation Processes). Ключевой ступенью очистки в AOP технологии является стационарный фотохимический реактор с погруженными источниками излучения, обеспечивающими необходимый ультрафиолетовый поток для полной детоксикации фенольных загрязнителей.

Рассмотрим определение параметров фотохимического реактора на примере очистки фенолсодержащих сточных вод Печорского угольного бассейна.

При использовании трубчатой ртутной газоразрядной лампы низкого давления Philips UVA TL 100W/209-R 1SL с параметрами: мощность $P=100$ Вт; длина волны $\lambda=365$ нм; УФ-поток $F_{UV}=24$ Вт в качестве источника излучения, определялось количество фенольного соединения, окисляемого системой фото-Фентона (Раффа) [5].

Интенсивность излучения фотонов лампой определяется, как:

$$\nu_{UV}=E_{UV}/E_{hv}, \quad (1)$$

где: ν_{UV} — интенсивность излучения фотонов лампой, c^{-1} ;
 E_{UV} — энергетический поток лампы, Вт;
 E_{hv} — энергия фотона, Дж.

Интенсивность излучения фотонов лампой Philips UVA TL 100W/209-R 1SL при $\lambda=365$ нм составит (1): $\nu_{UV}=24/54, 5 \cdot 10^{-20} = 0,44 \cdot 10^{20} \text{ с}^{-1}$

Количество молекул фенольного соединения, деструктурирующих в единицу времени определяется по формуле (2):

$$N_{ph} = \nu_{UV} \cdot \varphi, \quad (2)$$

где: N_{ph} — количество деструктурирующих молекул фенольного соединения;

ν_{UV} — интенсивность излучения фотонов источником облучения, с^{-1} ;

φ — квантовый выход.

Учитывая, значение квантового выхода окисления ВРА составляет $\varphi=1,11 \cdot 10^{-3}$ [5], то количество окисленных молекул в единицу времени, определяемое по (2) будет равно: $N_{ph}=0,44 \cdot 10^{20} \cdot 1,1 \cdot 10^{-3}=0,484 \cdot 10^{17} \text{ с}^{-1}$.

Определяя количество молекул фенольного загрязнителя, окисленных за время $t=120 \text{ ч}=432 \text{ 000 с}$, получаем

$$N_{ph}(t)=N_{ph} \cdot t=0,484 \cdot 10^{17} \cdot 432 \cdot 10^3=209088 \cdot 10^{17} \text{ молекул.}$$

Количество молей вещества, разлагаемых за время t составит:

$$N_{ph}(m)=N_{ph}(t)/N_A=209088 \cdot 10^{17}/6,022 \cdot 10^{23}=0,03472 \text{ моль.}$$

Количество разлагаемого вещества за время t в объеме V определяется по формуле (3):

$$N_{destr}(t)=Q \cdot t \cdot P \cdot C_M/100, \quad (3)$$

где: $N_{destr}(t)$ — концентрация разлагаемого вещества за время t , моль;

Q — расход, $\text{м}^3/\text{с}$;

P — уровень снижения концентрации, %;

C_M — молярная концентрация загрязнителя, $\text{моль}/\text{м}^3$; t — время, с .

Концентрацию фенола $C=0,006 \text{ мг/л}$ ($C_M=C/Mr(C_6H_5OH)=0,006/94,11=6,376 \cdot 10^{-5} \text{ моль}/\text{м}^3$), содержащегося в шахтных сточных водах шахт Воркутинского промышленного района (Печорский угольный бассейн), расходом $Q=300 \text{ м}^3/\text{ч}$ ($0,0833 \text{ м}^3/\text{с}$), необходимо обезвредить с эффективностью 83,33 %, время очистки, определенное технологическим процессом составляет 120 ч.

Исходя из этих условий, в соответствии с (3) определим разлагаемое количество фенола: $N_{\text{destr}}(t) = 0,0833 \cdot 432000 \cdot 83,33 \cdot 6,376 \cdot 10^{-7} = 191195,8399 \cdot 10^{-5}$ моль.

Таким образом, количество ламп, необходимое для фотокаталитического окисления фенольных соединений, сбрасываемых в составе шахтных сточных вод концентрацией 0,006 мг/л составит: $N_{\text{lamps}} = N_{\text{destr}}(t) / N_{\text{ph}}(m) = 55$ ламп.

Учитывая, что коэффициенты поглощения лучей слоем воды и отражателем, принимаемыми согласно [4] равными 0,9, то необходимое количество ультрафиолетовых ламп можно принять равным 60 шт.

Высота слоя обрабатываемой воды n определяется из выражения (4) [3]:

$$n = - [\lg(1 - \eta_n)] / \alpha l e, \quad (4)$$

где: n — высота слоя обрабатываемой воды, см;

η_n — коэффициент использования УФ потока;

α — коэффициент поглощения облучаемой воды, см^{-1} .

Задавшись величинами коэффициентов использования УФ потока $\eta_n = 0,9$ [3, 4] и поглощения воды после осветления на стадиях механической и физико-химической очистки $\alpha = 0,2 \text{ см}^{-1}$, в соответствии с (4) получаем величину слоя обрабатываемой воды: $n = 11,5$ см.

С учетом слоя обрабатываемой воды и необходимого количества ламп, стационарный реактор ультрафиолетовой обработки воды может быть представлен контейнером, имеющим форму прямоугольного параллелепипеда, в который устанавливаются кассеты с ультрафиолетовыми лампами (рис. 1).

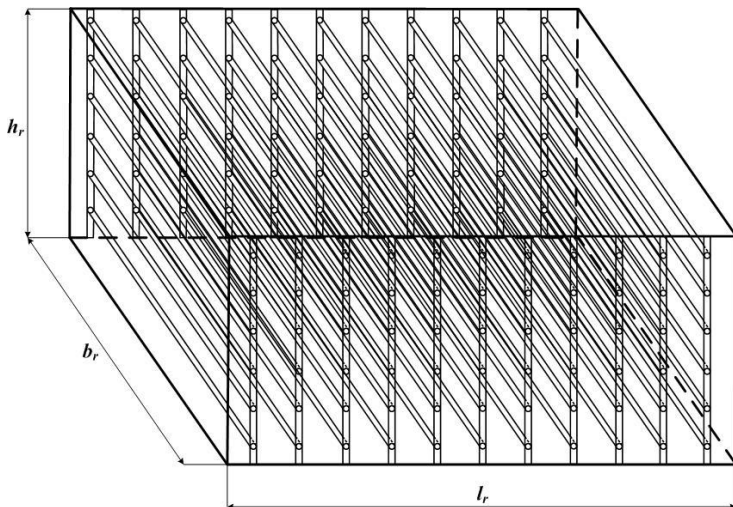


Рисунок 1. Схема стационарного фотохимического реактора

Параметры фотохимического реактора:

- габариты лампы: длина $l_{\text{ламп}}=1,77$ м; диаметр $d_{\text{ламп}}=0,0405$ м; диаметр кварцевого чехла $d_{\text{кч}}=0,045$ м;
- число секций — $n_s=11$ шт. по 6 ламп в каждой (одна резервная секция добавляется на случай замены ламп), которые размещаются в секциях на расстоянии $k_2=2n$ ($n=0,115$ м) друг от друга, также как и секции; от стенок реактора на $k_1=n$;
- длина, ширина и высота реактора (внутренние) определяются как $l_r=22n+11d_{\text{кч}}$; $b_r=l_{\text{ламп}}$; $h_r=12n+6d_{\text{кч}}$ и равны соответственно

$$l_r=3 \text{ м}, b_r=1,77 \text{ м}, h_r=1,62 \text{ м}; \text{ объем реактора — } V_r=8,6 \text{ м}^3.$$

Лампы устанавливаются в реакторе в кварцевых чехлах. Объем заполняемой воды, соответствует разности объема реактора и общего объема, занимаемого кварцевыми чехлами. Так как кварцевый чехол, защищающий лампу от повреждений цилиндрической формы, то его объем определяется следующим образом: $V_{\text{ч}}=\pi R^2 H=3,14 \cdot (0,045/2)^2 \cdot 1,77=2,8136 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$.

Исходя из того, что число ламп в реакторе 66 шт., то общий объем чехлов составит $0,2 \text{ м}^3$, а объем воды, наполняющей реактор $8,4 \text{ м}^3$.

Рассматриваемый фотохимический реактор окисления органических загрязнителей является частью модульной системы локальной очистки шахтных вод. При изменении начальных параметров, при расчете реактора, конструкция его может быть модифицирована под требуемые технико-экономические условия очистки шахтных стоков.

Список литературы:

1. Алексеев Е.В. Физико-химическая очистка сточных вод: учебное пособие. М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2007. 248 с.
2. Дергунов Д.В. Очистка загрязненных органическими соединениями шахтных вод при подземной добыче угля: Автореф. дис. канд. техн. наук. Тула, 2012. 22 с.
3. Основы химии и технологии воды / Кульский Л.А.; Отв. ред. Строкач П.П.; АН УССР. Ин-т коллоидной химии и химии воды им. А.В. Думанского. Киев: Наук. думка, 1991. 568 с., ил.
4. Соколов В.Ф. Обеззараживание воды бактерицидными лучами. М.: Стройиздат, 1964. 233 с.: ил.
5. Соколов Э.М., Шейнкман Л.Э., Дергунов Д.В. Фотохимическая очистка фенолсодержащих сточных вод, образующихся при добыче угля // Экология и промышленность России. 2012. № 4. С. 36—39.

СЕКЦИЯ 13.

ИНЖИНИРИНГОВЫЕ И НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И ПЛАТФОРМЫ

ПОДСИСТЕМА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПСИХОЭМОЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ЧЕЛОВЕКА

Никитин Виктор Викторович

инженер, ООО «Ongnet»,

г. Горно-Алтайск

E-mail: nikitin.aktash@mail.ru

SUBSYSTEM DEFINITION OF HUMAN PSYCHOEMOTIONAL SITUATION

Viktor Nikitin

engineer of "Ongnet",

Gorno-Altaysk

АННОТАЦИЯ

В статье рассмотрены вопросы классификации подсистемы определения психоэмоционального состояния человека по ряду признаков. Сделан вывод о ее принадлежности к Р-системам. Описан ее состав, который непосредственно необходим для комплексного выполнения функций, приведена модель сенсора данной подсистемы.

ABSTRACT

The paper deals with the classification of the subsystem definition of emotional state of a person on a number of grounds. It is concluded that it belonged to the P-systems. Describes its structure, which is directly necessary for the implementation of complex functions. Sensor model of this subsystem is briefly described in the article.

Ключевые слова: интеллектуальные системы; психоэмоциональное состояние; модель; датчик; идентификация; абонент.

Keywords: intelligent systems; psycho-emotional state; model; sensor identification; subscriber.

В современном мире при разработке и внедрения интеллектуальных информационных систем подсистема определения психоэмоционального состояния человека (абонента) должна закладываться на ранних этапах жизненного цикла систем связи и одной из функций реализовывать возможность определения достоверности (истинности/ложности) передаваемой информации. Несмотря на постоянную потребность в установлении объективной истины, на настоящий момент не существует надежных способов реализации указанной функции, что представляет собой проблему исследования.

Все существующие примеры использования подсистемы определения психоэмоционального состояния человека в системах связи в настоящее время преследуют главной целью повышение безопасности на объектах различной инфраструктуры. Основной их чертой является идентификация участников системы и определение их персональных данных. Как следствие, эти подсистемы имеют одностороннюю объектно-ориентированную связь (человек-машина), что не совсем приемлемо для полноценного использования в интеллектуальных информационных системах. Данные подсистемы не учитывают комплексных методов считывания информации с абонентов, отсутствует реализация переданной информации по каналам связи.

Подсистема психоэмоциональной оценки человека по характеру изменения значений переменных относится к подсистемам с непрерывными состояниями (плавное изменение эмоционального состояния), для которых характерен плавный переход из состояния в состояние, обусловленный тем, что переменные, описывающие состояния, могут принимать любые значения из некоторого интервала, т. е. переменные являются непрерывными величинами. Но при этом же можно столкнуться и с ее дискретными состояниями (признаки агрессии), для которых характерен скачкообразный переход из состояния в состояние, обусловленный тем, что переменные, описывающие состояния системы, изменяются скачкообразно. При этом особое внимание следует отнести именно к рассмотрению вопросов о дискретных состояниях, их фиксированием самой подсистемой, анализа и классификации.

По характеру протекающих процессов в подсистеме психоэмоциональной оценки субъекта исследования ее можно отнести к стохастическим системам, в которых процессы функционирования развиваются под влиянием случайных факторов (внешних или внутренних), т. е. процессы являются случайными. В зависимости от характера функционирования во времени анализируемая подсистема функционирует в непрерывном времени, когда переходы между состояниями системы возможны в любые (а, значит, в случайные) моменты времени. В зависимости от режима функционирования данная подсистема относится к классу систем с установившимся (стационарным) режимом.

Подводя итог проведенной выше классификации, можно сделать вывод о том, что подсистема определения психоэмоциональной оценки человека относится к стохастическим системам с дискретными состояниями (что важно для фиксации и детектирования эмоционального состояния), функционирующим в непрерывном времени. Ее можно приближенно считать вероятностным автоматами или Р-системой (*probability* — вероятность).

Количественно подсистема определения психоэмоционального состояния описывается совокупностью величин, которые могут быть разбиты на два класса: параметры (I), описывающие первичные свойства системы и являющиеся исходными данными для подсистемы и характеристики (X), описывающие вторичные свойства системы и определяемые как функции параметров системы: $X=f(I)$.

Как и любая система в целом подсистема оценки психоэмоционального состояния человека должна включать в себя датчики, которые будут производить съем информации об исследуемом субъекте. В настоящее время все существующие методы и способы определения психоэмоционального состояния можно классифицировать по способам считывания информации с исследуемого человека: тактильный, аудиоальный (речь и неречевые звуки), визуальный [1]. В разрабатываемой подсистеме планируется использовать комбинированный способ получения и анализу информации о психоэмоциональном состоянии человека, т. е. совмещенные по ряду признаков методы проведения исследований. Данное совмещение преследует единственную цель — повышение достоверности полученных результатов. Например, учитывая, что надежность полиграфического анализа психоэмоционального состояния человека не всегда удовлетворяет потребителя (75—85 % по разным оценкам), комплексная система «полиграф-тепловизор» может заметно снизить остроту вопроса с обеспечением надежности результатов [2].

Аналогичный эффект достигается и при применении определения психоэмоционального состояния человека по голосу и использования методов виброизображения. При этом теряются некоторые важные преимущества, такие как возможность проведения скрытого исследования, что в некоторых случаях допустимо.

Сенсоры (датчики) подсистемы оценки психоэмоционального состояния участника требуют отдельного внимания в процессе моделирования самой подсистемы. Структурная схема датчика с воздействующими сигналами представлена на рис. 1. Случайная составляющая $g(t)$ измеряемого процесса (тактильные, визуальные или аудиальные данные, в зависимости от типа сенсора в подсистеме) задана спектральной плотностью $Sg(w)$; детерминированная — сигналом $u(t)$; $h(t)=g(t)+u(t)$ — полный информационный процесс (ИП); $f(t)=h(t)+n(t)$ — измерение процесса $h(t)$ с аддитивными шумами $n(t)$ (задана спектральная плотность шума — $Sn(w)$); $v(t)$ — возмущающее действие на датчик; $h^*(t)$ — выходной сигнал датчика; $W(s)$ — передаточная функция.

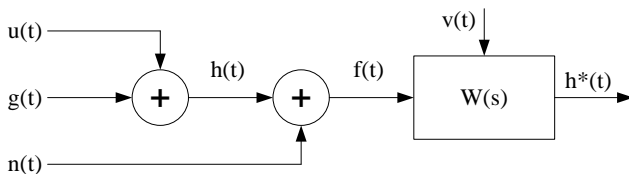


Рисунок. 1. Структурная схема датчика

Стоит отметить, что представленная обобщенная модель сенсора подсистемы оценки психоэмоционального состояния человека отражает общие черты модели. В каждом конкретном случае, в зависимости от канала по которому будет производиться считывание информации об объекте исследования (аудио-, видеосигнал и тактильные данные), необходимо будет вносить коррективы в представленную модель.

Неотъемлемой частью состава подсистемы является модуль обработки и анализа полученной с помощью сенсоров информации, а при применении данной подсистемы определения психоэмоционального состояния абонента в системе связи необходимо еще проработать вопрос о передаче полученных и проанализированных данных конечному пользователю (абоненту). Блок обработки и анализа информации будет строиться по магистрально-модульному

принципу, что позволит четко разделять функциональные возможности самой подсистемы, ускорит процесс обработки полученных данных.

С развитием современных технических аспектов систем связи, в настоящее время остро не стоит вопрос о предоставлении выделенных лимитов (в разумных пределах) для организации каналов связи, что позволит облегчить создание блока передачи/приема данных о психоэмоциональном состоянии абонента системы связи. При этом возникают проблемы юридического характера — о сохранении персональных данных об абоненте при их передаче, что обуславливает проработку еще одного модуля устойчивого шифрования передаваемых по сети связи данных. В открытом режиме информацию о психоэмоциональном состоянии абонента системы связи передавать будет неэтично.

Экстраполируя существующие возможности по применению системы определения психоэмоционального состояния абонента системы связи можно сделать вывод о необходимости более детальных и глубоких исследованиях в направлении ее разработки и моделирования.

Список литературы:

1. Варламов В.А. Детектор лжи. Краснодар. 2009.
2. Епифанцев Б.Н., Мекин А.Н. О корреляционных связях полиграфа Доклады ТУСУРа, № 1 (21), 2010, ч. 1. С. 103—107.

«ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ – ОТ ТЕОРИИ К ПРАКТИКЕ»

Часть II

Материалы XVII международной заочной научно-практической
конференции

23 января 2013 г.

В авторской редакции

Подписано в печать 31.01.13. Формат бумаги 60x84/16.
Бумага офсет №1. Гарнитура Times. Печать цифровая.
Усл. печ. л. 9. 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