

International United Academy of Sciences

General question of world science

Collection of scientific papers

on materials

VII International Scientific Conference

30.03.2019

Part 2



Brussel 2019

General question of world science. Collection of scientific papers, on materials of the international scientific-practical conference 31.03.2019, Ed. SIC "Science Russia", 2019. - 88 p.

Общие вопросы мировой науки. Сборник научных трудов, по материалам международной научно-практической конференции. 30.03.2019. Изд. "Наука России", 2019. - 88 с.

SPLN 001-000001-0423-GQ
DOI 10.18411/gq-30-03-2019-p2
IDSP sciencerussia-30-03-2019-p2

The collection of scientific papers of the materials collected from different areas of scientific knowledge. This publication contains all the materials that were sent to the VII international scientific conference "**General question of world science**"

The collection is intended for researchers, teachers and students

All materials contained in the book, published in the author's version. The editors do not make adjustments in scientific articles. Responsibility for the information published in the materials on display, are the authors.

The electronic version of the collection is available online scientific publishing center «Science Conf" Site center: science-conf.com

UDC 001.1
LBC 60

Contents

SECTION VIII. MEDICINE	5
Гасымзаде Г.Ш. Диагностическая значимость неинвазивных методов обследования у больных с сочетанной абдоминальной травмой	5
Иванов А.С., Олесова В.Н., Шматов К.В., Заславский Р.С., Лернер А.Я. Анализ элементного состава костной ткани в процессе остеоинтеграции дентальных имплантантов.....	8
Ивлева С.А. Анализ мотивации специалистов со средним профессиональным образованием к интеграции в систему непрерывного медицинского образования (результаты пилотного исследования)	12
Кузнецов А.В., Филимонова Л.Б., Романов С.А. Миллиметровые волны и их действие на биологические объекты (обзор литературы)	16
Лашко И. С., Олесов Е.Е., Калинина А.Н., Степанов А. Ф., Царев В.Н. Микробиологическое обоснование использования хвойной зелени деревьев для лечения пародонтита и периимплантита	20
Маль Г.С., Лазурина Л.П. Коррекция гиперлипидемии у больных ишемической болезнью сердца в сочетании с инфекцией	24
Сметанин В.Н. Вопросы применения химических средств стерилизации в профилактике ИСМП.....	28
Файзуллина Р.М., Шангареева З.А., Гафурова Р.Р., Корнейчук Л.С., Тимофеева О.Н. Факторы риска развития пищевой аллергии у детей	33
Tagiyeva F.A. Diagnosis of causes of obesity in pregnant patients.....	36
SECTION IX. PHYSICS	39
Полвонов Б.З., Насиров М., Мирзаев В., Разиков Ж. Диагностика полупроводниковых материалов методом поляритонной люминесценции.....	39
Рахмонов Т.И., Мухаммадюблов Х.Э., Сулаймонов Х.М., Юлдашев Н.Х. Фото- и тензоэлектрические свойства тонких поликристаллических пленок CdTe, CdSe, ZnTe на прозрачных диэлектрических подложках, полученных методом дискретного испарения в вакууме	42
SECTION X. MATHEMATICS	48
Сосина Н.А. Формализация задачи выбора оптимального срока инвестиционного хранения	48
SECTION XI. TECHNICAL SCIENCE	51
Ивакин Р.Я., Петров В.М., Яковлев С.П. К вопросу об условиях существования бездефектной надмолекулярной структуры ориентированных «кристаллических» композиционных термопластов	51

Кузнецов Д.Н., Сазыкин В.Г., Беляева С.Ю. Изменение напряженно-деформированного состояния стенки стальной балки двутаврового сечения при помощи установки продольного ребра	56
Матюхина Н.Н., Миргородская А.Г., Шкидюк М.В., Дон Т.А., Бедрицкая О.К. Исследование потребительских характеристик смеси для кальяна	62
Налетов В.А. Выбор оптимальных параметров процессов превращения вещества в задачах проектирования химико-технологических систем	66
Оденбах И.А. Повышение энергоэффективности в системах теплоснабжения	70
Петухова Ю.Н., Ильина С.И., Носырев М.А., Николаев А.В. Применение и тенденции совершенствования насадок промышленности.....	74
Попова Н.В. Пережогина Т.А. Обзор методик и способов сбора аэрозоля никотиносодержащей продукции	76
Sarsembekov T.K., Zherebyatyeva N.A. Economic analysis of processing of various titanium-containing raw materials to obtain titanium, vanadium and niobium	82

SECTION VIII. MEDICINE**Гасымзаде Г.Ш.****Диагностическая значимость неинвазивных методов обследования у больных с сочетанной абдоминальной травмой***Азербайджанский Государственный Институт Усовершенствования Врачей
им. А.Алиева
(Азербайджан, Баку)**doi 10.18411/gq-30-03-2019-26**idsp sciencerussia-30-03-2019-26***Аннотация**

У 88 пациентов с сочетанной травмой живота проанализированы результаты различных методов лучевой диагностики. Мужчин было 74 (84,1%) женщин - 14 (15,9%). Большинство травм было связано с автодорожным происшествием - 42 (47,7%), со столкновением пешехода с автомобилем и мотоциклетные столкновения - 26 (29,5%), падением с высоты - 11 (12,5%), ударом в живот - 9 (10,2%). Пострадавшим проведены УЗИ, рентгенография, КТ, МРТ. Для своевременного распознавания повреждений внутренних органов и принятия правильного решения в выборе тактики лечения, необходимо обосновано использовать методы лучевой диагностики. Для ранней диагностики абдоминальных травм наиболее доступным и достаточно информативным является эхография. В случаях сомнительных результатов УЗИ у пострадавших с тупой травмой живота, особенно при подозрении на повреждение кишечника или забрюшинную гематому, необходимо выполнять КТ и МРТ.

Ключевые слова: абдоминальная травма, лучевая диагностика, рентгенография, УЗИ, КТ, МРТ.

В современных условиях ультразвуковое исследование считается наиболее доступным, информативным и безопасным неинвазивным методом. Задача УЗИ заключается в выявлении повреждения, определении характера и степени его остроты, а также выделении основного и сопутствующего повреждения. При исследовании пострадавшего в результате травмы целесообразным является использование ультразвуковых приборов, работающих в реальном режиме, или приборов с конвекс или механическим датчиком с рабочей частотой 2,5-5,0 МРС и поверхностным датчиком с рабочей частотой 5,0-7,5 МРС. Прибор должен быть оснащен блоком, позволяющим изучить течение крови. Параметры работы прибора выбираются индивидуально для каждого пациента. При этом необходимо добиться наилучшей визуализации проверяемых структур [1,2].

Выполнение УЗИ получившим травму живота больным позволяет выявить тех из них, которые нуждаются в срочной лапаротомии (степень тяжести полученной травмы не влияет на точность метода). Объем свободной жидкости в брюшной полости играет важную роль в назначении показаний к хирургическому вмешательству. При этом методом отбора является УЗИ. УЗИ используют в качестве скрининг-метода для выявления отрыва перитонеальных листов. Разработаны критерии, соответствующие объему жидкости свыше 50 мл (критический объем гидроперитонеума, требующий срочной диагностики или хирургического вмешательства). При таком объеме свободной жидкости отрыв перитонеальных листов в одной анатомической области составляет свыше 4 см, в двух и более областях – свыше 2 см, в трех областях – более 1 см [3,4].

УЗИ также позволяет визуализировать повреждения органов, не приводящие к внутрибрюшному кровоизлиянию (например, подкапсульные или внутриваренхимные гематомы печени или селезенки, повреждения почки или поджелудочной железы) [1,5].

Цель – оценка диагностического значения различных методов лучевой диагностики у больных с сочетанной абдоминальной травмой.

Материалы и методы исследования. Исследования проводили в Клиническом Медицинском Центре № 1. Анализировали результаты исследования 88 человек с сочетанной травмой брюшной полости различными методами лучевой диагностики. Возраст страдающих от болезни колебался от 20 до 64 лет, число мужчин 74 человека (84,1%), а женщин – 14 (15,9%). Большинство травм были связаны: 42 (47,7%) с дорожным происшествием, 26 (29,5%) – со столкновением пешехода с автомобилем или мотоциклом, 9 (10,2%) – с ударом в брюшную часть.

Объем диагностических мер зависел от общего состояния пострадавшего. При необходимости диагностических исследований (УЗИ, рентген) больным со стабильной гемодинамикой и без признаков шока, пострадавшим выполняли КТ и МРТ.

Всем поступившим в стационар больным выполняли ультразвуковое исследование при помощи стационарного аппарата Toshiba Xario (Япония) Модель SSA-660A в В-режиме, с конвексным датчиком 3,5 Гц и линейным датчиком 7-10 Гц, и Toshiba Nemio (Япония) Модель XG SSA-580A, с конвексным датчиком 3,5 Гц.

Больные не подготовливались к проведению исследований. При поступлении пострадавшим выполняли УЗИ в объеме FAST (Focused Assessment with Sonography for Trauma – целевое ультразвуковое исследование при травме): было выявлено скопление свободной жидкости (разрыв листов брюшной полости) по стандартной схеме в брюшной полости, подпеченочной области с обеих сторон, по латеральным каналам, в межпеченочном пространстве, малом тазу. При выполнении УЗИ учитывали внутрибрюшное кровотечение, характер и локализация повреждений органов брюшной полости. Обследование начинали со сканирования правой половины живота. Сюда относятся: поддиафрагмальное пространство, подпеченочная область, правый латеральный канал. Сканирование продолжали исследованием правого латерального канала области малого таза, левого поддиафрагмального пространства и области селезенки. Оценивали состояние, форму, размеры, контуры, эхоструктуру органа. Вместе с тем эхосигналы по всем паренхиматозным органам оценивали как равномерно распределенные, а их одинаковую интенсивность – как нормальную структуру. Поврежденные органы характеризовались неравномерной структурой, что носило диффузный или очаговый характер, также обладали высокой, низкой либо смешанной эхогенностью. В ходе УЗИ пытались выявить очаг повреждения, определить состояние расположенных вокруг очага органов, наличие свободной жидкости в брюшной полости, ее скопление и объем. В случае не выявления изменений при первичном УЗИ, в следующие сутки исследования проводились в динамике.

Рентгенографию брюшной полости при поступлении проводили с помощью Toshiba Plessart (Digital radiography system) Модель DXB-0324CS=A.

Компьютерную томографию (КТ) выполняли при помощи Toshiba Aquilion 16 Модель TSX-101 A.

Альтернативно с КТ пострадавшим выполняли исследование магнитно-резонансной томографии аппаратом Toshiba Vantage Модель MRI-1503. Основными преимуществами метода МРТ являются: неинвазивность, отсутствие лучевой нагрузки, возможность получения картины на любой плоскости, выполнение трехмерных реконструкций, отсутствие артефактов в результате костных структур, высокие решения при визуализации различных тканей, практически полная безопасность метода.

Результаты и их обсуждение. У большинства пострадавших отмечалось повреждение селезенки и печени.

Свободную жидкость гомогенной экзогенной структуры определяли у 65 больных (73,9%) при поступлении, у остальных 23 пострадавших (26,1%) – в динамике на следующие сутки. Свободную жидкость визуализировали в основном в печеночной впадине, межпетельном пространстве тонкой кишки, печени, селезенке, в местах повреждения боковых частей живота. У больных с повреждением селезенки в первые сутки присутствовали неровные и негладкие контуры, размеры были увеличены, отмечались изменения в паренхиме. При первичном УЗИ у 46 (52,3%) больных гематома имела овальную форму, визуализировались неровные края и анэхогенная структура. У больных с повреждением печени и поджелудочной железы выявлялась нечеткость контуров печени, их отрывистый вид, неоднородность паренхимы, анэхогенность структур, скопление свободной жидкости в жировой сумке. Соответственно у больных с закрытой травмой живота в первые сутки эхографически часто обнаруживались и признаки свободной жидкости, и нечеткость контуров органа, и неоднородность паренхимы. Для диагностики использовали протокол FAST, в дальнейшем выполняли УЗИ паренхиматозных органов и получали достаточно информации об их состоянии.

В некоторых случаях для уточнения диагноза после выполнения УЗИ проводили МРТ, с помощью которой определяли селезенку и ее сосуды, печеночные протоки и печень, желчный пузырь, петли тонкой и толстой кишки, поджелудочную железу и ее протоки.

При рентгенологических исследованиях определяли характер травмы по наличию свободных газов в гемо- и пневмотораксе, брюшной полости. Наличие свободных газов – это надежный признак разрыва органа полости. В соответствии с проведенными исследованиями свободные газы отмечались не у всех больных, а лишь у 72,7% из них. Вероятно, что перфорация была закрыта в связи с процессом сращивания, или была связана с отсутствием газов в поврежденном сегменте кишечника. Кровоизлияние в забрюшинное пространство рентгенологически проявлялось в разрозненности почечных контуров и контуров тени m. Psoas, что давало основания предполагать наличие повреждения в забрюшинном пространстве.

Следует отметить, что трудности клинической диагностики при закрытой травме живота была связана с непродолжительностью закрытой травмы кишечника, а также с морфологическими изменениями в брюшной полости. Также связана с наличием разрывов в бедренной части кишечника, области двенадцатиперстной кишки и поджелудочной железы. Обычно при этом клиническая картина вначале расплывчата, и проявляется лишь после тяжелых осложнений, к которым можно отнести забрюшинную флегмону, перитонит, динамическую кишечную непроходимость.

В 40,9% случаях (36 больных со стабильной динамикой) проводили КТ живота. Вместе с тем была получена подробная визуальная информация о брюшной полости и забрюшинном пространстве, что является ведущей информацией для получившего тупую травму больного со стабильным состоянием. КТ можно также проводить больным с нестабильной гемодинамикой, поскольку можно быстро получить результаты исследования. Исследование позволяет выявить повреждение того или иного органа брюшной полости, и с легкостью выбрать хирургу консервативный способ лечения при стабилизации гемодинамики больного.

Следует отметить, что у больных с тяжелой травмой живота характерной особенностью исследования является то, что они всегда проводятся наряду с противошоковыми или реанимационными мерами. Для предупреждения траты времени и в целях постановки правильного диагноза используют стационарный ультразвуковой аппарат. Основной задачей этапа диагностики является определение характера и локализации повреждения и показание к неотложному хирургическому вмешательству. Пострадавшему, находящемуся в состоянии шока, невозможно провести рентгеновскую диагностику. При закрытой травме живота проводятся основные

диагностические меры: ультразвуковое сканирование по FAST протоколу, то есть быстрая сонография травмированной области, и КТ. При госпитализации с применением УЗИ по FAST протоколу и на первом этапе стационара можно предотвратить потерю времени, незамедлительно выявить внутренние кровотечения в брюшной полости и потенциально опасные в этом плане повреждения органа. Протокол считается основной частью ATLS (Advanced Trauma Life Support). УЗИ в режиме FAST при травмах брюшной полости обычно занимает не более 5 минут.

При КТ лучше визуализируются костные и хрящевые структуры, а при МРТ – мягкие ткани. При КТ используется рентгеновское излучение, а при МРТ – электромагнитные волны. К недостаткам МРТ можно отнести неприятный шум в ушах во время процедуры, при КТ неприятных ощущений не бывает.

Выводы. Использование метода лучевой диагностики необходимо для своевременного выявления повреждений внутренних органов и принятия правильного решения в выборе тактики лечения. Так, для ранней диагностики абдоминальных травм наибольшая доступность и достаточная информативность присуща эхографии. Выполнение КТ и МРТ необходимо при получении сомнительных результатов УЗИ у пострадавших с тупой травмой живота, подозрении на повреждение кишечника или забрюшинную гематому.

1. Yu J., Fulcher A.S., Wang D.B. et al. Frequency and importance of small amount of isolated pelvic free fluid detected with multidetector CT in male patients with blunt trauma // *Radiology*, 2010, vol.256(3), p.799–805.
2. Zwingmann J., Schmal H., Sudkamp N.P., Strohm PC: Injury severity and localisations seen in polytraumatised children compared to adults and the relevance for emergency room management // *Zentralbl Chir*, 2008, vol.133, p. 68-75.
3. Wu S.R., Shakibai S., McGahan J.P., Richards J.R. Combined head and abdominal computed tomography for blunt trauma: which patients with minor head trauma benefit? // *Emerg Radiol.*, 2006, vol.13(2), p.61–67.
4. Yao D.C., Jeffrey R.B., Mirvis S.E., Weekes A. et al. Using contrast-enhanced helical CT to visualize arterial extravasation after blunt abdominal trauma: incidence and organ distribution // *AJR Am J Roentgenol.*, 2002, vol.178, p.17-20.
5. Yoon W., Jeong Y.Y., Kim J.K. et al. CT in blunt liver trauma // *RadioGraphics*, 2005, vol.25(1), p.87–104.

**Иванов А.С., Олесова В.Н., Шматов К.В., Заславский Р.С., Лернер А.Я.
Анализ элементного состава костной ткани в процессе остеоинтеграции
дентальных имплантантов**

*Клинический центр стоматологии ФМБА России
(Россия, Москва)*

doi 10.18411/gq-30-03-2019-27

idsp sciencerussia-30-03-2019-27

Аннотация

Сверхупругие сплавы титана (титан-ниобий-цирконий и титан-ниобий-тантал) более благоприятны в сравнении с титаном для дентальных имплантантов из-за более близких к костной ткани физико-механических свойств. Проведены морфологические исследования на животных биосовместимости указанных сплавов в сравнении с титаном. Контроль взаимодействия с костной тканью образцов титановых сплавов составил 30 и 90 суток; метод исследования – сканирующая электронная микроскопия и микрозондовый элементный анализ ткани по границе с титановыми сплавами. Показана близость морфологической картины и элементного состава костной ткани по границе с титаном и сверхупругими сплавами титана как при сроке контроля 30 суток (в контакте с сплавами обнаружена маломинерализованная соединительная ткань), так

и при контроле 90 суток (граница с титановыми сплавами покрыта минерализованной костной тканью, схожей по составу с окружающей костной тканью). Сделан вывод о высокой биосовместимости сверхупругих сплавов титана на основе ниобия с костной тканью.

Ключевые слова: имплантат, титан, титан-ниобий-цирконий, титан-ниобий-тантал, костная ткань, морфология, остеointеграция, элементный состав.

Abstract

Superelastic alloys of titanium (titanium-niobium-zirconium and titanium-niobium-tantalum) are more favorable in comparison with titanium for dental implants due to physico-mechanical properties closer to bone tissue. Animal morphological studies of the biocompatibility of these alloys in comparison with titanium have been carried out. Control of the interaction with the bone tissue of titanium alloy samples was 30 and 90 days; The method of investigation is scanning electron microscopy and microprobe element analysis of tissue along the boundary with titanium alloys. The proximity of the morphological pattern and elemental composition of bone tissue along the border with titanium and superelastic alloys of titanium is shown, both at a control period of 30 days (in contact with alloys, a poorly mineralized connective tissue is found) and under control of 90 days (the border with titanium alloys is covered with mineralized bone tissue, similar in composition to the surrounding bone tissue). based on niobium with bone tissue.

Key words: implant, titanium, titanium-niobium-zirconium, titanium-niobium-tantalum, bone tissue, morphology, osseointegration, elemental composition

Несмотря на высокую биосовместимость титановых дентальных имплантатов, с целью оптимизации биомеханического взаимодействия имплантатов с костной не прекращается поиск новых конструкционных материалов дентальных имплантатов [1-3]. Известны имплантаты из никелида титана, обладающего свойствами сверхупругости, однако, применение никелида титана сдерживается возможностью токсического воздействия входящего в его состав никеля. В настоящее время проводятся комплексные исследования по обоснованию для целей имплантологии сверхупругих титановых сплавов: титан-ниобий-тантал Ti-22Nb-6Ta и титан-ниобий-цирконий Ti-22Nb-6Zr, полученных методом литья в НИТУ «МИСиС» [4-8]. Наряду со свойствами сверхупругости, присущими никелиду титана (Ti-50Ni), новые титановые сплавы не имеют в своем составе никеля.

Цель исследования: методом элементного анализа в эксперименте на животных выявить возможности остеointеграции безникелевых сверхупругих титановых сплавов Ti-22Nb-6Ta и Ti-22Nb-6Zr.

Материал и методы. В лаборатории лазерной конфокальной микроскопии Междисциплинарного центра аналитической микроскопии Казанского Федерального Университета изучена способность к остеointеграции сверхэластичных сплавов титан-ниобий-тантала и титан-ниобий-циркония в сопоставлении со сплавом титана на экспериментальных животных. Кроликам породы «Серый Великан» числом 18 животных со средней массой 2500 граммов под внутримышечным 2% рометаровым наркозом производили разрез длиной 4 см в поднижнечелюстной области, скелетировали поверхность челюсти и формировали отверстия диаметром 4 мм и глубиной 2 мм с последующим введением в костное ложе с усилием образцов сплавов, после обработки раны 3% раствором перекиси водорода ее послойно ушивали. Животных выводили из опыта в сроки 30 и 90 суток внутримышечным введением 6 мл калипсола, производили забор костных блоков, которые помещали в раствор 10% нейтрального формалина; проводили рентгенологический контроль на аппарате Pan Exam+ (Kavo). Предварительный просмотр костных блоков осуществлялся посредством оптического микроскопа при увеличении 50x, 100x и 200x. Зона контакта

костной ткани с образцами из титановых сплавов анализировалась на автоэмиссионном высокоразрешающем сканирующем электронном микроскопе Merlin (Carl Zeiss) после обработки блоков в вакуумной установке Q 150T ES (Quorum Technologies) для нанесения проводящего слоя сплава Au/Pd в соотношении 80/20 толщиной 15 нм методом катодного распыления. Микроскоп оснащен спектрометром энергетической дисперсии AZtec X-Max (Oxford Instruments) с разрешением спектрометра 127эВ; точность измерения 0,01-1%. Элементный рентгеновский микрозондовый анализ в сопровождении спектрограммы проводился на электронном микроанализаторе EVO GM (Carl Zeiss) при ускоряющем напряжении 20 кэВ и рабочем отрезке 10 мм с использованием набора эталонов для количественного микроанализа; глубина зондирования порядка 1 мкм; предел обнаружения элементов 1500-2000 ppm.

Результаты исследования. Как показали морфологические исследования и анализ элементного состава пограничной ткани в контакте с имплантатами, взаимодействие с костной тканью образцов сверхэластичных сплавов титан-ниобий-тантал и титан-ниобий-цирконий демонстрирует их остеоинтегративные свойства. Через 30 суток после интеграции образцов титан-ниобий-циркония между ними и костной тканью в некоторых местах по линии контакта при увеличении в сканирующем электронном микроскопе в 50, 100, 500 раз выявляется щель размером до 20мкм. На большем протяжении контакта с имплантатом выявлены обширные участки ткани, покрывающей края образцов титан-ниобий-циркония. Элементный микрозондовый анализ состава ткани за границами образца сплава идентифицирован как костная ткань, поскольку содержание Са и Р среди 8 анализируемых элементов составляют большинство (соответственно 44,27 и 12,89 вес.%); содержание С и О – 30,33 и 12,22 вес.%. В зонах «нарастания» ткани на образцы титан-ниобий-циркония основной элемент – углерод (72,45 вес.%) а также кислород (13,45 вес.%), что расценивается как соединительная ткань (Рис. 1, Табл. 1). Через 90 суток поверхность образцов титан-ниобий-циркония полностью покрывается минерализованной костной тканью, о чем свидетельствует микроэлементный анализ, показывающий следующий состав: Са 27.27, Р 13.77, С 29.68, О 25.84 вес.% (Рис. 2).

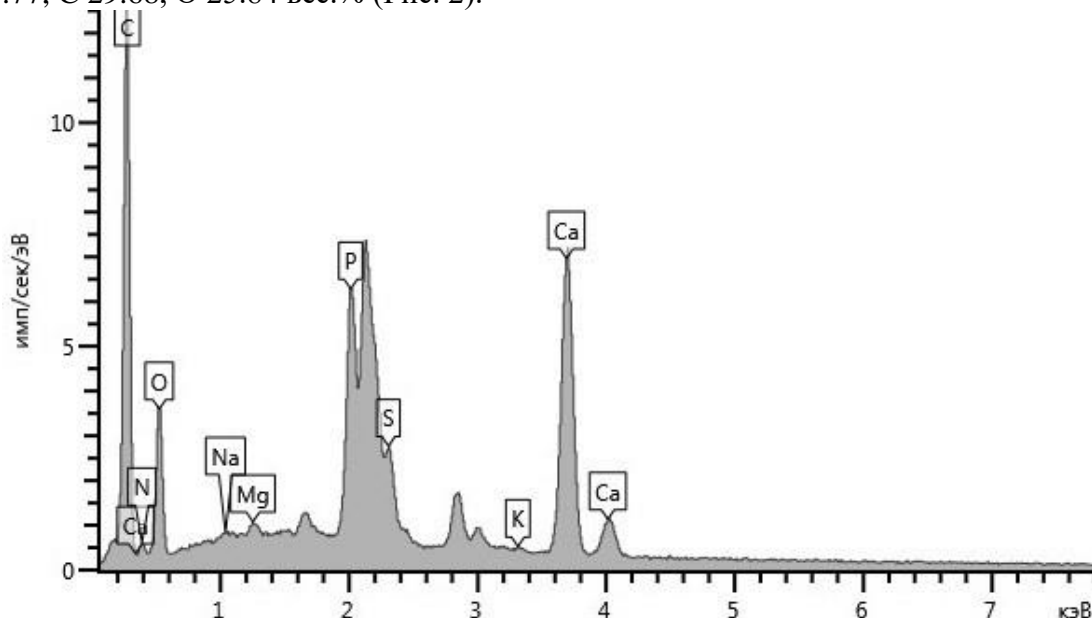


Рисунок 1. Спектрограмма элементного микрозондового анализа ткани в контакте с образцом из титан-ниобий-циркония (срок эксперимента 30 суток).

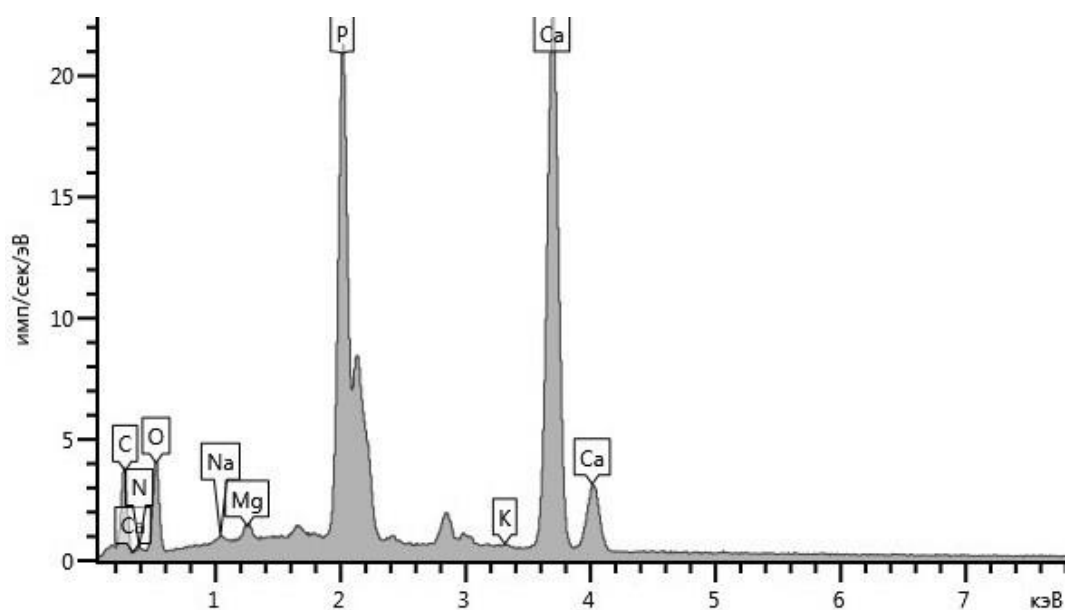


Рисунок 2. Спектрограмма элементного микрозондового анализа костной ткани в контакте с титан-ниобий-цирконием (срок эксперимента 90 дней)

Электронно-микроскопическая картина и микрозондовый элементный анализ в эксперименте при использовании титан-ниобий-тантала показывают результаты, близкие к эксперименту при использовании титан-ниобий циркония.

Присутствие титана в костной ткани на сроке контроля 30 суток также сопровождается наличием щели между металлическим образцом имплантата и костной тканью до 10 мкм. При большем увеличении выявляются многочисленные зоны нарастания на металл тканей со стороны костного ложа. Эта ткань по элементному составу в основном С 61.12 вес.% и О 21.67 вес.% (Табл. 1), тогда как ткань на некотором расстоянии от границы с металлическим имплантатом состоит в основном из Са, Р, С и О соответственно 48.21, 15.01, 25.48 и 8.87 вес.%. На сроке контроля 90 суток образцы из титана полностью покрыты минерализованной костной тканью составом: Са 26.49, Р 13.76, С 27.83, О 29.60 вес.% (Табл. 1).

Таблица 1

Результаты элементного микрозондового анализа ткани по границе образцов титан-ниобий-циркония и титана (вес.%)

Элемент	Ti-22Nb-6Zr		Ti Grade 4	
	30 суток	90 суток	30 суток	90 суток
C	72.45	29.68	61.12	27.83
N	9.49	2.56	3.01	0.00
O	13.45	25.84	21.67	29.60
Na	0	0.26	0.10	0.34
Mg	0.11	0.51	0.20	0.69
P	0.81	13.77	3.76	13.76
S	1.66	0	1.69	1.14
K	0.10	0.11	0.08	0.15
Ca	1.94	27.27	8.37	26.49
Сумма:	100.00	100,0	100.00	100.00

Выводы. Спектрометрический элементный анализ состава костной ткани в процессе экспериментальной остеоинтеграции дентальных имплантатов из сплавов титана является высокоинформативным методом оценки перестройки костной ткани. Экспериментальные исследования на животных показали перспективность применения сверхупругих безникелевых сплавов титана в качестве материала для внутрикостных дентальных имплантатов, поскольку образцы дентальных имплантатов из сплавов титан-ниобий-цирконий и титан-ниобий-тантал интегрируются костной тканью, также

как титан; их остеоинтеграция и минерализация пограничной соединительной ткани завершается через 90 суток.

1. Загорский В.А., Робустова Т.Г. Протезирование зубов на имплантатах. 2-е издание, дополненное. Москва: Бином, 2016 – 368 с.
2. Кулаков А.А. и др. Дентальная имплантация. Национальное руководство. Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2018 – 400 с.
3. Лебедеко И.Ю., Арутюнов С.Д., Ряховский А.Н. и др. Ортопедическая стоматология. Национальное руководство. Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2016 – 824 с.
4. Григорьян А.С., Филонов М.Р., Архипов А.В., Селезнёва И.И., Жукова Ю.С. Возможности применения сплава титана с памятью упругости в стоматологии. Стоматология. 2013; 1:4-8
5. Жукова Ю.С., Петржик М.И., Прокошкин С.Д. Оценка кристаллографического ресурса деформации при обратимом мартенситном превращении $\beta \leftrightarrow \alpha$ в титановых сплавах с эффектом памяти формы. Металлы. 2010; 6: 77-84.
6. Клопотов А.А., Гюнтер В.Э., Марченко Е.С., Байгонакова Г.А. Влияние термической обработки на физические и структурные свойства сплава Ti50Ni47.7Mo0.3V 2 с эффектами памяти формы. Известия высших учебных заведений. Физика. 2015; 58 (7-2): 68-74.
7. Сысолятин П.Г., Гюнтер В.Э., Сысолятин С.П. и др. Имплантаты с памятью формы в челюстно-лицевой хирургии. Томск: Изд-во МИЦ, 2012 – 384 с.
8. Olesov E.E., Shugailov I.A., Mirgazizov M.Z. Pozharitskaya M.V., Zaslavskii S.A. Experimental Study of Changes in the Electric Potential of Implants Made of Titanium Alloys under the Influence of Functional Dynamic Load. Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2016: 7(5): 1118-1124

Ивлева С.А.

Анализ мотивации специалистов со средним профессиональным образованием к интеграции в систему непрерывного медицинского образования (результаты пилотного исследования)

*ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский университет)
(Россия, Москва)*

doi 10.18411/gq-30-03-2019-28

idsp sciencerussia-30-03-2019-28

Аннотация

Эффективное функционирование системы здравоохранения в Российской Федерации напрямую связано с повышением качества медицинской помощи, что в свою очередь обеспечивается наличием достаточного количества подготовленных медицинских кадров, способных решать задачи, поставленные перед отраслью.

Концепция развития системы здравоохранения в Российской Федерации до 2020 года определила новые требования к профессиональной подготовке и переподготовке медицинских кадров - повышение профессионального уровня медицинских специалистов в современных условиях должно реализовываться на основе развития системы непрерывного образования.

С 2016 года функционирует система непрерывного медицинского образования (НМО) для специалистов с высшим медицинским образованием, а с декабря 2018 года в нее введены специалисты среднего звена. Система НМО является совершенно новой для среднего медицинского персонала, имеющего опыт контактного обучения с проведением лекций и практических занятий в традиционной системе дополнительного профессионального образования. В сложившихся условиях изучение мотивации медицинских работников к непрерывному медицинскому образованию является актуальным направлением исследования, результаты которого могут быть учтены и использованы руководителями сестринских служб медицинских организаций.

Ключевые слова: непрерывное медицинское образование, дополнительное профессиональное образование, повышение квалификации, специалисты среднего звена, среднее профессиональное образование, качество медицинской помощи.

Abstract

The effective functioning of the health care system in the Russian Federation is directly related to the improvement of the quality of medical care, which in turn is ensured by the presence of a sufficient number of trained medical personnel capable of solving the tasks assigned to the industry.

The concept of development of the health care system in the Russian Federation until 2020 has defined new requirements for training and retraining of medical personnel - improving the professional level of medical professionals in modern conditions should be implemented on the basis of the development of continuing education.

Since 2016, the system of continuous medical education (NMO) for specialists with higher medical education has been functioning, and since December 2018, middle-level specialists have been introduced into it. The NMO system is completely new for secondary medical personnel with experience in contact training with lectures and practical training in the traditional system of additional professional education. In the current conditions, the study of motivation of medical workers for continuous medical education is an important area of research, the results of which can be taken into account and used by the heads of nursing services of medical organizations.

Key words: continuous medical education, additional professional education, professional development, mid-level specialists, secondary vocational education, quality of medical care.

Цель исследования – изучить мотивацию специалистов со средним профессиональным образованием к повышению квалификации в системе непрерывного медицинского образования.

Материалы и методы исследования. Пилотное исследование проводилось в период с 1 апреля 2018 г. по 1 мая 2018 г. на базе кафедры управления сестринской деятельностью и социальной работы медико-профилактического факультета Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М.Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет).

В исследовании были использованы социологический и статистический методы. Применение социологического метода заключалось в опросе с использованием специально разработанной анкеты. Преимущественно в анкеты были включены закрытые вопросы с предусмотренными вариантами ответов, и полузакрытые, позволяющие самостоятельно формулировать респонденту ответы. Все результаты анкетирования были обработаны статистически.

В социологическом опросе приняли участие 100 респондентов. Все анкетированные – это практикующие специалисты среднего звена, которые проходили на момент опроса обучение на циклах повышения квалификации, организованными на базе исследования.

Результаты. В исследовании принимали участие специалисты в возрасте от 18 до 24 лет - 17%, от 25 до 30 лет – 24%, от 31 до 40 лет – 25 %, от 41 до 50 лет – 20 %, старше 50 лет – 14 %; из них 96 % - женщины и 4 % - мужчины.

41 % опрошенных имеют стаж работы по медицинской специальности более 10 лет, 19 % - от 6 до 10 лет, 23 % - от 3 до 5 лет, 9 % от 1 до 2 лет, 8 % - менее года.

96% респондентов продемонстрировали высокий уровень осведомленности о происходящих изменениях в организации дополнительного профессионального

образования, связанных с внедрением среднего медицинского персонала в систему непрерывного медицинского образования.

Необходимо отметить, что большинство опрошенных высказались в пользу изменений в текущей системе повышения квалификации - 68%, отмечая ее, как необъективную и не дающую истинных данных оценку знаний, умений и навыков (51%), не обеспечивающую должной результативности при обучении (28%), устаревшей и требующей в целом реорганизации (21 %).

Среди достоинств непрерывного медицинского образования анкетированные отметили применение электронного обучения и дистанционных образовательных технологий (54%), возможность самостоятельного выбора образовательной траектории (29%) и вариативность образовательных модулей (17%). Основными недостатками системы НМО, по мнению опрошенных, являются: непонятность и непривычность (49%), непрерывность обучения на протяжении всей профессиональной жизни (42%), большой поток слушателей (9%).

Учитывая радикальность изменений в организации дополнительного профессионального образования, методическая, информационная и организационная поддержка среднего медицинского персонала должна быть обеспечена на всех уровнях, включая, как медицинские, так и образовательные организации, так как именно процедурная сторона изменений вызывает в настоящее время большинство вопросов. Так, только 61% респондентов знакомы с процедурой НМО, 13% на момент опроса были зарегистрированы на Портале непрерывного медицинского и фармацевтического образования Минздрава России.

По итогам анкетирования было выявлено, что большинство респондентов впервые узнали о системе НМО на курсах повышения квалификации (34%), меньшее количество: от коллег (27%), из источников сети интернет (20%), проинформированы главной или старшей медицинской сестрой (19%).

Для успешной интеграции медицинских специалистов в систему непрерывного медицинского образования необходим высокий уровень компьютерной грамотности и компьютерное обеспечение, в первую очередь, на рабочих местах. По итогам опроса выяснилось, что доступ в интернет на рабочем месте имеют лишь 14% респондентов.

На вопрос, связанный с самооценкой уровня владения компьютером, ответы распределились следующим образом: большинство опрошенных оценивают свой уровень владения компьютером как уверенный и продвинутый пользователь (46 %), средний уровень владения компьютером – у 34%, низкий – у 18% и лишь 2% респондентов ответили, что не умеют пользоваться компьютером (в соответствии с рис.1).

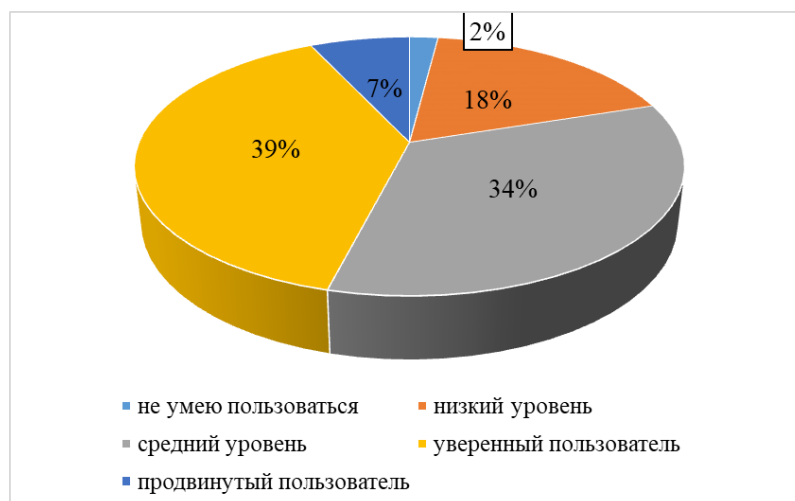


Рис. 1 – Оценка уровня владения компьютером респондентами (в % к итогу)

Немаловажным фактором, влияющим на внедрение НМО, является образовательная активность среднего медицинского персонала. Из опроса было выявлено, что при всем изобилии образовательных мероприятий, реализующихся в настоящее время, большинство респондентов посещают их 1 раз в год (42%), практически на половину меньше респондентов 2 – 6 раз в год (26%), 21% опрошенных не посещали их ни разу, 7% - от 7 до 10 раз в год и лишь 1% более 10 раз в год (в соответствии с рис. 2).

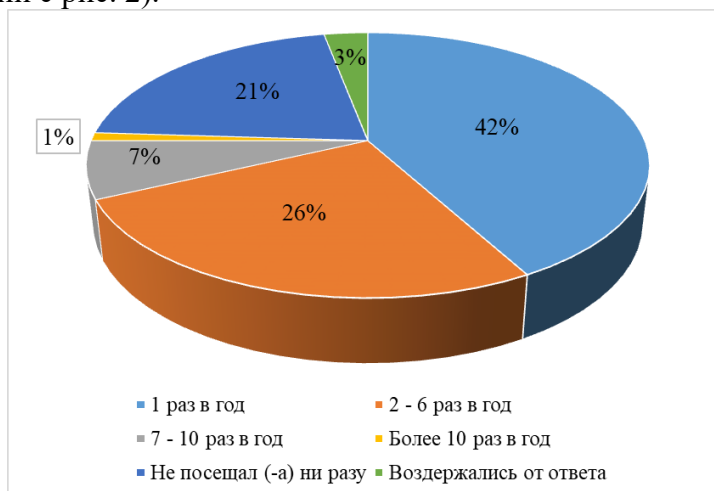


Рис. 2. Частота посещения медицинских семинаров, вебинаров, мастер-классов, конференций респондентами (в % к итогу).

Респондентам был задан вопрос об источниках самообразования, которые они используют в настоящее время. Анализ ответов показал, что 42 % предпочитают получать интересующую информацию из интернет-ресурсов, 35% активно используют медицинские справочники и печатные медицинские издания, а к периодическим изданиям обращается 22% опрошенных (в соответствии с рис. 3).



Рис. 3 – Источники информации, которые используют анкетированные для самообразования (в % к итогу)

Изучение временных характеристик для обучения в рамках НМО показало, что большинство респондентов готовы обучаться исключительно без отрыва от работы (59%), 33% готовы к обучению, как в свободное, так и в рабочее время и лишь 8% готовы потратить на это досуговое время (выходные, отпуск).

На вопрос об основной мотивации для обучения в рамках повышения квалификации большинство респондентов отметили, что, в первую очередь, мотивированы получением новых знаний и умений в профессиональной области – 65%, для 35% основной мотивацией является только получение необходимых документов,

позволяющих работать в должности. При этом 78% опрошенных считают, что в целом система НМО способна повысить качество профессиональной деятельности среднего медицинского персонала.

Заключение. Исследование было проведено за семь месяцев до интеграции среднего медицинского персонала в систему НМО. Опрос показал, что большинство респондентов считают, что действующей системе дополнительного профессионального образования необходимы изменения в связи с тем, что система устаревает с течением времени и уже не дает необходимой результативности и объективности полученных знаний, умений и навыков. На современном этапе подготовки кадров для отрасли здравоохранения система НМО имеет ряд преимуществ перед действующей в настоящее время системой повышения квалификации. Для успешной реализации модели НМО среди среднего медицинского персонала необходимо развивать дистанционные образовательные технологии повышения квалификации. По результатам исследования можно сделать вывод, о том, что средний медицинский персонал в целом мотивирован к непрерывному медицинскому образованию. С целью координации деятельности всех звеньев образовательной цепи необходимо дальнейшее изучение вопросов, связанных с организацией НМО, повышением уровня профессиональной компетентности и качества профессиональной деятельности специалистов со средним медицинским образованием.

1. Глухих С.И. Особенности подготовки медицинских сестер в современном профессиональном образовании // Сибирский педагогический журнал. 2016. № 1. С. 73-78.
2. Двойников С.И., Гусева С.Л., Зорина Е.В. Оптимизация системы сестринского образования - путь к эффективному кадровому менеджменту в здравоохранении // Главная медицинская сестра. 2014. № 2. С. 13-18.
3. Есауленко И.Э., Сущенко А.В., Чайкина Н.Н. Об итогах реализации пилотного проекта по непрерывному медицинскому образованию с применением дистанционного обучения в системе «MOODLE» // Научно-медицинский вестник Центрального Черноземья. 2016. № 63. С. 119-125.
4. Kasimovskaya N., Ivleva S. Analysis of integration of specialists with secondary vocational education in the system of continuous medical education at the modern stage// Danish Scientific Journal. – 2018. Vol. 19 (2) – P. 25-27.

Кузнецов А.В., Филимонова Л.Б., Романов С.А.

Миллиметровые волны и их действие на биологические объекты (обзор литературы)

*Рязанский государственный медицинский университет
имени академика И.П. Павлова
(Россия, Рязань)*

doi 10.18411/gq-30-03-2019-29

idsp sciencerussia-30-03-2019-29

Аннотация

Электромагнитные колебания низкой интенсивности в миллиметровом диапазоне длин волн оказывают существенное влияние на жизнедеятельность различных организмов. Первичной мишенью для электромагнитного излучения миллиметрового диапазона волн являются молекулы воды (H₂O), которые сильно поглощают миллиметровое излучение. Действительно, вода выполняет исключительно важные функции в жизнедеятельности биологических объектов и человеческого организма.

Abstract

Electromagnetic oscillations of low intensity in the millimeter wavelength range have a significant impact on the vital activity of various organisms. The primary target for

millimeter wave electromagnetic radiation is water molecules (H₂O), which strongly absorb millimeter radiation. Indeed, water performs extremely important functions in the vital activity of biological objects and the human body.

Key words: electromagnetic waves, millimeter therapy

Вопрос о механизмах резонансного действия миллиметрового излучения на живые организмы является предметом многочисленных дискуссий в научной литературе [1].

Анализ накопленного экспериментального материала позволил сделать выводы, что электромагнитные колебания низкой интенсивности в миллиметровом диапазоне длин волн оказывают существенное влияние на жизнедеятельность различных организмов.

А.Г. Шейн (2007) и другие ученые доказали, что низкочастотные электромагнитные поля играют существенную роль в функционировании живой природы [2].

В последние годы Н.Н. Алыбина (2007), О.В. Бецкий, Н.Н. Лебедева (2015) и другие проводили целенаправленное изучение влияния миллиметровых электромагнитных волн на живые организмы [3,4].

Кроме того, О.В. Бецкий, Н.Н. Лебедева (2001,2007) сделали предположение о возможном влиянии полей на биологические объекты на сверхнизких частотах, близких к важнейшим биологическим ритмам. Действительно, ритмы электрической активности мозга, сердца и других органов по существу находятся в том же интервале частот [3,4].

О.В. Бецкий (1998), А.К. Лященко (2007) и другие доказали, что первичной мишенью для электромагнитного излучения миллиметрового диапазона волн являются молекулы воды (H₂O), которые сильно поглощают миллиметровое излучение [5]. Действительно, вода выполняет исключительно важные функции в жизнедеятельности биологических объектов и человеческого организма.

Важная роль в реализации биологических эффектов в КВЧ диапазоне принадлежит коже. Экспериментально доказано, что области точек акупунктуры обладают высокой чувствительностью к миллиметровым излучениям, что связано с их гидратированностью. В связи с небольшой проникающей способностью миллиметровых волн в биоткань, облучают обнаженные кожные покровы. Экспериментальные данные свидетельствуют о том, что в этом процессе участвуют не только кожные рецепторы белковой природы, но и капиллярная система, а также иммунокомпетентные клетки (в частности Т-лимфоциты). Оказывается, что под действием КВЧ излучения в капиллярах может возникнуть резонансное поглощение, приводящее к увеличению скорости протекания жидкости через капилляр, а также к изменению вязкости самой жидкости.

Первые результаты экспериментов, поставленных по предложению Н.Д. Девяткова и М.Б. Голанта, были получены в 1965 г., когда был установлен резонансный отклик живых биологических объектов при воздействии на них дискретными волнами миллиметрового диапазона [6].

Н.Д. Девятковым и М.Б. Голантом была предложена первая гипотеза, объясняющая в общем виде физические механизмы воздействия низкоинтенсивных ММ-волн на организм человека. По их мнению, человек состоит примерно из 10¹⁵ клеток. Каждая клетка – достаточно автономное образование. Для обеспечения согласованной работы такого сложного организма нужны некоторые механизмы синхронизации функций. Скоро было осознано, что не миллиметровые волны вообще, а конкретные, острорезонансные их частоты, вызывающие тот или иной ответный отклик живых организмов, а значит имеющие сигнальное значение для их управляющих

систем, могут оказаться инструментом дистанционного воздействия извне на биологические объекты, в том числе, и на человека [6].

Основные, первоначальные, события разыгрываются в клеточных мембранах (акустоэлектрические волны или колебания Фрелиха).

Белковые молекулы в функционально активном состоянии на поверхности клеток являются регуляторами физических и химических процессов, включенных в общую схему метаболизма, и нормализуют через белковые рецепторы жизненно-важные функции клеток. В результате в клетке может возрасти синтез АТФ (универсального источника питания клетки) и могут дополнительно вырабатываться биологически активные вещества, имеющие лечебные свойства.

Синтез АТФ и ее накопление обуславливает физиологические эффекты стимуляции (Бецкий О.В., Котровская Т.И., Лебедева Н.Н., 2002,2009) [4]. А.Ф. Кожокару (2006) исследовал механизмы прямого и опосредованного действия через воду низкоинтенсивного радиочастотного ЭМИ на мембранные системы и биологические объекты [7].

О.В. Бецкий, Н.Н. Лебедева (2003), А.Х. Тамбиев и др. (2003), А.Н. Волобуев (2007) изучили основные биофизические и физиологические механизмы биологических эффектов низкоинтенсивных миллиметровых волн [20], а А.Г. Шеин, Р.Н. Никулин (2003) смоделировали воздействие электромагнитного поля сверхвысокой частоты низкой интенсивности на ионный транспорт через биологические мембраны [2].

Исследования М.Ю. Кормазова (2008) и других ученых подтверждают, что ответная реакция живой системы на внешние электромагнитные воздействия может происходить на различных структурных уровнях живого организма – от молекулярного, клеточного до уровня всего организма [8], а Ю.Н. Королов (1997) провел анализ общих закономерностей развития ультраструктурных реакций при действии электромагнитных излучений [9].

Ю.А. Ким и др. (2001) исследовали влияния ЭМИ малой интенсивности на гидратацию пленок ДНК, а В.Ф. Киричук и др. (2003) проанализировали КВЧ-индуцированные межклеточные взаимодействия. С.Ю. Терешин (1997) выявил участие хлорных и натриевых каналов в реализации влияния электромагнитных полей сверхвысокой частоты сантиметрового диапазона на активный транспорт ионов натрия через клеточную мембрану [10].

Гомеостаз организма (поддержание постоянства основных параметров организма в некоторых физиологически значимых пределах) связан с генерацией клетками полей в КВЧ-диапазоне. Амплитудно-частотные характеристики излучения больного и здорового организма разные, так как любое заболевание организма начинается с заболевания клетки, а любая патология – это патология клеток. Внешнее КВЧ-излучение (аппарат для КВЧ-терапии) имитирует собственное излучение организма в КВЧ-диапазоне и в процессе терапии выполняет функцию синхронизирующего устройства, навязывает организму утрачиваемую в процессе заболевания «здоровую» ритмику, восстанавливая утраченную организмом в процессе заболевания.

Исследования G. Shafirstein, E.G. Moros (2011), M. Alam, J.S. Dover, K.A. Arndt (2003), T.S. Alster, J.R. Lupton (2007) подтвердили, что поглощение кожными покровами КВЧ-излучения оказывает возбуждающее действие на рецепторный аппарат БАТ с последующей центростремительной импульсацией, которая изменяет деятельность вегетативной, эндокринной и иммунной систем. Ответная реакция организма проявляется по типу кожно-висцеральных рефлексов, а также общей реакции, направленной на повышение адаптационно-приспособительных, трофических, защитных функций организма, позволяющих ему противостоять внешним и внутренним агрессивным факторам [11].

Поэтому, при облучении кожи человека миллиметровыми волнами, практически все излучение поглощается в поверхностных слоях толщиной в несколько десятых миллиметра, поскольку весовое содержание воды в коже составляет более 65%.

А.Г. Шеин, Н.В. Кривонос (2003), А.Г. Шеин (2007,2008) доказали, что поглощение миллиметрового излучения молекулами воды в организме объясняется тем, что частоты их вращательных движений в значительной степени приходится на область миллиметровых и субмиллиметровых длин волн [2]. Этот эффект объясняется изменением проницаемости биологических мембран, ориентации макромолекул и свойств содержащихся в организме водных растворов (Быстров Р.П., Соколов А.В., 2006) [12].

Миллиметровая волновая терапия, или крайне высокочастотная терапия (КВЧ-терапия) - лечебное применение миллиметрового электромагнитного излучения (ММ ЭМИ) (Девятков Н.Д., Голант М.Б., Бецкий О.В.,1994) [6]. В медицине электромагнитные поля применяются в качестве лечебного или диагностического средства. Воздействие осуществляют на биологически активные точки (зоны), рефлексогенные зоны или зоны патологического очага.

Применение КВЧ-терапии показывает значительное сокращение сроков выздоровления пациентов. Характер взаимодействия электромагнитной волны с живым организмом определяется как особенностями самого излучения, так и физическими свойствами биологического объекта.

При этой методике, в основном, реализуются эффекты общего адаптационного синдрома (Селье Г.,1960) [12].

При воздействии на биологически активные точки рупор излучателя устанавливается контактным способом на кожные покровы или с зазором 1-2 см. Частота излучения (длительность миллиметрового излучения) подбирается индивидуально на основании эффективности лечения.

Таким образом, по мнению О.В. Деньги, Л.В. Анисимовой (1998) назначение КВЧ-терапии состоит в мобилизации непрерывно сокращающихся с возрастом резервов организма.

Первый в мире серийный аппарат для КВЧ-терапии был разработан под руководством Ю.В. Дедика в 1984 г. Следующим важным этапом внедрения ММ-терапии в медицинскую практику явилась разработка лечебно-диагностических комплексов в КВЧ-диапазоне (Корчажкина Н.Б. и др.,2001).

Так, D.R. Black, L.N. Neunick (2003) своими исследованиями показывают, что метод находит применение практически во всех областях медицины: в лечении больных с заболеваниями сердечно-сосудистой, иммунной, репродуктивной, эндокринной, нервной и других систем, а также органов пищеварения, кожи, свертывающей и противосвертывающей системы крови, состояние гемостаза [13].

Заключение

Анализ опубликованной литературы свидетельствует, что низкочастотные электромагнитные поля играют существенную роль в функционировании живой природы.

1. Izmajlova TD, Agejkin VA, Chakvetadze SS. Therapeutic and diagnostic capabilities of electromagnetic radiation of millimeter range. *Roscijskij pediatričeskij žurnal* [Russian Pediatric Magazine]. 2000; 5: 63-64. (In Russ).
2. Shein AG. Some results of studying the effects of intensity microwave radiation on biological objects. *Biomedicinskie tehnologii i radioelektronika* [Biomedical technologies and radio electronics]. 2007; 2-4: 80-86. (In Russ).
3. Alybina NN. The role of natural hygiene and intensity of millimeter waves in the recovery of Nature and society. *Biomedicinskaja radioelektronika* [Biomedical Radio Electronics]. 2007; 8-9: 99-110. (In Russ).
4. Beckij OV, Lebedeva NN. Biological effects of intensity millimeter waves (review). *Biomedicinskaja radioelektronika* [Biomedical Radio Electronics]. 2015; 1: 31-47. (In Russ).

5. Beckij OV. Water and electromagnetic waves. Biomedicinskaja radioelektronika [Biomedical Radio Electronics]. 1998; 2: 3-5. (In Russ).
6. Devjatkov ND, Golant MB, Beckij OV. Peculiarities of medico-biological application of millimeter waves. Moscow; 1994. 164 p. (In Russ).
7. Kozhokaru AF. Mechanisms of direct and opostredovannogo action through water intensity radio-frequency Amy on membrane systems and biological objects. Biomedicinskie tehnologii i radioelektronika [Biomedical technologies and radio electronics]. 2006; 8-9: 58-69. (In Russ).
8. Kormazov MJu. Bioresonance. Basic principles of resonance and electromagnetic therapy. Vestnik otorinolaringologii [Herald Otorhinolaryngology]. 2008; 2: 59-61. (In Russ).
9. Korolov JuN. General laws of development of ultrastructural reactions at Action of electromagnetic radiations. Voprosy kurortologii, fizioterapii i lechebnoj fizicheskoy kul'tury [Questions of balneology, physiotherapy and medical physical culture]. 1997; 5: 3-7. (In Russ).
10. Tereshin SJu. Participation of chlorine and sodium channels in the implementation of the effects of electromagnetic fields high frequency centimeter range on the active transport of sodium ions through the cell membrane. Voprosy kurortologii, fizioterapii i lechebnoj fizicheskoy kul'tury [Questions of balneology, physiotherapy and medical physical culture]. 1997; 4: 28-30. (In Russ).
11. Bystrov RP, Sokolov AV. Distribution of the short part of millimeter and submillimetre waves: possible applications. Radiotekhnika [Radio engineering]. 2006. №5. С.11-19. (In Russ).
12. Sel'e G. Essays on Adaptive syndrome. Moscow; 1960. 253 p. (In Russ).
13. Black DR, Heynick LN. Radiofrequency (RF) effects on blood cells, cardiac, endocrine, and immunological functionsю Bioelectromagnetics. 2003; 6: S187-95.

Лашко И. С., Олесов Е.Е., Калинина А.Н., Степанов А. Ф., Царев В.Н.
Микробиологическое обоснование использования хвойной зелени деревьев для
лечения пародонтита и периимплантита

Клинический центр стоматологии ФМБА России
(Россия, Москва)

doi 10.18411/gq-30-03-2019-30

idsp sciencerussia-30-03-2019-30

Аннотация

В экспериментальных условиях изучено влияние хвойной зелени деревьев на культуру распространенных пародонтопатогенов. Проведено микробиологическое исследование чувствительности клинических изолятов пародонтопатогенов к клеточному соку пихты. Типичные пародонтопатогены *Streptococcus constellatus*, *Staphylococcus aureus*, *Fusobacterium nucleatum* и *Aggregatibacter actinomycetemcomitans* в присутствии клеточного сока пихты значительно снижают активность всех микробов по критериям: изменение фазы адаптации (лаг-фаза), изменение фазы геометрического роста, амплитуда пика фазы геометрического роста, длительность стационарной фазы, срок отмирания культуры. Относительно *Staphylococcus aureus* особенно выражено влияние, поскольку рост этого микроба полностью подавлялся.

Ключевые слова: пародонтопатогены, сок пихты, микробиология.

Abstract

Under experimental conditions, the influence of coniferous trees on the culture of common periodontal pathogens was studied. A microbiological study of the sensitivity of clinical isolates of periodontal pathogens to the cell juice of fir was carried out. Typical periodontopathogenic microorganisms *Streptococcus constellatus*, *Staphylococcus aureus*, *Fusobacterium nucleatum* and *Aggregatibacter actinomycetemcomitans* in the presence of cell SAP of fir significantly reduces the activity of all germs according to the criteria: change in the phase of adaptation (lag-phase), the phase change of geometric growth, the amplitude of the peak phase of geometric growth, the duration of the stationary phase, the period of the withering away of culture. The influence of *Staphylococcus aureus* is especially pronounced, as the growth of this microbe was completely suppressed.

Keywords: the periodontopathogenic microorganisms, juice fir, Microbiology.

Распространенность воспалительных заболеваний пародонта не уменьшается; с развитием имплантологии все чаще диагностируется периимплантит, как воспалительное осложнение в состоянии периимплантатных тканей. Основной причиной воспаления тканей десны, в том числе вокруг дентальных имплантатов, считается патогенное воздействие пародонтопатогенной микрофлоры рта [1-4]. Лечебные мероприятия, базирующиеся на элиминации микрофлоры путем профессиональной гигиены рта, включают противомикробные медикаментозные средства. До настоящего времени актуален поиск эффективных антисептических средств для лечения заболеваний пародонта.

В компании «Солагифт» (г. Томск) разработаны субстанции из хвойной зелени деревьев для наружного применения, среди которых привлекает внимание с позиций возможного использования для лечения заболеваний пародонта биоэффективный клеточный сок пихты. По данным компании препарат проявляет противовоспалительную и противовирусную активность.

Цель исследования: изучение чувствительности пародонтопатогенов к клеточному соку пихты с помощью микробиологического анализа.

Материалы и методы. Микробиологическое изучение чувствительности пародонтопатогенов к хвойным препаратам на примере биоэффективного клеточного сока пихты проведено в научно-исследовательском медико-стоматологическом институте (НИМСИ) МГМСУ им. А. И. Евдокимова. Использованы следующие клинические изоляты микроорганизмов: *Streptococcus constellatus*; *Staphylococcus aureus*; *Fusobacterium nucleatum*; *Aggregatibacter actinomycetemcomitans*. Выделение и культивирование выделенных штаммов проводили в соответствии со стандартным протоколом [5,6]. В данной статье представлено изучение препарата в разведении 1:5. Критерии сравнения: изменение фазы адаптации (лаг-фаза), изменение фазы геометрического роста, амплитуда пика фазы геометрического роста, длительность стационарной фазы, срок отмирания культуры.

Основой для проведения исследования являлась автоматическая система культивирования микроорганизмов в режиме реального времени – биореактор «Реверс-Спиннер RTS-1» (BioSan, Латвия).

Результаты исследования. Как показывают результаты культивирования клинического изолята *A. Actinomycetemcomitans* с соком пихты, лаг-фаза в контроле длилась до 27 часа. Ускорение бактериального прироста продолжалось в течение 8 часов, что ознаменовало начало логарифмической фазы роста (ускоренный рост на промежутке 27-36 часов) (Рис. 1). Экспоненциальная фаза роста, характеризующаяся максимальной скоростью деления бактерий, в контрольном образце отмечалась на промежутке с 36 часа (0,54 Mcf) до 48 часа (6,00 Mcf). В данной фазе рост клеток происходит с постоянной удельной скоростью, т.е. единица микробной биомассы в единицу времени увеличивается на одну и ту же величину. Однако в первой половине этой фазы деление клеток опережает их рост, клетки мельчают, но во второй половине скорости роста и деления клеток уравниваются. На протяжении всей экспоненциальной фазы клетки продолжают сохранять высокую физиологическую активность, свойственную молодым популяциям. Изменение оптической плотности на данном временном промежутке составило более 5,00 Mcf. Фаза торможения или замедленного роста, характеризующаяся в период линейного роста постоянной скоростью прироста биомассы (числа клеток), была достаточно продолжительной – с 48-78 часов культивирования, с выходом в стационарную фазу культивирования с показателем 7,23 Mcf (78 час). Соотношение отмирающих, вновь образующихся и покоящихся клеток становится стабильным. Прироста биомассы не наблюдается. Средний показатель стационарной фазы составил $7,20 \pm 0,05$ Mcf.

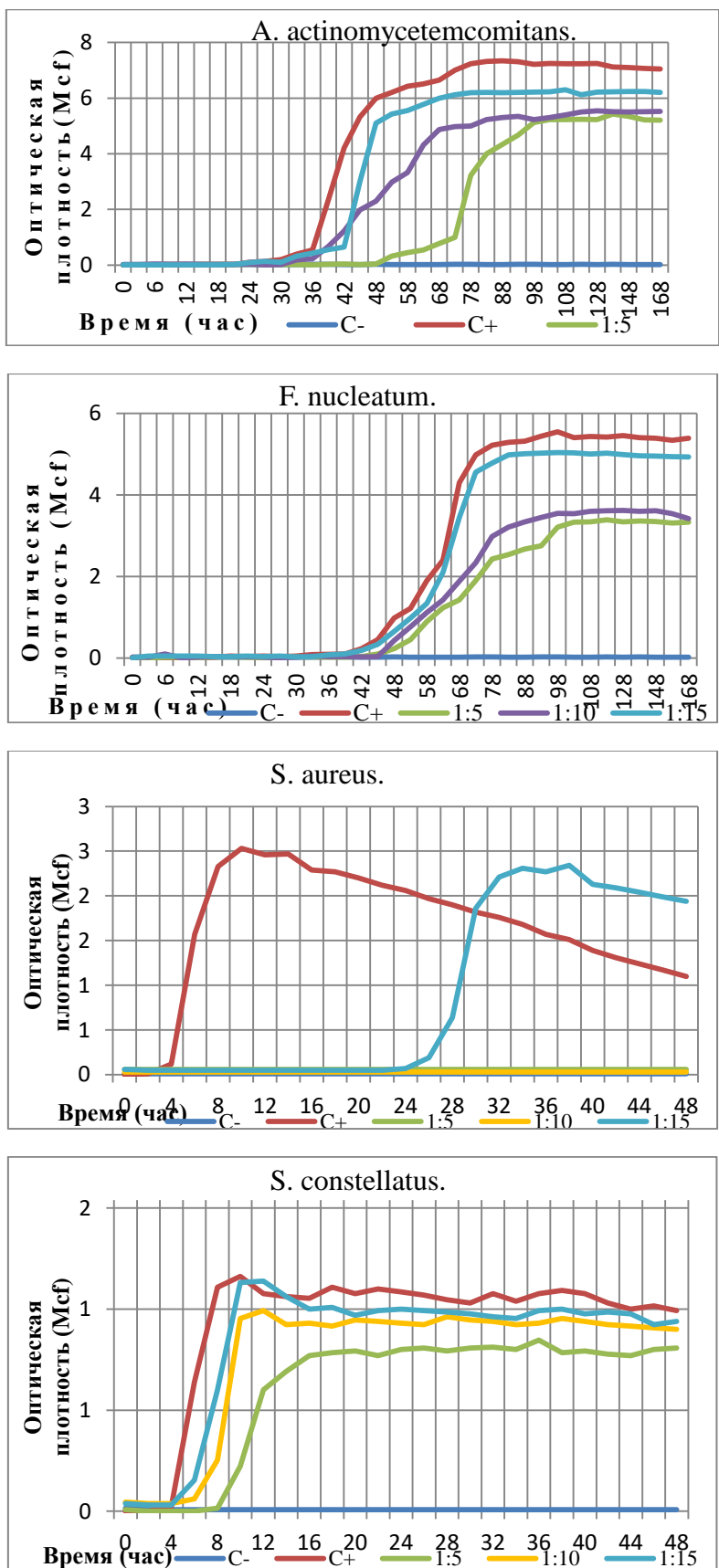


Рисунок 1. Результаты культивирования клинических изолятов *A. Actinomycetemcomitans*, *F. Nucleatum*, *S. aureus*, *S. constellatus* с соком пихты.

Значительное удлинение фазы адаптации отмечалось в образце с разведением концентрата 1:5. Ускорение бактериального прироста началось только с 48 часа культивирования, что почти на 18 часов позже, чем в контрольном образце. Фаза

ускоренного роста также была длиннее, чем в других образцах, и выход культуры в экспоненциальный рост был отмечен только к 73 часу культивирования. Продолжительность лог-фазы – 25 часов, максимальный показатель – 5,12 Mcf. Средний показатель в стационарной фазе – $5,25 \pm 0,05$ Mcf, что на 27% меньше, чем в контрольном образце.

По результатам культивирования клинического изолята *F. Nucleatum* с исследуемым препаратом в контрольной пробирке фаза адаптации продолжалась около 36 часов, первые признаки начала бактериального прироста отмечались после 37 часа культивирования с менее выраженной фазой ускоренного роста (39-45 час). Средний показатель изменения оптической плотности составил 0,22 Mcf. (снятие показаний OD – каждые 3 часа). Экспоненциальная фаза роста, характеризуемая максимальной скоростью деления бактерий, в контрольном образце отмечалась с 45 часа (0,45 Mcf) до 73 часа (4,98 Mcf). В данной фазе отмечается высокая скорость бактериального прироста и изменение оптической плотности в среднем на $5,5 \pm 0,05$ Mcf. Фаза замедленного роста объединяет две фазы – фазу линейного роста ($\mu = \text{const}$) и фазу отрицательного ускорения (98-103 час). Фаза характеризуется в период линейного роста постоянной скоростью прироста биомассы (числа клеток). Затем при переходе в фазу отрицательного ускорения численность делящихся клеток уменьшается. Стационарная фаза характеризуется равновесием между погибающими и вновь образующимися клетками. Факторы, лимитирующие рост бактерий в предыдущей фазе, являются причиной возникновения стационарной фазы. Прироста биомассы нет. Средний показатель стационарной фазы составил $5,4 \pm 0,05$ Mcf. В разведении концентрата в соотношении 1:5 отмечалось небольшое увеличение адаптивной фазы с моментальным переходом культуры в фазу логарифмического роста. В данных образцах скорость генерации существенно снижена в сравнении с «классической» лог-фазой, поэтому в данном случае происходит пропорциональное увеличение численности бактериальных клеток – «сбалансированный рост». Необычно быстрое увеличение числа клеток сразу после фазы адаптации, вслед за чем скорость накопления клеток понижается, связано с частичной или полной синхронизацией деления клеток в культуре. Синхронизация культуры наступает в том случае, когда все клетки начинают делиться с почти одинаковой скоростью, при этом зависимость логарифма числа клеток от длительности культивирования приобретает ступенчатый характер в отличие от линейного при обычном асинхронном росте в периодическом режиме культивирования (концентрация исследуемого образца в соотношении 1:5). Средний показатель стационарной фазы в концентрациях 1:10 и 1:5 – $3,44 \pm 0,05$ Mcf, что на 38% меньше, чем в контрольном образце.

В контрольной пробе *S. aureus* наблюдали типичный рост бактериальной популяции. Начальная или фаза адаптации составляла 3 часа, после чего ускоренный рост переходил в экспоненциальную фазу и кривая стремительно достигала максимума на 10-й час (2,53 Mcf). Стационарная фаза была непродолжительной и продолжалась на протяжении 5 часов, после чего культура перешла в фазу отмирания. Продолжительность стационарной фазы зависит от состава питательной среды, возраста изначальной культуры, а также от таких процессов, как использование запасных веществ, распад части рибосом и синтез ферментов. По-разному наблюдаемая картина зависит от того, какой именно фактор лимитирует рост бактериальной популяции. Быстрой гибели подвержены лишь очень чувствительные клетки, другие еще долго сохраняют жизнеспособность до тех пор, пока еще есть возможность получать необходимую для этого энергию в процессе окисления каких-либо запасных веществ или клеточных белков. «Урожай» стационарной фазы отмечен средним показателем $2,43 \pm 0,05$ Mcf. Фаза отмирания характеризовалась стадией ускоренной гибели, без перехода в стадию лог-отмирания, так как прослеживалась картина, характеризующаяся превышением числа отмирающих клеток над количеством вновь

образующихся, и скорость постоянного отмирания клеток не наблюдалась. При концентрации 1:5 прослеживается явное бактериостатическое воздействие исследуемого образца, поскольку роста не наблюдалось вовсе.

Оценка чувствительности микроаэрофильного *S. constellatus* к исследуемому препарату показала следующее: фаза адаптации, охватывающая промежуток от момента посева бактерий до видимого начала их роста, в контрольной пробирке, продолжалась в среднем до 4 часа культивирования, у сравниваемых образцов было отмечено удлинение данной фазы в среднем на 2-4 часа. Экспоненциальная фаза, характеризующаяся прогрессирующим нарастанием скорости деления клеток, имела достоверные отличия при разведении исследуемого образца в соотношении 1:5. В данном образце отмечался и спад скорости генерации популяций, так и ярко выраженная фаза замедления. Средний показатель на пике стационарной фазы при разведении 1:5 – 1,03 Mcf, что статистически недостоверно в сравнении с контрольным образцом.

Выводы. Хвойная зелень деревьев является перспективным средством устранения воспаления в тканях десны при пародонтите и периимплантите ввиду антимикробного действия. Присутствие клеточного сока пихты в культуре клинических изолятов изученных пародонтопатогенов значительно снижает активность всех микробов по всем критериям, особенно *Staphylococcus aureus*, рост которого полностью подавлялся.

1. Богачева Н.В., Тунева Н.А. Изучение микробной ассоциации зубодесневых карманов у больных хеликобактериозом. Вятский медицинский вестник. 2018; 3(59): 85-90.
2. Грудянов А. И. Заболевания пародонта. Москва: Медицинское информационное агентство, 2009 □ 336 с.
3. Разина И.Н., Чеснокова М.Г., В.Б. Недосеко. Влияние фотодинамической терапии на эпителиально интегрированную микробиоту тканей пародонта при лечении хронического генерализованного пародонтита. Лазерная медицина, 2014; 3 (18):13-17.
4. Усманова И.Н., Кабирова М.Ф., Хуснарязанова Р.Ф., Сафиуллина Р.А.. Особенности микробного пейзажа полости рта при хроническом гингивите и пародонтите у лиц молодого возраста. Актуальные вопросы стоматологии: сборник Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 85– летию со дня рождения профессора Г.Д. Овруцкого. □ Казань. 2013; 298-301.
5. Давыдова М. М., Плахтий Л.Я., Царев В.Н. Методы микробиологического исследования, применяемые в стоматологии. Микробиология, вирусология иммунология полости рта. 2013; 223-268.
6. Царев В.Н., Арутюнов С.Д., Малазония Т.Т. и др. Оценка антимикробного действия фотодинамической терапии на возбудителей неклостридиальной анаэробной инфекции пародонта в экспериментальных и клинических исследованиях. Клиническая стоматология. 2015;4:14-19.

Маль Г.С., Лазурина Л.П.

Коррекция гиперлипидемии у больных ишемической болезнью сердца в сочетании с инфекцией

*ФГБОУ ВО «Курский государственный медицинский университет» МЗ РФ
(Россия, Курск)*

doi 10.18411/gq-30-03-2019-31

idsp sciencerussia-30-03-2019-31

Аннотация

Заболевания сердечно-сосудистой системы продолжают оставаться ведущими в структуре летальных исходов в промышленно-развитых странах. Зачастую в результате острых респираторных вирусных инфекций происходит дестабилизация течения ИБС, об особенностях фармакологической коррекции которой и пойдет речь в этой статье.

Ключевые слова: сердечно-сосудистая система, ОРВИ, ИБС, фармакологическая коррекция, статины.

Abstract

Diseases of the cardiovascular system continue to be leading in the structure of lethal outcomes in industrialized countries. Often, as a result of acute respiratory viral infections, there is a destabilization of the course of IHD, the features of which pharmacological correction will be discussed in this article.

Key words: cardiovascular system, ARVI, ischemic heart disease, pharmacological correction, statins.

По результатам эпидемиологических исследований выявлены факты дестабилизации хронической формы ИБС в различные сезоны года [2].

Прослеживается сезонная тенденция увеличения числа госпитализаций больных ИБС, предвидя связь с присоединением инфекционной патологии в осенне-весенний периоды [3]. Фармакологическая коррекция пациентов в этот период изменяется по сравнению со стандартным ведением. Это обуславливает поиск современных фармакологических подходов для коррекции терапии у таких пациентов.

Воспаление является неспецифическим проявлением воздействия разнообразными повреждающими факторами на эндотелий сосудов. Во многих исследованиях показана взаимосвязь между повышением уровня провоспалительных цитокинов: ФНО- α , IL-1 β , IL-6 с проявлениями дестабилизации атеросклероза и ИБС [2].

Существует немало работ, в которых показана взаимосвязь клинического и лабораторного статуса больных ИБС, перенесших ОРВИ и грипп. При ОРВИ развивается дисбаланс взаимодействия цитокинов на фоне хронической инфекции (герпетической, цитомегаловирусной) [3]. Эти изменения могут приобретать необратимый характер и стимулировать воспалительный процесс, мотивировать изменения фармакологической коррекции ГЛП с учетом наличия отягчающего фона (сопутствующей вирусной инфекции) с поиском наиболее эффективных препаратов с минимальными затратами.

Для этого необходимо индивидуализировать подход к лечению больных с проведением генетических тестов для формирования лекарственного ответа в условиях комплексной терапии еще до ее начала, с возможностью прогноза эффективности, выражающейся в достижении целевого уровня ХС ЛНП.

Недостаточность выраженности плеiotропных эффектов розувастатина у больных ИБС в условиях острого инфекционного заболевания проявляется в недостижении целевого уровня ХС ЛНП у данной группы больных.

В исследование было включено 100 больных, из них у 80 была выявлена сопутствующая инфекционная патология. Сопутствующая патология, выявленная у больных ИБС стабильной стенокардией напряжения 1-2 ФК и ОРВИ, представлена следующим образом: 21% – хронический гастрит, 8% – ЯБЖ, 5% – хронический пиелонефрит, 10% – остеохондроз, 7% – ЖКБ и 49% – без патологии.

Среди пациентов с ИБС без проявлений вирусной инфекции сопутствующая патология выявлена у 39% и представлена таким образом: хр. тонзиллит – 5%, хр. гастрит – 16%, остеохондроз – 14% и ХВН – 4%.

Критерии включения больных в исследование представлены следующим образом:

- острый инфекционный процесс, вызванный вирусом гриппа или ЦМВ или *S. pneumoniae* (для исследуемой группы);
- мужчины в возрасте от 41 до 60 лет;
- женщины постменопаузального периода в возрасте от 41 до 60 лет;
- стабильная стенокардия напряжения I-II ФК [4];
- наличие ГЛП 2а или 2б типа (пациенты с уровнем ОХС > 5,5 ммоль/л, ТГ > 1,7 ммоль/л, без α -ХС) [4];
- отсутствие противопоказаний к назначению ингибиторов ГМГКоА-редуктазы;

- больные ранее, получавшие статины в качестве гиполипидемической терапии;
- информированное согласие пациента на участие в исследовании.

На фоне 12-недельной фармакологической коррекции розувастатином 10 мг/сут. у больных ИБС с ОРВИ с изолированной ГЛП наблюдалось статистически значимое снижение уровня ХС (-9,2%) у мужчин и (-10%) у женщин, в то время как, с сочетанной ГЛП на 7,9% и 8,3% соответственно.

Снижение исследуемых показателей, имеющее статистическую значимость, выражено более ярко у пациентов, достигших ХС ЛНП, однако различия, выявленные при анализе полученных результатов, позволяют сделать вывод о значительном снижении липидных фракций и у больных, не достигших ХС ЛНП, что связано с увеличением дозы розувастатина до 20 мг/сут. в группе этих больных.

Более выраженные динамические изменения параметров липид-транспортной системы регистрировались у больных ИБС при фармакологической коррекции ГЛП в той же дозе, что и у основной группы (с проявлениями вирусной инфекции).

У больных ИБС стабильной стенокардией напряжения 1-2 ФК, которые к 12-неделе монотерапии розувастатином достигли целевого уровня ХС ЛНП

динамика липидного профиля характеризовалась низким показателем варьирования как для ХС, так и для ХС ЛНП. Данная закономерность объясняется стабильным уровнем исследуемых показателей в данной группе больных, не имеющих тенденции к повышению при выбранном дозовом режиме, и как следствие, не требующим другой схемы фармакологической коррекции.

Таким образом, гиполипидемический эффект розувастатина связан с изменением содержания всех показателей липидного спектра: ХС, ХС ЛНП и АИ в обеих сравниваемых группах. Однако у больных с полиморбидной патологией потребовалось увеличение дозы розувастатина до 20 мг/сут. для достижения целевых значений ХС ЛНП.

Вышеперечисленные сдвиги в состоянии липид-транспортной системы привели к достижению целевых значений ХС ЛНП у большинства пациентов с ИБС. Через 4 недели терапии статинотерапии в группе больных с острой респираторной вирусной инфекцией целевого значения достигли 58% пациентов, что делало необходимым увеличение дозы розувастатина на дальнейшем этапе исследования. Увеличение дозы розувастатина до 20 мг/сут. способствовало достижению целевого уровня у 67% пациентов к концу наблюдения.

Однако 33% пациентов, участвующих в наблюдении, к 12-й неделе монотерапии розувастатином не достигли целевых значений по показателю ХС ЛНП, отражающему эффективность проводимой гиполипидемической терапии. Так, в данной работе получены результаты, совпадающие с данными многоцентровых исследований, например, MERCURY-II [7], в котором при монотерапии розувастатином до 70% пациентов достигли целевого уровня ХС ЛНП.

Недостижение целевого уровня при фармакологической коррекции ГЛП у больных с полиморбидной патологией способствовало изменению подхода с титрацией дозы розувастатина у данной группы больных ИБС.

Снижение липидного профиля при проведении фармакологической коррекции гиперлипидемии приводит к регрессу процессов атеросклероза, что также подтверждено крупными клиническими исследованиями [6]. В связи с этим, учет толщины КИМ сонных артерий, являющейся маркером раннего атеросклеротического поражения сосудов в совокупности с определением показателей липидного обмена позволяет объективно оценивать течение атеросклероза и эффективность фармакотерапии. При анализе толщины КИМ у пациентов, страдающих ИБС на фоне ОРВИ, была обнаружена тенденция к прогрессированию толщины КИМ на II визите с 1,22 мм до 1,45 мм (в момент заболевания вирусной инфекцией), что связано со стимуляцией атерогенеза при прямом цитопатическом действии вирусов на сосудистый эндотелий, обусловленным гематогенным путем распространения в организме и

прогрессированием эндотелиальной дисфункции. Также имеют значения иммунные реакции в ответ на внедрение возбудителя.

На фоне монотерапии розувастатином в течение 12-ти недель с титрацией дозы достигнуто снижение толщины комплекса интимы-медиа, имеющее статистическую достоверность.

У больных ИБС без признаков вирусной инфекции было получено снижение ТИМ, превышающее результаты основной группы при монокомпонентной фармакологической коррекции в стартовой дозе розувастатина, что связано со стабильностью атеросклеротического процесса у больных с ХИБС, не приводящей к росту ТИМ.

Так как основной в патогенезе атеросклероза и ИБС является иммуно-воспалительная теория, необходимо исследование генов, отвечающих за развитие воспалительных реакций. В связи с этим проведены генетические исследования генов цитокинов, участвующих в воспалительных процессах в атеросклеротической бляшке: IL-1 β , IL-4, IL-6, IL-10 [2].

С этой целью в нашем исследовании у больных ИБС и ОРВИ был изучен полиморфизм генов цитокинов, и его ассоциация с воспалительным ответом при активации хронического процесса в атеросклеротической бляшке, и возможное влияние на гиполипидемический ответ.

Интерлейкины являются основными звеньями патогенеза атеросклероза, уровень которых изменяется в зависимости от функционального класса стенокардии и прогрессирования ХСН, что служит прогностическим фактором дестабилизации течения ИБС и изменения фармакологической коррекции. При изучении ассоциации полиморфизма –511C>T гена IL-1 β с развитием ИБС у больных вирусной инфекцией получено снижение уровня ХС и ХС ЛНП при повышенном содержании противовоспалительных интерлейкинов IL-4 и IL-10.

Данная особенность закономерна, так как противовоспалительные эффекты цитокинов связаны со снижением атерогенных показателей липидного обмена.

При исследовании влияния IL-1 на содержание в сыворотке крови липидных фракций отмечалась слабая обратная корреляционная связь между уровнем ХС и IL-1. При повышении противовоспалительных цитокинов (IL-4, IL-10) снижается уровень ОХ. При повышенном уровне ОХ, выявлены низкие значения ИЛ-1.

Также изменения ТГ, ЛНП, характеризовались наличием слабой обратной корреляционной связи, уровень провоспалительных цитокинов снижен при повышении липидных фракций.

Интерлейкин-1 β , как один их наиболее активных провоспалительных цитокинов, способен модулировать цитотоксические свойства иммунокомпетентных клеток и, тем самым, усиливать воспалительный процесс, явления альтерации, деструкции и апоптоза [1]. По всей видимости, процессы биосинтеза ЛВП и выработки провоспалительного интерлейкина-1 у больных ИБС сопряжены и могут контролироваться влияниями ни сколько самих генов цитокинов, сколько генами, вовлеченными в молекулярные механизмы атеросклероза, плейотропные эффекты которых реализуются в поддержании воспалительного процесса в стенке артерий и снижении синтеза антиатерогенной фракции ЛВП.

Содержание противовоспалительных интерлейкинов IL-4 и IL-10 негативно коррелировало с уровнем триглицеридов, общего холестерина и липопротеидов низкой плотности. Данная особенность вполне закономерна – противовоспалительные эффекты цитокинов сопровождаются снижением атерогенных показателей липидного обмена. Это может объясняться непрямым взаимодействием данных показателей, а скорее обусловлено общими регуляторными механизмами, контролирующими патогенез атеросклероза.

Сравнительный анализ частот аллелей и генотипов полиморфизма –174G>C гена IL-6 среди исследуемых групп больных не выявил статистически значимых различий. Однако стратифицированный по полу анализ позволил выявить ассоциацию

гомозиготного генотипа GG гена IL-6 с риском развития ИБС у мужчин с ОРВИ. В то время как у женщин не было обнаружено статистически значимых различий по распределению гомозиготного генотипа.

Из литературы известно, что G-аллель гена IL-6 связана с более высокой продукцией интерлейкина, чем C-аллель. Установлено, что уровень ИЛ-6 в 2 раза выше у гомозигот с G-аллелем, чем у гомозигот с C-аллелем.

Известно, что ИЛ-6 регулирует ответ острой фазы воспаления. В синтезе белков острой фазы участвуют ФНО-альфа и ФНО-бета, однако ИЛ-6 – единственный цитокин, который может стимулировать синтез всех белков острой фазы воспаления: С-реактивного белка (СРБ), сывороточного амилоида-А, фибриногена, альфа-химотрипсина и гаптоглобина.

Однако полученные нами данные противоречат гипотезе о провоспалительном эффекте G-аллеля, что может быть связано с относительно небольшим объемом исследованных групп пациентов.

1. Влияние генотипов белка – переносчика эфиров холестерина на эффективность гиполипидемической терапии розувастатином у больных ишемической болезнью сердца с атерогенными гиперлипидемиями / М.В. Звягина, Г.С. Маль, О.Ю. Бушуева [и др.] // *Фундаментальные исследования*. – 2015. – № 1/3. – С. 517-521.
2. Генетические исследования в кардиологии: прогнозирование риска неблагоприятных исходов и проблема персонализированного лечения / Д.А. Затейщиков, Л.О. Минушкина, О.С. Чумакова [и др.] // *Кремлёвская медицина. Клин. вестн.* – 2014. – № 1. – С. 84-91.
3. Дедкова, А.В. Факторы воспаления и маркеры повреждения миокарда у пациентов с ишемической болезнью сердца и фибрилляцией предсердий : автореф. дис. ... канд. мед. наук: 14.01.05 / А.В. Дедкова; Томск. НИИ кардиологии. – Томск, 2010. – 21 с.
4. Диагностика и коррекция нарушений липидного обмена с целью профилактики и лечения атеросклероза. Российские рекомендации Всероссийского научного общества кардиологов (V пересмотр) // *Атеросклероз и дислипидемии*. – 2012. – № 4. – С. 5-54.
5. Изучение полиморфизма генов цитокинов ИЛ-4, ИЛ-10, ИЛ-17А и TNF- α у больных с инфекционно-зависимой бронхиальной астмой / Е.М. Костина, Б.А. Молотиллов, О.А. Левашова, М.В. Осипова // *Иммунопатология, аллергология, инфектология*. – 2013. – № 1. – С. 53-58.
6. Comparison of tocilizumab monotherapy versus methotrexate monotherapy in patients with moderate to severe rheumatoid arthritis: the AMBITION study / G. Jones, A. Sebba, J. Gu [et al.] // *Ann. Rheum. Dis.* – 2010. – Vol. 69, N 1. – P. 88-96.
7. Sprague, A.H. Inflammatory cytokines in vascular dysfunction and vascular disease / A.H. Sprague, R.A. Khalil // *Biochem. Pharmacol.* – 2009. – Vol. 78, N 6. – P. 539-552.

Сметанин В.Н.

Вопросы применения химических средств стерилизации в профилактике ИСМП

*Рязанский государственный медицинский университет
имени академика И.П. Павлова
(Россия, Рязань)*

doi 10.18411/gq-30-03-2019-32

idsp sciencerussia-30-03-2019-32

Аннотация

Рассмотрены инфекции, связанные с оказанием медицинской помощи, (ИСМП), как одна из наиболее острых проблем современного здравоохранения, особенности современных средств для стерилизации изделий медицинского назначения, трудности при выборе наиболее подходящих вариантов стерилизации практическими работниками здравоохранения, оптимальный выбор и грамотное использование стерилизующих средств, стерилизационного оборудования, средств контроля стерилизации.

Ключевые слова: ИСМП, стерилизация, стерилизующие средства, стерилизационное оборудование, средства контроля стерилизации, спороцидное действие.

Инфекции, связанные с оказанием медицинской помощи, (ИСМП) – одна из наиболее острых проблем современного здравоохранения. Внедрение новых видов диагностического и лечебного оборудования, использование высокотехнологических инвазивных процедур, широкое применение разнообразных антибактериальных препаратов, приводящее к селекции высоковирулентны организма пациента – эти и многие другие факторы способствуют росту внутрибольничного инфицирования пациентов и персонала [1].

В хирургической практике в 69,2% случаев инструменты и перевязочный материал служили факторами передачи возбудителей инфекций по причине неэффективной работы стерилизационной аппаратуры, а в 30,8% – вследствие нарушений асептики персоналом при работе со стерильным материалом [2].

Средства для предстерилизационной очистки и стерилизации - изделий медицинского назначения, нашедшие сегодня применение в здравоохранении, во многом изменили ситуацию с обработкой указанных изделий. Вместе с тем, многочисленность этих средств с учетом их полифункциональности, зачастую создает трудности при выборе практическими работниками наиболее подходящих вариантов. Условия и режимы применения средств сходного состава и назначения, оговоренные в «Инструкциях по применению», зачастую существенно отличаются друг от друга в зависимости от исследователей-разработчиков документов. Расширение числа исследовательских центров ослабило остроту вопроса по срокам испытаний новых средств, однако привело к сложной ситуации с адекватностью результатов изучения. В ряде случаев недостаточное владение методами исследований приводит к получению ложно «хороших» результатов и рекомендациям заведомо заниженных значений таких параметров режимов, как концентрация и время воздействия агента, а в некоторых случаях и температура воздействия.

Важным принципом осуществления стерилизационных мероприятий является оптимальный выбор и грамотное использование стерилизующих средств, стерилизационного оборудования, средств контроля стерилизации.

Полноценный современный комплекс принадлежностей для осуществления стерилизации конкретным методом должен включать в себя: стерилизатор, в котором вырабатывается и/или применяется стерилизующий агент; картридж со стерилизующим средством (для определенных химических методов стерилизации); стерилизационные упаковочные материалы; биологический индикатор; химические индикаторы различных классов.

Поэтому при выборе методов предпочтение должно быть отдано тем из них, при которых изделия могут быть простерилизованы централизованно в упакованном виде, и для которых имеются возможности контроля. Современный стерилизатор должен выполнять процесс автоматически, иметь системы контроля, световую и цифровую индикацию, звуковую сигнализацию и системы блокировок процесса; желательна, чтобы аппарат обеспечивал распечатку информации о совершенном цикле [5].

В последние годы в лечебно-профилактических учреждениях появилось много новых отечественных и зарубежных стерилизаторов с разным принципом действия: паровые, воздушные, инфракрасные, газовые, плазменные. Существенные позитивные изменения наблюдаются в оснащении практических учреждений соответствующими применяемым методам стерилизации стерилизационными упаковочными материалами и химическими индикаторами разных классов.

Произошедшие изменения в сфере стерилизации изделий медицинского назначения, безусловно, не достигли бы такого уровня без разработки и введения в действие новых регламентирующих документов, в т.ч. принятых в ранге ГОСТа Р ИСО и взаимосвязанных с процессом гармонизации отечественных и зарубежных подходов в данной сфере. Этими документами впервые в России стандартизованы требования к указанным материалам и оборудованию, что позволяет не только соотнести предлагаемые к внедрению в России зарубежные образцы, но и дает возможность отечественным разработчикам создавать продукцию, отвечающую современным международным стандартам [9].

В перспективе планируется рассмотрение стандартов на малые паровые стерилизаторы, на воздушные стерилизаторы, а также пересмотр (вследствие уточнения аналогичного зарубежного стандарта) 1 части стандарта на химические индикаторы. Введенные стандарты требуют переосмысления с учетом новых знаний и практического опыта, что должно предусматривать их периодический пересмотр.

На практике при проведении стерилизации зачастую приходится сталкиваться с определенными трудностями: в инструкциях по оборудованию не всегда дано полноценное описание рекомендуемых средств для очистки и дезинфекции, а также этапов обработки.

Иногда перечисленные в инструкции средства не зарегистрированы в РФ, что создает проблему при выборе дезсредств. К тому же не все медицинские работники, проводящие дезинфекцию, знают, какие группы действующих веществ могут обеспечить необходимый уровень дезинфекции для того или иного датчика, при этом не повредив его. Медперсонал должен быть внимателен в выборе правильного уровня дезинфекции, и при выборе средства для очистки и дезинфекции в первую очередь ориентироваться на антимикробную активность действующего вещества. Среди зарегистрированных в Российской Федерации дезинфицирующих средств насчитывается 159 неэффективных в отношении микобактерий туберкулеза, которые содержат четвертичные аммониевые соединения (ЧАС) и гуанидины, и при этом имеют соответствующие режимы в инструкции. А также насчитывается более 60 наименований дезсредств на основе ЧАС, аминов и гуанидинов, которые не обладают спороцидными свойствами, но почему-то имеют в своих инструкциях режимы ДВУ и стерилизации. А ведь согласно п 2.19 СанПиН 2630-10 “Для химической стерилизации применяют растворы альдегидсодержащих, кислородсодержащих и некоторых хлорсодержащих средств, проявляющих спороцидное действие” [6].

При этом важна не только принадлежность к группе действующего вещества, но также количество действующего вещества в рабочем растворе дезсредства, его Рн и взаимодействие с другими компонентами. К сожалению, есть неэффективные средства, в которых не выдерживается минимальное количество действующих веществ даже по бактериальному режиму. Использование таких дезсредств для обработки полукритических и критических медицинских изделий, к которым относятся эндовакитальные и интраоперационные ультразвуковые датчики, эндоскопы и другие изделия, способствует распространению инфекций и влечет за собой нарушение СанПиНа, что в свою очередь может повлечь административную и уголовную ответственность. Для решения этой серьезной проблемы был разработан новый нормативный документ – Санитарные правила по профилактике инфекционных заболеваний при эндоскопических вмешательствах (СП 3.1.3263-15) [7].

Важными для здравоохранения являются методические указания по обработке эндоскопов и инструментов к ним, а также по контролю удаления воздуха в паровых стерилизационных камерах. Вместе с тем ощущается острая необходимость в подготовке нового общего документа по контролю стерилизации.

Целесообразно рассмотреть вопрос о недопустимости изготовления на местах собственными силами биологических индикаторов для контроля работы стерилизаторов в лечебно-профилактических учреждениях, что, в первую очередь, касается индикаторов для контроля паровых и воздушных стерилизаторов. Любые индикаторы должны быть зарегистрированы в установленном порядке на изготовителя. Что касается правил и условий обработки конкретных групп изделий, то неизменным вопросом остается обработка гибких эндоскопов [3].

Для их стерилизации эффективны растворы средств, содержащих в качестве действующих веществ достаточные количества альдегидов, кислородсодержащих или некоторых хлорсодержащих компонентов, обладающие спороцидным действием. Однако увеличение числа зарегистрированных и рекомендованных химических средств для указанной цели не решает проблемы быстрой, качественной и щадящей стерилизации этих сложно устроенных изделий. Значительные затраты труда и времени на обработку ручным способом оставляют актуальными вопросы разработки и внедрения оборудования для механизированной очистки, а также для стерилизации данных изделий. Пока что предлагаемые для этого установки, как правило, относятся к зарубежным разработкам, которые в силу высокой стоимости малодоступны для широкого внедрения в практику работы лечебно-профилактических учреждений.

Остается обеспокоенность и в отношении качества очистки и стерилизации ряда стоматологических инструментов, а также изделий, применяемых в косметологии. Отсутствие в некоторых случаях на их упаковках соответствующей маркировки приводит к тому, что сложные для обработки изделия однократного применения в практических условиях используют многократно и обрабатывают по режимам, разработанным для инструментов другого конструкционного исполнения, ставя под вопрос саму возможность и эффективность как предстерилизационной очистки, так и стерилизации [8].

Актуальность проблемы, а также отсутствие единых стандартов подтолкнуло сообщество специалистов Российской Федерации к созданию федеральных клинических рекомендаций (ФКР) “Оптимизация обеспечения эпидемиологической безопасности при использовании медицинского оборудования и медицинских изделий в режимных и специализированных отделениях медицинских организаций”.

Федеральные клинические рекомендации – это официальный документ для практического использования, который устанавливает технологии для обеспечения качества, оценки и аудита эпидемиологической безопасности. Это и учебно-методический материал, а также практические рекомендации в тех аспектах, которые не описаны в Санитарных правилах и нормативах (СанПиН), по которым нет методических указаний (МУ) и Санитарных правил (СП).

Ранее не было нигде обозначено, как использовать и обрабатывать оборудование в операционном блоке и ультразвуковое оборудование. А ведь обработка УЗ-датчиков – это крайне сложный процесс. И если по обработке эндоскопического оборудования существуют Санитарные правила, то по УЗ-оборудованию таких нормативных документов или стандартов в России нет, хотя риск использования без правильной обработки эндоскопического и ультразвукового оборудования одинаков.

Благодаря федеральным клиническим рекомендациям теперь есть возможность разобраться в том, что можно использовать, а что не обладает надежными барьерными свойствами, как обрабатывать оборудование без чехла (покрытия) и с использованием чехла [9].

В ФКР представлены классификации и расписаны алгоритмы действия, как в методических указаниях или Санитарных правилах, дан список литературы и справочная информация в виде фотографий. Это именно практический документ, который предназначен для эпидемиологов, врачей и медицинских сестер лечебно-

профилактических учреждений, организаторов здравоохранения, он может быть полезен для студентов, аспирантов и преподавателей медицинских вузов и системы последиplomного медицинского образования. Изложенные в документе рекомендации по применению специальных полимерных чехлов для защиты датчиков и одноразовых стерильных покрытий для защиты медицинского оборудования разработаны специалистами в области дезинфекции и госпитальной эпидемиологии, хирургии и функциональной диагностики на основе обобщения накопленного опыта, существующих научных данных и в соответствии с международными стандартами.

При этом нельзя не отметить, что в федеральных клинических рекомендациях барьерный метод впервые рассматривается как самостоятельный метод неспецифической профилактики инфекций, связанных с оказанием медицинской помощи, за счет создания механического препятствия непроницаемого для проникновения жидкостей, биологических агентов (микроорганизмов) путем использования специальных разрешенных изделий.

Одним из главных направлений в деятельности медицинских организаций является обеспечение безопасности пациентов и персонала. В понятие безопасности также включается и эпидемиологическая безопасность медицинской помощи. Наиболее существенной составляющей всего комплекса безопасности считается профилактика инфекций, связанных с оказанием медицинской помощи [9].

Национальная Концепция профилактики ИСМП ставит стратегической задачей здравоохранения обеспечение эпидемиологической безопасности организации лечебно-диагностического процесса, которая является неотъемлемым требованием оказания качественной медицинской помощи.

Таким образом, основываясь на постоянно пополняющихся результатах научных исследований, с учетом расширяющейся гармонизации с зарубежными подходами, необходимо дальнейшее совершенствование средств и оборудования для предстерилизационной очистки и стерилизации изделий медицинского назначения, а также средств их контроля, обучение и повышение квалификации по данным вопросам медицинского персонала лечебно-профилактических учреждений, лиц выполняющих контрольные функции, сотрудников фирм-разработчиков и фирм-поставщиков, а также преподавателей обучающих организаций [4].

1. Брико Н.И., Брусина Е.Б., Зуева Л.П. и др. Стратегия обеспечения эпидемиологической безопасности медицинской деятельности // Вестник Росздравнадзора. – 2017. - № 4. - С. 15-21.
2. Брусина Е.Б. Эволюция эпидемического процесса госпитальных гнойно-септических инфекций в хирургии. Эпидемиология и инфекционные болезни // Главная медицинская сестра. — 2014. — № 2. — С. 49–55.
3. ГОСТ Р ИСО 13683-2000 «Стерилизация медицинской продукции. Требования к валидации и текущему контролю».
4. Демидов П.А., Акимкин В.Г., Абрамова И.М. Стерилизация медицинских изделий в ООМД. Перспективы развития. Эпидемиология и гигиена. 2013. № 2 (12). С. 37-41.
5. Покровский В.И., Акимкин В.Г., Брико Н.И. и др. Национальная концепция профилактики инфекций, связанных с оказанием медицинской помощи, утв. 06.11.2011. – Н. Новгород, 2012. — 84 с.
6. Ракитин А.В. Оценка эффективности и качества дезинфекционных и стерилизационных мероприятий в системе эпидемиологического надзора за госпитальными гнойно-септическими инфекциями в акушерских стационарах: Автореф. дисс. канд. мед. наук. – Омск, 2000. — 19 с.
7. СП 3.1.3263-15 Профилактика инфекционных заболеваний при эндоскопических вмешательствах – М., 2015.
8. СанПиН 2.1.3.2630-10 Санитарно-эпидемиологические требования к организациям, осуществляющим медицинскую деятельность. – М., 2010.
9. Шестопалов Н.В., Пантелеева Л.Г., Соколова Н.Ф., Абрамова И.М., Лукичев С.П. Федеральные клинические рекомендации по выбору химических средств дезинфекции и стерилизации для использования в медицинских организациях. – М., 2015. — 56 с.

**Файзуллина Р.М., Шангареева З.А., Гафурова Р.Р.,
Корнейчук Л.С., Тимофеева О.Н.**
Факторы риска развития пищевой аллергии у детей

*ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения Российской Федерации
(Россия, Уфа)*

doi 10.18411/gq-30-03-2019-33

idspscience-30-03-2019-33

Аннотация

Наличие определенных сложностей в ранней диагностике, лечении и профилактике пищевой аллергии у детей объясняют пристальное внимание исследователей к этой проблеме. В исследовании, на основании проведенного анкетирования 160 родителей, поступивших с детьми в педиатрическое отделение ГБУЗ РБ ГДКБ №17 г. Уфа по причине острого заболевания респираторной системы, авторами определена группа детей (n=42) с пищевой аллергией (ПА). При этом изучены факторы риска (ФР) развития патологии, из которых достоверно значимым были пассивное курение ($\chi^2=4,9638$; $p=0,0262$), наличие отягощенной по аллергическим заболеваниям наследственности со стороны родителей и близких родственников ($\chi^2=4,0967$; $p=0,0431$), наличие кошки в доме ($\chi^2=3,8864$; $p=0,0487$). А такие ожидаемые факторы, как возраст родителей, наличие хронических заболеваний и профессиональной вредности у родителей, материальная обеспеченность семьи, прием лекарственных препаратов матерью во время беременности, наличие инфекционных заболеваний у ребенка на первом году жизни и применение антибактериальной терапии, условия проживания, искусственное вскармливание, рождение ребенка методом кесарева сечения и другие не были значимы. Клинически ПА у детей имела гастроинтестинальные ($\chi^2=33,9106$; $p=0,0005$) и кожные ($\chi^2=21,8643$; $p=0,0005$) проявления. Авторами сделаны выводы, что значимость ФР ПА у детей, по-видимому, может изменяться в зависимости от современных условий жизни, и установление ведущих из них необходимо для организации профилактики аллергических заболеваний у детей.

Ключевые слова: пищевая аллергия, дети, профилактика, аллергические заболевания.

Актуальность. Многочисленные авторы сходятся во мнении, что пищевая аллергия (ПА) представляет собой актуальную проблему современного общества, с которой сталкиваются, прежде всего, педиатры и аллергологи-иммунологи [1-6]. Важность данной проблемы обусловлена в первую очередь тесной связью с организацией сбалансированного питания растущего организма ребенка, нарушение которого может приводить к серьезным последствиям для его здоровья [1, 2, 3].

Распространенность доказанной ПА по статистическим данным, в развитых странах среди детей первого года жизни составляет 6-8%, а в подростковом возрасте - 2-4% [4].

По данным клиники ГНЦ - института иммунологии МЗ РФ, истинная ПА, как основное аллергическое заболевание в структуре всей аллергопатологии, за последние 5 лет составляла до 5,5%; реакции на примеси в составе пищевых продуктов - 0,9%. У больных атопическим дерматитом ПА отмечалась в 48% случаев, у больных поллинозом - в 45%, у больных БА и аллергическим ринитом - в 15% случаев. Частота ПА у детей колеблется от 65 до 92% случаев [5].

Нередко с ПА клиницисты связывают любые клинические симптомы, возникшие после употребления того или иного пищевого продукта. Между тем, не во всех случаях в основе таких проявлений лежит сенсibilизация к пищевым продуктам.

Наличие определенных сложностей в ранней диагностике, различные подходы к лечению и профилактике ПА у детей объясняют пристальное внимание исследователей к этой проблеме.

Цель исследования: изучить факторы риска (ФР) пищевой аллергии (ПА) у детей.

Материалы и методы. Под наблюдением находились 160 детей в возрасте от 1 месяца до 3-х лет, поступившие в педиатрическое отделение городской детской клинической больницы по причине острых заболеваний респираторной системы. Для реализации поставленной цели нами была разработана анкета-опросник для родителей, включающая 35 вопросов, касающихся семейного аллергологического анамнеза, течения беременности и родов, вида родоразрешения, особенностей вскармливания ребенка на первом году жизни, перенесенных заболеваний, бытовых условий проживания, клинических проявлений аллергии и наличие установленного диагноза аллергического заболевания. Были изучены медицинские документы (амбулаторная карта История развития ребенка (форма № 112/у) и медицинская карта стационарного больного (форма № 003/у)), и проведено общеклиническое обследование наблюдаемых детей.

Статистическую обработку полученных данных проводили с помощью пакета программы «Statistica 10,0». Достоверность различий изучаемых признаков определяли по критерию χ^2 с коррекцией Йейтса. Принятие или отвержение всех статистических гипотез осуществлялось на уровне $\leq 0,05$, принятом в биомедицинских исследованиях.

Результаты и обсуждения. Средний возраст детей, включенных в исследование, составил 2,4 года; мальчиков было больше, чем девочек, соответственно 60% (n=96) и 40% (n=64).

Согласно анализу полученных ответов родителей, на вопросы анкеты нами были сформированы 2 группы пациентов: основная – дети, имевшие проявления ПА и контрольная – без признаков ПА. В основную группу вошли 42 ребенка, что составило 26,3% от общей выборки, а в контрольную – 118 детей или 73,7% от выборки. Нами были проанализированы все пункты разработанной анкеты.

Проводимые клинико-генетические исследования ряда авторов, указывают на развитие пищевой аллергии у детей на фоне отягощенной наследственности аллергическими реакциями и заболеваниями [5, 6]. При опросе родителей нами было установлено, что у 63 детей из контрольной группы родители и близкие родственники страдают аллергией (26,7%), а в основной группе – у 33 детей (39,3%). Выявленные различия достигли статистической значимости ($\chi^2=4,0967$; $p=0,0431$), что позволяет рассматривать отягощенную наследственность родителей и близких родственников в качестве фактора риска развития пищевой аллергии, что соответствует литературным данным. При этом относительный риск развития пищевой аллергии в основной группе детей возрастал в 1,5 раза (RR=1,4721 (1,0124-2,0805)).

Влияние курения на развитие пищевой аллергии также нашло подтверждение в нашем исследовании. Согласно опросу, у 29 детей основной группы курит один или оба родителя (69,1%), в контрольной группе этот показатель гораздо ниже – 56 родителей (47,5%) ($\chi^2=4,9638$; $p=0,0262$). При этом риск развития пищевой аллергии у ребенка при пассивном курении возрастал в 1,5 раза (RR=1,4554 (1,0469-1,8742)).

При анкетировании родителей было выявлено, что такие ожидаемые факторы, как возраст родителей, наличие хронических заболеваний и профессиональной вредности у родителей, материальная обеспеченность семьи, прием лекарственных препаратов матерью во время беременности, наличие инфекционных заболеваний у ребенка на первом году жизни и применение антибактериальной терапии не были значимы. Условия проживания (квартира или частный дом со всеми или частичными удобствами), частота влажной уборки в доме также не оказывали существенного влияния на развитие ПА у детей.

А вот наличие животных в доме, в частности кошки, следует рассматривать как потенциальный фактор риска формирования ПА, поскольку риск возрастал в 1,7 раз

(RR=1,6686 (1,0032-2,6208)). Различия в исследуемых группах детей по данному признаку достигли уровня достоверности ($\chi^2=3,8864$; $p=0,0487$).

В основной группе доношенными родились 37 человек (88%), недоношенными – 5 человек (12%). У 86% детей указанной группы средняя масса при рождении составила 3292 гр, а оценка по шкале Апгар - 8/9 баллов на первой и пятой минутах при рождении.

Наше предположение о превалировании аллергических реакций у детей, рожденных путем кесарева сечения, не подтвердилось, поскольку различия между сравниваемыми группами не достигли статистически значимого уровня ($\chi^2=0,4055$; $p=0,5246$). При этом в контрольной группе искусственное родоразрешение было у 42 детей, что составило 35,6%, тогда как в основной – у 12 детей (28,6%).

Многочисленными авторами значимая роль в развитии пищевой аллергии отводится раннему переводу ребенка на искусственное вскармливание и нарушению рационального питания детей, выражающееся в несоответствии объема и соотношения пищевых ингредиентов весу и возрасту ребенка. При анкетировании нами было установлено, что 50 детей (42,4%) из контрольной группы находились на искусственном и смешанном вскармливании, тогда как в основной группе искусственное вскармливание было у 18 детей, что составило 42,8%. Сравнение указанных групп детей не показало существенных различий ($\chi^2=0,0005$; $p=1,0005$).

Введение прикорма – критический период в жизни младенца. В первую очередь ввиду увеличения риска формирования функциональных нарушений пищеварения и возможного развития пищевой аллергии. В основной группе у 37 детей не отмечалось ухудшение состояния в связи с введением прикорма (88,1%), в контрольной – у 113 детей (95,7%), однако различия не были достоверными ($\chi^2=1,9375$; $p=0,1645$).

Таким образом, искусственное вскармливание и введение прикорма по нашим данным не оказывали значимое воздействие на возникновение пищевой аллергии в основной группе детей.

Клинические формы проявлений пищевой аллергии были разнообразны. Так, в основной группе у 40 детей отмечались проблемы с кожей (95,2%) в виде покраснения (81,5%), сухости и шелушения (75%). При этом 16 детям (38,1%) был выставлен диагноз «атопический дерматит». В контрольной группе проблемы с кожей отмечались у 63 детей (53,4%). Выявленные нами различия были статистически значимыми ($\chi^2=21,8643$; $p=0,0005$) и отражали повышенный в 1,8 раз риск развития кожных проявлений пищевой аллергии в основной группе детей (RR=1,7843 (1,4611-1,90780)).

Острые аллергические реакции со стороны ЖКТ при опросе наблюдались у 30 детей (71,4%). Симптомы аллергии проявлялись в виде отека губ, языка, сочетающихся с зудом в гортани и затруднением глотания. Эти симптомы обычно сопровождалась повторной диареей с обильной слизью. Другими частыми симптомами нарушений ЖКТ были рвота, слизь в кале. Так, у 14 детей основной группы отмечалась диарея (33,3%), у 16 детей – запор (38,1%), у 15 детей 35,7% - колики и примеси в стуле в виде слизи, непереваренных комочков пищи.

В контрольной группе у 24 детей отмечались указанные нарушения (20,3%). При сравнении полученных данных у детей исследуемых групп различия достигли статистической значимости ($\chi^2=33,9106$; $p=0,0005$). Таким образом, риск гастроинтестинальных проявлений на пищевые продукты в 3,5 раза выше у детей основной группы (RR=3,5124 (2,3012-5,0197)).

Заключение и выводы. Таким образом, проведенное нами исследование показало, что достоверную значимость у детей с ПА по сравнению с детьми, не имевшими таковую имели следующие факторы: пассивное курение ($\chi^2=4,9638$; $p=0,0262$), наличие отягощенной по аллергическим заболеваниям наследственности со стороны родителей и ближайших родственников ($\chi^2=4,0967$; $p=0,0431$) и наличие кошки в доме ($\chi^2=3,8864$; $p=0,0487$).

Такие ожидаемые факторы, как возраст родителей, наличие хронических заболеваний и профессиональной вредности у родителей, материальная обеспеченность

семьи, прием лекарственных препаратов матерью во время беременности, наличие инфекционных заболеваний у ребенка на первом году жизни и применение антибактериальной терапии, условия проживания, искусственное вскармливание, введение блюд прикорма, родоразрешение путем кесарева сечения, в нашей работе не показали достоверных различий в группе детей с ПА, по сравнению с контролем, хотя чаще встречались в основной группе. Возможно, применение современных технологий в акушерской практике и вскармливание детей адаптированными молочными смесями максимально приближенными к грудному молоку и качественными консервированными блюдами прикорма уменьшают риски развития ПА.

Основными клиническими проявлениями ПА были патология кожи у 40 детей (95,2%) ($\chi^2=21,8643$; $p=0,0005$) и гастроинтестинальные поражения у 30 детей (71,4%) ($\chi^2=33,9106$; $p=0,0005$), которые у части детей сочетались. Респираторных проявлений ПА нами не было установлено.

Результаты нашего исследования позволяют нам предположить, что с учетом изменений условий проживания семей, продуктов питания для детей первого года жизни, совершенствования медицинских технологий и образа жизни родителей ведущая роль некоторых ФР развития ПА у детей может изменяться. Обращает на себя внимание значимость роли пассивного курения и развития пищевой аллергии. Вероятно следует больше пропагандировать значение здорового образа жизни родителей в профилактике аллергии у их детей. Для организации лечебно-профилактических мероприятий при ПА у детей необходимо выявлять наиболее значимые ФР. По нашему мнению, исследования по данной проблеме требуют дальнейшего изучения в популяции детей с большей выборкой.

1. Протокол ведения детей с пищевой аллергией / [А.А. Баранов и др.]. – М.: Педиатр, 2016. – 52 с.
2. Каримова Ф.Р. Клинические формы проявления острых аллергических состояний у детей / Ф.Р. Каримова // Вестник совета молодых учёных и специалистов Челябинской области. – 2017. - №2. – С.40-46.
3. Каратаева Н.А. Проблема пищевой аллергии / Н.А. Каратаева // Научный журнал «Апробация». – 2017. - №1. – С.81-82.
4. Ишкова Н.С. Пищевая аллергия у детей: патогенетическая терапия / [Н.С. Ишкова и др.] // Вестник Новосибирского госуниверситета. Серия: Биология, клиническая медицина. 2015. Т. 13, вып. 2. С. 77–82.
5. Современные проблемы пищевой аллергии – патогенез, клиника, диагностика: метод. рекомендации/сост.: В.А. Батулин, В.П. Тельбух – Ставрополь: Изд-во СтГМУ, 2016 - 31 с.
6. Балаболкин И.И. Пищевая аллергия у детей: современные аспекты патогенеза и подходы к терапии и профилактике / И.И. Балаболкин // Иммунопатология, аллергология, инфектология. - 2013. - №3. – С.36-46.
7. Макарова С.Г. Пищевая аллергия. Рекомендации по введению прикорма пациентам с пищевой аллергией и детям из группы риска: что и когда? (Вопросы современной педиатрии) / [С.Г. Макарова и др.] // Педиатрическая фармакология. – 2014. – №11 (5). – С.45–51.

Tagiyeva F.A.

Diagnosis of causes of obesity in pregnant patients

*Azerbaijan Medical University
(Azerbaijan, Baku)*

doi 10.18411/gq-30-03-2019-34

idsp sciencerussia-30-03-2019-34

Abstract

125 women with abdominal obesity diagnosed before pregnancy were examined. The nature of nutrition in 48.0% of obese women was irrational and excessive, and 12.8% of patients abused various tonic drinks. Among pregnant women with obesity 91.2% of women had low physical activity. Women who were obese before pregnancy had various extragenital

diseases. In the obstetric and gynecological history there was an irregular menstrual cycle, a high incidence of infertility.

Key words: women, pregnancy, obesity.

Аннотация

Обследованы 125 женщин с абдоминальным ожирением, диагностированным до беременности. Характер питания у 48,0% женщин с ожирением был нерациональным и избыточным, также 12,8% больных злоупотребляли различными тонизирующими напитками. Среди беременных с ожирением низкую физическую активность имели 91,2% женщин. У женщин с ожирением до наступления беременности отмечались различные экстрагенитальные заболевания. В акушерско-гинекологическом анамнезе отмечался нерегулярный менструальный цикл, высокая частота бесплодия.

Ключевые слова: женщины, беременность, ожирение.

In children born to overweight mothers, embryogenesis disorders, low Apgar scores and macrosomia are more frequent. Further complications associated with overweight are the progression of maternal obesity and the development of obesity in the child [3].

Pregnant women with obesity require special attention due to the high risk of developing not only obstetric complications, but also complications associated with the metabolic syndrome. Currently, there is a large number of scientific data in the literature that suggest that various complications of pregnancy are factors in the development of metabolic syndrome in women [1,2].

The level of education is one of the known significant factors of obesity and affects the prevalence of the latter [4].

The aim of the study was to analyze the indicators of medical and social status of pregnant women with obesity.

Methods. The material of the study was the results of a retrospective analysis of the birth histories of 205 pregnant women and specially designed questionnaires containing questions on social and living conditions, material conditions, family status, professional characteristics, obstetric and gynecological and somatic history. All examined were divided into two groups. The main group consisted of 125 women with abdominal obesity diagnosed before pregnancy, of which 25 (20.0%) had I degree of obesity, 56 (44.8%) – II degree, 44 (35.2%) – III degree of obesity. In order to diagnose obesity in pregnant women, the body mass index in the first trimester was taken into account. The control group consisted of 80 women who had a normal body mass index before pregnancy.

Results. The analysis of the age parameters of the examined patients revealed that the average age of pregnant women with obesity was 29.0 ± 0.44 years, and in women of the control group — 25.7 ± 0.47 years ($p < 0.05$). In the group with obesity, women under 20 years were 3.2% ($n=4$), at the age of 20-29 years – 53.6% ($n=57$), from 30 to 34 years – 30.4% ($n=38$), at the age of 35 to 39 years – 12.8% ($n=16$). In the group with obesity, there were more patients aged 30-34 years compared with the control group (30.4% and 11.3%, respectively) ($p < 0.05$).

Among women with obesity, 12 (9.6%) of them began to increase their body weight in childhood, 67 (53.6%) – during puberty, 46 (36.8%) – during pregnancy and after childbirth. At the same time, 25 (20.0%) women, 24 (19.2%) women, 24-28 years – 30 (24.0%), 29-38 years – 23 (18.4%) patients were indicated for the age period of 12-16 years.

Analysis of the incidence of comorbidities showed that women with obesity before pregnancy were significantly more likely to be diagnosed with cardiovascular diseases (40.3% vs. 11.9% in the control group), gastrointestinal diseases (30.8% vs. 16.6% in the control group), endocrine diseases (28.5% vs. 9.4% in the control group), acute respiratory viral infections and influenza (27.2% vs. 2.5% in the control group) ($p < 0.05$). Among childhood infections there were chickenpox — 15.2% and measles — 18.4% (in the control group –

38.8% and 35.0%, respectively, $p < 0.05$), hepatitis a – 3.2% (in the control group – 3.8%), rubella – 0.8% (in the control group – 11.3%, $p < 0.05$). One patient of the main group (0.8%) had a history of previous syphilis. Various surgical interventions were indicated by 80.0% of the women of the main group and 23.8% of the control group ($p < 0.05$).

The analysis of obstetric history revealed that 67 (83.8%) women in the control group had a regular menstrual cycle. In women of the main group regular menstrual cycle was observed in 80 (64.0%), irregular – in 45 (36.0%) ($p < 0.05$). Menstrual disorders in 13 (10.4%) obese women occurred in the juvenile period. In the reproductive period, these disorders were observed in 28 (22.4%) women. Polymenorrhea was observed in 5 (4.0%), oligomenorrhea – in 15 (12.0%) patients. The mean age of sexual initiation was 21.7 ± 0.29 years.

1. Ким Т.В., Каюпова Л.С. Структура экстрагенитальной патологии у беременных с ожирением // Сибирский медицинский журнал. 2011. №4.-С. 104-108
2. Ковальчук Л.А., Тарханова А.Э. Метаболические нарушения у беременных с ожирением в условиях промышленного региона // Вестник Уральской медицинской академической науки. 2014.- №3.-С.214-216
3. Суплотова Л.А., Сметанина С.А., Новаковская Н.А. Распространенность ожирения, патологической прибавки веса и метаболического синдрома у женщин Крайнего Севера в период гестации // Ожирение и метаболизм. 2011.-№4.-С.31-35
4. Roskam A.J., Kunst A.E., Oyen H.V. Comparative appraisal of educational inequalities in overweight and obesity among adults in 19 European countries. *Int J Epidemiol.* 2010;39: 392–404.

SECTION IX. PHYSICS

Полвонов Б.З., Насиров М., Мирзаев В., Разинов Ж.
Диагностика полупроводниковых материалов методом поляритонной
люминесценции

Ферганский политехнический институт
(Узбекистан, Фергана)

doi 10.18411/gq-30-03-2019-35

idsp sciencerussia-30-03-2019-35

Аннотация

На основе микроскопической теории поляритонной люминесценции (ПЛ) выполнен анализ известных экспериментальных спектров низкотемпературной фотолюминесценции (НТФЛ) кристаллов $CdTe$ для экситонного резонанса $A_{n=1}$. С помощью численных расчетов получены теоретические спектры ПЛ и обсуждается механизм формирования экситонной люминесценции на языке поляритонов в зависимости от параметров кристалла. Предложен новый неразрушающий оптический метод контроля и диагностики полупроводниковых материалов.

Ключевые слова: люминесценция, поляритон, спектр, экситон, полупроводник.

Abstract

On the base of the microscopic theory polariton luminescence (PL) is executed analysis are known experimental spectrum in a low temperature photoluminescence (LTFL) of $CdTe$ crystals for $A_{n=1}$ exciton resonance. By means of the numerical calculation are received theoretical spectrums PL and is discussed mechanism of the formation of exciton luminescence in language polaritons depending on the crystal parameters. The new not destroying optical quality monitoring and diagnostics of semiconductor materials is offered.

Keywords: luminescence, polariton, spectrum, exciton, semiconductor.

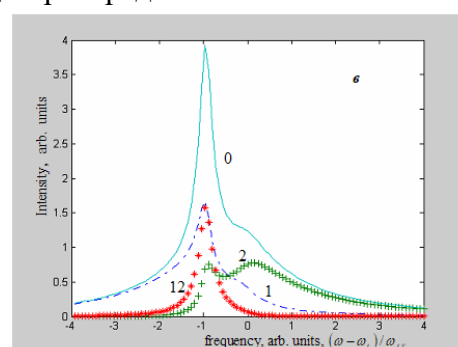
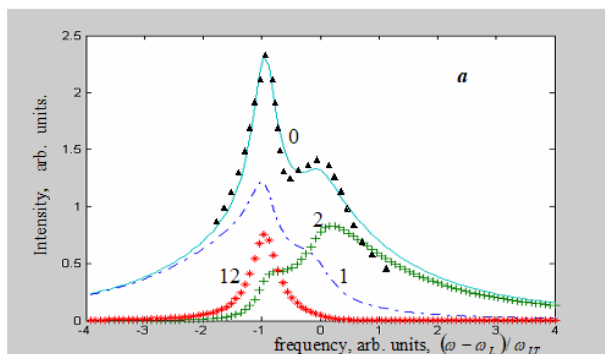
В последнее время в области оптической спектроскопии полупроводников большое внимание уделяется исследованию НТФЛ кристаллов $CdTe$ с целью усовершенствования методов неразрушающего контроля и диагностики кристаллических и поликристаллических полупроводниковых структур на их основе [1-5]. При этом особую важность приобретает анализ спектров экситонной люминесценции как наиболее чувствительного и прямого метода, позволяющего получить самую достоверную информацию о дефектах полупроводникового материала. Однако до сих пор, насколько нам известно, адекватный количественный анализ НТФЛ кристаллов $CdTe$ в окрестности экситонных резонансов с учетом поляритонного эффекта и процессов затухания экситонов отсутствует. Настоящая работа посвящена восполнению этого пробела. В работе [6] была развита теория ПЛ для кристаллов типа $CdTe$ с небольшими значениями продольно-поперечного расщепления ($\omega_{LT} \leq 1.0$ мэВ).

Для численного расчета интегральной $I_s^{(0)}(\omega)$ и парциальных $I_{\beta s}^{(0)}(\omega)$ спектральных интенсивностей воспользовались формулами работы [3-6] для амплитудных коэффициентов пропускания $t_{0\beta}$ и показателей преломления n_{β} . Единственным варьирующим параметром теории является эффективная глубина распределения поляритонов L нижней ветви. Значение $\hbar\Gamma$ считаем известным из эксперимента, и мы его выбрали в интервале (0.1 - 3.0) мэВ, что соответствует для чистого кристалла $CdTe$ температурному интервалу (2.0 - 100) К [9-12]. Для параметра

L выбрали значения в промежутке (0.2 -3.0) мкм исходя из максимального совпадения экспериментальных и теоретических спектров, а также учитывая экспериментальные результаты работы [12]. Численные расчеты проводились при следующих значениях основных параметров экситонного резонанса $A_{n=1}$ кристалла $CdTe$: $\hbar\omega_0 = 1,596$ эВ, $\hbar\omega_{LT} = 1,0$ мэВ, $M_{ex} = 0,5 m_0$ (m_0 – масса свободного электрона), фоновая диэлектрическая проницаемость $\epsilon_b = 9,65$, толщина «мертвого слоя» $\ell = 65 \text{ \AA}$. Такие значения параметров хорошо согласуются с экспериментальными результатами по экситонному отражению света и экситонной люминесценции [1-3, 9-13].

На рис. 1, а представлены теоретические спектры ПЛ, рассчитанные для параметров кристалла $CdTe$ при $\hbar\Gamma = 0,45$ мэВ и $L = 0,5$ мкм. Кривая 0 соответствует суммарной интенсивности $I_s^{(0)}(\omega)$, а кривые 1, 2 и 3 – парциальным интенсивностям $I_{\beta s}^{(0)}(\omega)$, т.е. вкладом нижней $I_{1s}^{(0)}(\omega)$, верхней $I_{2s}^{(0)}(\omega)$ поляритонных ветвей и их интерференционному вкладу $I_{12s}^{(0)}(\omega)$ в результирующую ПЛ. По оси абсциссы отложена относительная частота излучения $(\omega - \omega_L) / \omega_{LT}$, а по оси ординаты – интенсивности излучения в относительном масштабе, причем нормировка для всех теоретических спектральных кривых рис.1 одна и та же. Треугольники на рис.1, а представляют фрагмент экспериментального спектра фотолюминесценции кристалла $CdTe$ в интервале частот (1,593-1,597) эВ при температуре $T = 4.2$ К по работе [2].

Видно, что теоретический спектр суммарной интенсивности ПЛ (кривая 0) хорошо совпадает с экспериментальным спектром. Относительно большое значение $\hbar\Gamma$ при температуре $T = 4.2$ К и малое значение L , по-видимому, обусловлены высокими концентрациями примесных центров в исследованных образцах $CdTe$, на что указывают доминирующие линии D^0X , A^0X , D^+X в экспериментальном спектре НТФЛ [2], связанные излучением экситонов, захваченных нейтральными донорами и акцепторами, а также ионизированными донорами. Заметим, что теоретический спектр ПЛ, также как и экспериментальный спектр, имеет дублетную тонкую структуру (максимумы находятся на частотах ω_0 и ω_L), отражающую своеобразные комбинации парциальных вкладов нижней и верхней поляритонных ветвей. При этом следует особо отметить, что главный максимум ПЛ на частоте ω_0 в большей степени обусловлен интерференционным вкладом $I_{12s}^{(0)}(\omega)$. Как видно из рис 1, а, длинноволновой максимум (A_0 -линия) формируется из вкладов $I_{1s}^{(0)}(\omega)$, $I_{12s}^{(0)}(\omega)$ и $I_{2s}^{(0)}(\omega)$ в отношениях 3:2:1, а в коротковолновом максимуме (A_L -линия) эти же вклады составляют отношение 4:1:9. Иначе говоря, при формировании A_0 -линии большую роль играет поляритоны нижней ветви и интерференционный вклад, а A_L -линия формируется в основном за счет поляритонов верхней ветви. В спектральной области вблизи A_L -линии максимальное отклонение теории от эксперимента составляет ~4 %. Из рисунка также видно, что в коротковолновой части спектра уже при $\omega \geq \omega_L + \omega_{LT}$ расхождение теории с экспериментом становится существенным. Это, по-видимому, связано с наличием частотной зависимости функции распределения



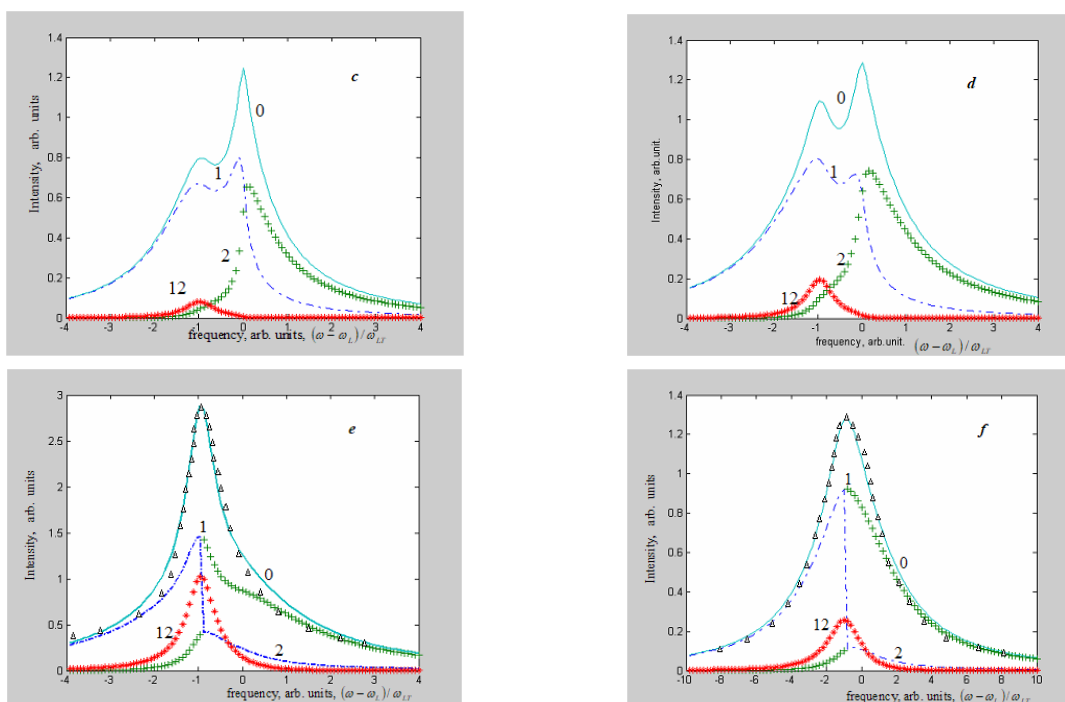


Рис. 1. Теоретические спектры ПЛ, рассчитанные для параметров кристалла CdTe : $\hbar\omega_0 = 1,596 \text{ эВ}$,

$\hbar\omega_{LT} = 1,0 \text{ мэВ}$, $\varepsilon_s = 9,65$, $M_{ex} / m_0 = 0,5$, $\theta = 0^0$ и $\hbar\Gamma = 0,45$ (a); 0,6 (b); 0,1 (c); 0,2 (d); 15 (e); 3,0 (f) мэВ, $L = 0,5$ (a); 0,4 (b); 0,85 (c); 0,7 (d); 0,3 (e); 0,2 (f) мкм. Кривая 0 – суммарная, а 1, 2 и 12 – парциальные интенсивности – вклады нижней, верхней поляритонных ветвей и их интерференционный вклад. По оси абсциссы отложена относительная частота излучения $(\omega - \omega_L) / \omega_{LT}$, а по оси ординаты – интенсивности излучения в относительном масштабе. Треугольники – эксперимент [2(a), 11(e, f)].

$f_1(\omega)$ поляритонов нижней ветви и экситонного затухания $\hbar\Gamma(\omega)$, что не учтено предложенным в данной работе теоретическим расчетом.

Отметим, что как суммарное $I_s^{(0)}(\omega)$, так и парциальные $I_{\beta s}^{(0)}(\omega)$ ($\beta = 1, 2$) спектральные кривые претерпевают существенные качественные изменения с ростом $\hbar\Gamma$. Так, например, при $\Gamma < \Gamma_c$ (для параметров кристалла CdTe критическое значение экситонного затухания $\hbar\Gamma_c \approx 0.88 \text{ мэВ}$) теоретический спектр $I_s^{(0)}(\omega)$ сохраняет дублетную структуру. При относительно малых значениях $\hbar\Gamma \leq 0.3 \text{ мэВ}$ интенсивность A_L -линии превышает интенсивности линии A_0 (см. рисунки 2, с и d). Однако с дальнейшим увеличением значения $\hbar\Gamma$ асимметричность дублетной структуры уменьшается, а затем эти линии испытывают инверсию по интенсивности (рисунки 1, a и b), в которой определяющую роль играет интерференционный вклад $I_{12s}^{(0)}(\omega)$, входящий в $I_s^{(0)}(\omega)$ с положительным знаком. Из рис. 2 можно заметить, что спектральный контур $I_{12s}^{(0)}(\omega)$ в отличие от контуров $I_s^{(0)}(\omega)$ и сохраняет симметричный лоренцевский вид, а его максимум, также как и максимум линии A_0 , находится на частоте ω_0 при всех значениях $\hbar\Gamma$.

1. Багаев В.С., Клевков Ю.В., Колосов С.А., Кривобок В.С., Онищенко Е.Е., Шепель А.А. Фотолюминесценция, выращенного при значительном отклонении от термодинамического равновесия // ФТП. - 2011. - Т. 45, вып. 7. - С. 908-915.
2. Багаев В.С., Клевков Ю.В., Колосов С.А., Кривобок В.С., Шепель А.А. Оптические и электрофизические свойства дефектов в высокочистом // ФТТ. - 2010. - Т. 52, вып. 1. - С. 37-42.

3. Парфенюк О.А., Илашук М.И., Уляницкий К.С., Фочук П.М., Стрильчук О.М., Крилюк С.П., Корбутяк Д.В. Электрофизические свойства и низкотемпературная фотолюминесценция монокристаллов , легированных Si // ФТП. - 2006. Т. 40, вып. 2. - С.148-152.
4. Разиков Т.М., Кучкаров К.М., Эргашев Б.А. Фотолюминесценция пленок теллурида кадмия различного состава , полученных химического молекулярно-пучкового осаждения // Научно-технический журнал ФерПИ - Фергана, Узбекистан. - 2011, №3. - С. 97-99.
5. Ахмадалиев Б.Ж., Полвонов Б.З., Юлдашев Н.Х. Поверхностно-радиационные моды и продольные экситоны в спектрах низкотемпературной фотолюминесценции // ФИП. -.2010. Т. 8, №3. – С. 250-258.
6. Ахмадалиев Б.Ж., Полвонов Б.З., Юлдашев Н.Х. Поляритонная люминесценция в кристаллах типа с учетом затухания экситонов. I. Теория // Научно-технический журнал ФерПИ- Фергана, Узбекистан. - 2012, №1. -С. 3-10.
7. Абдукадыров А.Г., Ивченко Е.Л., Селькин А.В., Юлдашев Н.Х. Поляритонная люминесценция в окрестности частоты продольного экситона с учетом затухания // Опт.и спектр. - 1989. Т. 67, вып. 10. – С. 845-850.
8. Юлдашев Н.Х. Экситон-поляритонная люминесценция и перенос резонансного излучения в кристаллах. Фергана: «Фаргона», 2001. - 214 с.
9. Физика и химия соединений / Перевод с английского под ред. С.А. Медведева. -М.: «Мир», 1970. - 624 с.
10. Гавриленко В.И., Грехов А.М., Корбутяк Д.В., Литовченко В.Г. Оптические свойства полупроводников. Справочник. – К.: «Наукова думка», 1987. - 607 с.
11. Пермогоров С. А., Суркова Т.П., Тенишев Л.Н. Экситонная люминесценция твердых растворов Cd 1-x Fex Te // ФТТ. – 1998. Т. 40, вып. 5. - С. 897-1071.
12. Травников В.В., Криволапчук В.В. Диффузия экситонов и самопоглощение резонансного излучения // ФТТ. – 1982. Т. 24, вып. 4. – С. 961-969.
13. Паносян Ж.Р. Излучательная рекомбинация в кристаллах теллурида кадмия // Тр. ФИ РАН.-1973. - 68. - С.147-202.

Рахмонов Т.И., Мухаммадюкубов Х.Э., Сулаймонов Х.М., Юлдашев Н.Х.
Фото– и тензоэлектрические свойства тонких поликристаллических пленок CdTe, CdSe, ZnTe на прозрачных диэлектрических подложках, полученных методом дискретного испарения в вакууме

*Ферганский политехнический институт
(Узбекистан, Фергана)*

doi 10.18411/gq-30-03-2019-36

idsp sciencerussia-30-03-2019-36

Аннотация

Рассмотрены вопросы технологии получения тонкопленочных элементов с аномальным фотовольтаическим свойством из теллуридов, селенидов кадмия и цинка методом испарения в вакууме дискретными порциями на прозрачных диэлектрических подложках. Анализированы экспериментальные результаты исследования вольт-амперных, люкс-амперных, люкс-вольтовых и деформационных характеристик поликристаллических пленок CdTe, CdSe, ZnTe и показано, что они обладают линейными ВАХ, ЛАХ, температурными ($T \approx 120-320$ К) и деформационными характеристиками ($-3 \cdot 10^{-3} \leq \epsilon \leq -3 \cdot 10^{-3}$ отн.ед.). Из них CdTe является наиболее перспективным материалом для изготовления фотоприемников, чувствительных к механической деформации в ближней ИК области спектра излучения.

Ключевые слова: тонкие пленки, фотовольтаические свойства, дискретное испарение в вакууме, относительная деформация, коэффициент тензочувствительности, вольтамперные, люксамперные, люксвольтовые и спектральные характеристики.

1. Введение. В настоящее время имеются достаточно много работ, посвященных всестороннему изучению эффекта генерации аномально большого фото напряжения (аномальный фотовольтаический (АФВ) эффект, $V_{\text{АФВ}} \approx 10^2-10^4$ В/см) в различных полупроводниковых пленках при собственном или примесном поглощении

света (см., например, [1-5]). Экспериментально показано, что АФВ-эффект наблюдается исключительно в косонапыленных на диэлектрические подложки по специальной технологии в вакууме (с давлением остаточных паров $P \approx 10^{-1} - 10^{-2}$ Па) тонких ($d \leq 1 \mu\text{m}$) поликристаллических пленках при умеренных температурах ($T \leq 300$ К) и практически не обнаруживается в монокристаллах, аморфных материалах и относительно толстых проводящих пленках. Однако до сих пор отсутствует единого мнения относительно физической природы и механизма данного эффекта. Несомненно, что АФВ-эффект связан с наличием большого количества микро фоточувствительных элементов, соответствующих зернистой кристаллической структуре тонких пленок. Тем не менее, пока ещё окончательно не ясны точные механизмы возникновения фото-ЭДС в каждом из микро фотоэлементов, а также способы или методы их суммирования. Во всяком случае, как утверждают некоторые авторы [1,2], физические механизмы, приводящие к возникновению АФВ эффекта в полупроводниковых пленках, якобы с периодической р-п-р... структурой (что вызывает справедливые возражения многих специалистов), по-видимому, связаны с неполной компенсацией фотонапряжений в р-п - и п-р-переходах, что обусловлена специальной технологией косоного напыления пленок на диэлектрическую подложку. Неполная компенсация фотонапряжения в р-п-р ячейке может возникать, например, вследствие асимметричного освещения, либо различия в темновых токах насыщения р-п- и п-р-переходов. Анализ литературных данных показывает, что фотовольтаические пленки имеют сложное внутреннее структурное строение, заведомо, они состоят из различных асимметричных микропотенциальных барьеров разной природы [3-5]. Следовательно, природу и механизма АФВ-эффекта целесообразно связать с технологической природой образования и фотовольтаическим свойством потенциальных барьеров.

Целью настоящей работы является получение новых информации о механизме генерации АФВ напряжения путем комплексного исследования влияния технологических условий получения пленок на их электрофизические, фотоэлектрические и тензоэлектрические свойства. Ниже будет рассмотрено принципиальные вопросы усовершенствования технологии получения тонких пленок с АФВ свойством из теллуридов и селенидов кадмия и цинка. Приводятся результаты экспериментального исследования вольт-амперных, люкс-амперных, люкс-вольтных и деформационных характеристик изготовленных пленок. Для выявления типа барьеров ответственных за высоковольтный фотовольтаический эффект, здесь предлагается новый метод, в котором подвергается пленки к упругим механическим деформациям. При этом учитывается, что гомопереходы обладают малой чувствительностью к механическим воздействиям, а гетеропереходы - обнаруживают относительно высокую тензочувствительность.

2. Методика исследования. С целью получения дополнительной информации о физической природе аномальных фотоэлектрических эффектов в поликристаллических слоях *CdTe*, *ZnTe* и *CdSe* мы изучали влияния внешних механических напряжений на их электрические и фотоэлектрические свойства. Исследуемые пленочные элементы получали на подложке из органического стекла по методу открытого вакуумного напыления определенных порций испаряемого материала. При этом учитывалось влияние условий получения и размеров пленок на возможность образования различных дефектов.

Для изучения влияния механических напряжений на свойства фотовольтаических элементов было собрано устройство, с помощью которого образцы ступенчато или плавно подвергались деформации растяжения или сжатия путем изгиба подложки. Величина относительной деформации ε вычислялось по выражению

$$\varepsilon = 3ax\Delta y / \ell^3,$$

где a -расстояние от нейтральной оси пластинки до пленки, l -длина пластинки между опорной точкой и точкой приложения силы, Δu -прогиб свободного конца пластинки в точке приложения силы, x -расстояние от точки приложения силы до середины пленочного образца. Значения деформации изменяли в интервале от $\varepsilon = +2 \cdot 10^{-3}$ отн. ед., до $\varepsilon = -2 \cdot 10^{-3}$ отн. ед., что позволило многократно деформировать одну и ту же пленку без её разрушения.

2.1. Вольт-амперная характеристика. Известно [3,6]), что вольт-амперные характеристики (ВАХ) АФВ пленок линейны в темноте и при значениях освещенности в пределах $0-3,5 \cdot 10^5$ лк, до напряженности электрического поля $\sim 10^3$ В/см и в пределах температур 150–300 К. Линейность

ВАХ можно объяснить, если полагать, что число микрогенераторов достигает 10^5 на 1см длины пленки и при напряженности электрического поля $\sim 10^3$ В/см на каждой из них падает напряжение $\sim 0,01$ В. Определены сопротивления пленочных элементов, полученных по оптимальным условиям, снимались их ВАХ в темноте и при освещенности $5 \cdot 10^4$ лк в интервале значения напряженности электрического поля от -3 кВ/см до +3 кВ/см. Оказалось, что ВАХ пленочных элементов, линейны в темноте и при освещении. Темновое сопротивление пленочных элементов полученных по оптимальным условиям на один порядок превышает сопротивления АФВ-пленок, полученное по известным методам [6-8] и составляет $10^{12} \div 10^{13}$ Ом. Это, по-видимому, обусловлено тем, что в наших пленках формируется большее число активных элементов (микро гетеропереходов) и уменьшается число неактивных (шунтирующих слоев), либо осуществляется сильная компенсация донорных и акцепторных примесей.

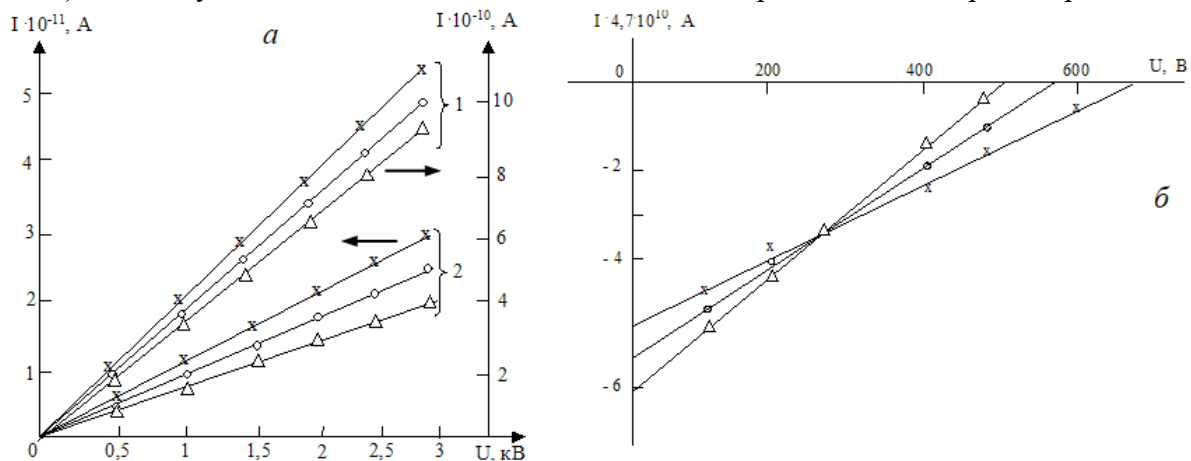


Рис.1. а) ВАХ CdTe (1), ZnTe (2). б) ВАХ CdTe при освещении $E=2 \cdot 10^4$ лк. $\varepsilon=0$ (о), $2,0 \cdot 10^{-3}$ (Δ-растяжение), $-2,0 \cdot 10^{-3}$ (х-сжатие) отн.ед.

Снимались ВАХ в темноте при внешней механической деформации. На рис.1,а приведена ВАХ пленочных элементов CdTe, ZnTe при упругих деформациях. Из характеристик видно, что при деформации линейный характер ВАХ не меняется. При сжатии проводимость пленки растет, а при растяжении- уменьшается. По-видимому, это связано с изменением высоты и ширины потенциальных барьеров при деформации, так как при сжатии высота и ширина барьера уменьшается, а при растяжении - растет. Коэффициент тензочувствительности K пленочных образцов оценивали по выражению

$$K = \Delta I / I_0 \varepsilon ,$$

где ΔI - абсолютное изменение силы тока при деформации, I_0 -ток через недеформированный образец, ε -величина относительной деформации. Оценки показали, что величина K достигает от 60 до 100 отн. ед. для исследованных пленок. Также снимались ВАХ при освещении и под действием механической деформации. При освещении пленочных элементов меняется наклон ВАХ, т.е. пленки обладают

заметной фотопроводимостью. Темновое и световое сопротивления пленочных элементов, полученных по оптимальным условиям больше, чем аналогичных сопротивлений пленок, полученных по известной технологии [3,8]. На рис.1 б приведена ВАХ деформированных пленочных элементов из теллурида кадмия при освещении. Из полученных характеристик видно, что при сжатии величина фототока растет, а при растяжении - уменьшается.

Типичная деформационная характеристика фотовольтаических пленок $CdTe$, $ZnTe$ и $CdSe$ приведена на рис.2, из которого видно, что при сжатии величина фотонапряжения уменьшается, а при растяжении -растет.

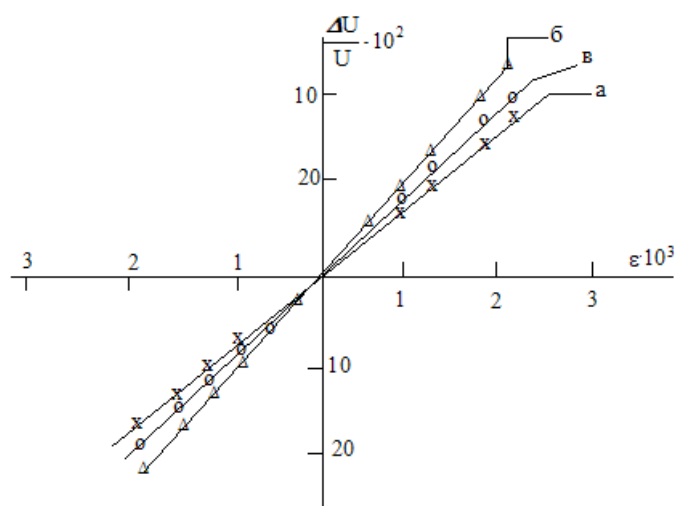


Рис.2. Деформационная характеристика $CdTe$ (а), $ZnTe$ (б) и $CdSe$ (в) при комнатной температуре при значении освещенности света $E=2 \cdot 10^4$ лк.

Изменения фототока и фотонапряжения при деформации, очевидно, связаны с изменением высоты микропотенциальных барьеров внутрикристаллических структур АФВ-пленок. Известно, что при испарении $CdTe$, $ZnTe$ и $CdSe$ молекулы этих материалов частично или полностью разлагаются за счет термической диссоциации. В результате этого состав полученных пленок может значительно отличаться от стехиометрического. Нарушение стехиометрии влияет на фазовый состав, структурно-чувствительные свойства, природы и концентрацию различных дефектов и, следовательно, на тип проводимости пленок. Мы изучали влияние состава навески на тензоэлектрические свойства фотовольтаических элементов из $CdTe$, $ZnTe$ и $CdSe$. Пленки получали дискретным испарением в вакууме. Результаты исследования показали, что при нарушении стехиометрии смеси в сторону избытка кадмия (или цинка до 10 вес %) значение коэффициента тензочувствительности пленок из $CdTe$ и $ZnTe$ возрастает, а с увеличением избытка кадмия (цинка) выше 10 вес % - медленно уменьшается. У $CdSe$ при нарушении стехиометрии в сторону избытка кадмия до 5 вес % значение коэффициента тензочувствительности возрастает, а с увеличением избытка Cd (выше 5 вес %) - медленно уменьшается. По-видимому, у $CdTe$ и $ZnTe$ при избытке Cd и Zn на 10 вес %, у селенида кадмия при избытке Cd до 5 вес % создаются благоприятные условия для образования в пленке активных дефектов, а увеличение Cd и Zn больше 10 вес %, а у селенида кадмия увеличение Cd больше 5 вес % могут образоваться в пленке шунтирующие слои.

2.2. Люксвольтовые и люксамперные характеристики. Важнейшей характеристикой АФН эффекта является зависимость фотонапряжения $U_{\text{АФН}}$ (В) от интенсивности возбуждающего света. Изучение люксвольтовых характеристик при деформации дает нужную информацию о природе этого эффекта. С этой целью были исследованы влияния деформации на люксвольтовую характеристику пленочного элемента из $CdTe$ и $ZnTe$. Полученные характеристики приведены на рис.3а. Из рисунка

видно, что люксвольтовые характеристики теллуридов кадмия и цинка состоят из двух участков в пределах изменения освещенности возбуждающего света от 0 до $5 \cdot 10^4$ лк. Сначала в области $E=(0 \div 10^4)$ лк наблюдается весьма быстрый рост фотонапряжения, а дальнейшее увеличение интенсивности света до значения $5 \cdot 10^4$ лк приводит к увеличению фотонапряжения всего лишь на 20 %. Там же видно, что люксвольтовые характеристики теллурида цинка и кадмия, при деформации качественно не меняется, а только смещается по ординате: при сжатии вниз, а при растяжении - вверх. Были получены также и люксамперные характеристики пленок $CdTe$, $ZnTe$ и $CdSe$ при комнатной температуре в интервале значения освещенности от 0 до $5 \cdot 10^4$ лк при деформации и без деформации. Характеристика приведена на рис.3а. Видно, что в интервале значения освещенности от 0 до $5 \cdot 10^4$ лк характеристика линейно как при наличии, так и при отсутствии деформации. При деформации качественный вид характеристики не меняется, а только смещается по ординате вниз при растяжении, и вверх - при сжатии. Фототок при сжатии растет, а при растяжении-уменьшается. По-видимому, эти изменения также могут быть связаны с изменением высоты микропотенциальных барьеров при деформации пленок теллурида кадмия и цинка и селенида кадмия, приводящее к фототензочувствительности этих пленок.

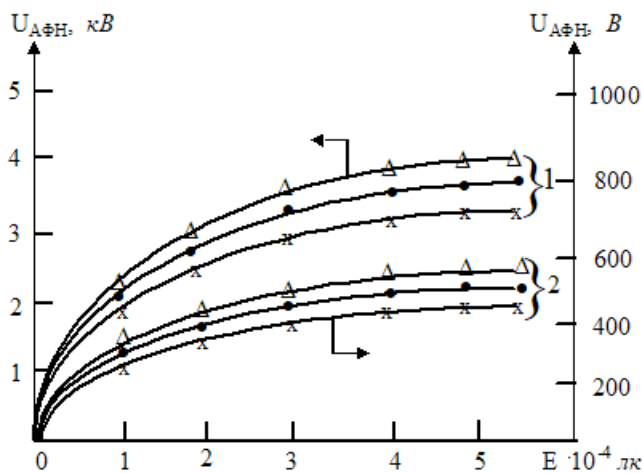


Рис.3,а. Зависимость фотонапряжения от интенсивности света для $CdTe$ (1) и $ZnTe$ (2) при значении относительной деформации: $\varepsilon=0$ (●), $2 \cdot 10^{-3}$ (Δ -растяжение), $-2 \cdot 10^{-3}$ отн.ед. (x-сжатие).

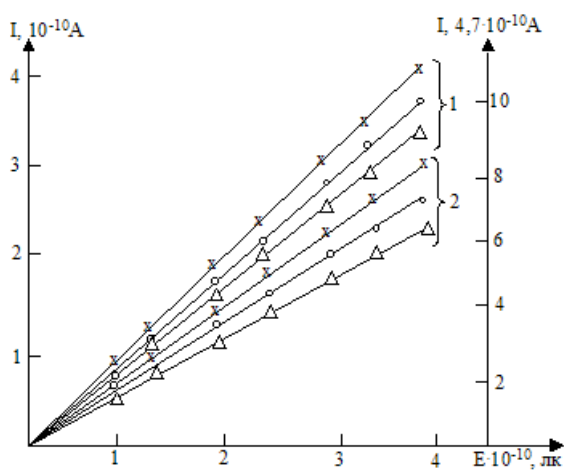


Рис.3,б. Люксамперная характеристика $CdTe$ (1) и $ZnTe$ (2) при: $\varepsilon=0$ (○), $\varepsilon=-2 \cdot 10^{-3}$ (x-сжатие) и $\varepsilon=2 \cdot 10^{-3}$ отн.ед. (Δ -растяжение).

4. Заключение. На основе результатов исследования можно сделать вывод, что ответственным за высоковольтный фотовольтаический эффект в тонкопленочных элементах, полученных из теллуридов кадмия, цинка и селенида кадмия, могут служить встроенные цепочки микрофотоэлементов, потенциальные барьеры которых заведомо имеют вид гетеропереходов типа Te_p-CdTe_n , Te_p-CdTe_p , Se_p-CdSe_n , Te_p-ZnTe_p , Te_p-ZnTe_n . Поликристаллические тонкопленочные элементы из $CdTe$, $ZnTe$, $CdSe$ с АФВ свойством обладают линейными вольт-амперными, люкс-амперными и деформационными характеристиками. Следует отметить, что из них $CdTe$, действительно, является наиболее перспективным материалом для изготовления фотоприемников, чувствительных в ближней инфракрасной области спектра излучения.

1. Адирович Э.И., Мастов Э.М., Мирзамахмудов Т. и др. Фотоэлектрические явления в полупроводниках и оптоэлектроника. «Фан», Ташкент, 1972, сс. 143-229.
2. Агарев В.Н., Степанова Н.А. К теории эффекта аномального фотонапряжения в многослойных структурах с р-п-переходами Механизм АФН-эффекта в поликристаллических полупроводниках. // ФТП, 2000. №4(34), сс. 452- 459.

3. Юлдашев Н.Х., Вайткус Ю.Ю., Отажонов С.М. Высоковольтная поверхностная фото-ЭДС в тонких косонапыленных пленках при собственном и примесном поглощении. // Узб ФЖ, 2004. Т.6. №3. С.177-187.
4. Гулый Е.Г., Жадько И.П., Романов В.А. Фотовольтаические свойства асимметричной периодической р-п-р- структуры. // ФТП, 1982, т.16,в.2, сс. 331-336.
5. Аронов Д.А., Юабов Ю.М. К теории АФН эффекта в полупроводниковых пленках с периодической р-п-р- ... структурой. // ФТП, 1984. Т. 18. В.7, сс. 1318-1321.
6. Каримов М.А., Хайдаров А., Юлдашев Н.Х. Роль границы раздела зерен в люкс-амперной характеристике поликристаллической пленки твердого раствора CdSexS1-x. //Поверхность. Рентгеновские, синхротронные и нейтронные исследования. 2006, № 5, с.88- 92.
7. Эргашев Ж., Юлдашев Н.Х. Фотоэлектретный эффект в полупроводниковых пленоч- ных структурах. «Техника», Фергана, 2017, 180 с.
8. Akhmadaliev B.J., Mamatov O.M., Polvonov B.Z., Yuldashev N.Kh. Correlation Between the Low-Temperature Photoluminescence Spectra and Photovoltaic Properties of Thin Polycrystalline CdTe Films. JAMP (USA), 2016, 4, pp.391-397.

SECTION X. MATHEMATICS

Сосина Н.А.

Формализация задачи выбора оптимального срока инвестиционного хранения*Тольяттинский государственный университет**(Россия, Тольятти)**doi 10.18411/gq-30-03-2019-37**idsp sciencerussia-30-03-2019-37***Аннотация**

В статье приводится пример построения математической модели задачи выбора оптимального срока инвестиционного хранения в предположении, что рыночная стоимость капитала и затраты на инвестиционное хранение могут быть представлены в виде линейных функций.

Ключевые слова: инвестиции, чистая приведенная прибыль, рыночная стоимость капитала, процентная ставка, сила роста, дифференциальное уравнение.

Инвестиционные проекты являются эффективным инструментом современного бизнеса. Инвестиционная деятельность способствует технологической и социальной модернизации экономики, созданию новых и развитию существующих производственных структур. За счет инвестиционной деятельности появляются дополнительные рабочие места, создаются и выводятся на рынок новые продукты и услуги. Эффективность выполнения проекта во многом зависит от используемых технологий, поэтому актуальными являются вопросы разработки инструментальных средств, в первую очередь построения математических моделей, позволяющих в последствии осуществить выбор оптимальной технологии на основе, математических методов, алгоритмов и программного обеспечения

В 1901 г знаменитым шведским экономистом Викселлем была исследована интересная проблема – проблема выбора оптимального времени при управлении инвестиционными проектами. Виксель исследовал данную проблему на примере закупки и хранения вина. Очевидно, что покупка молодого вина при хранении является инвестицией, поскольку качество вина со временем становится лучше, что дает возможность продажи в будущем по более высокой цене.

Довольно большой ряд задач в экономике приводит к проблеме выбора оптимального срока инвестиционного хранения. Данная проблема возникает не только при хранении вина, но и при производстве сыра, при выращивании фруктовых деревьев и леса, в животноводстве и птицеводстве и т.д. В ряде случаев проблема выбора оптимального срока инвестиционного хранения носит неявный характер, хотя и предполагает улучшение качества или количества капитала в будущем. Примером может служить покупка недвижимости с целью ее перепродажи спустя некоторое время по более высокой цене. Во всех этих случаях приходится решать проблему оптимального инвестиционного периода, которую можно промоделировать математически.

Чистая приведенная прибыль N может быть представлена в виде функции

$$N(t) = -C_0 + (P(t) - W(t)) \cdot e^{\delta t}, \quad (1)$$

где C_0 - текущие затраты на создание или приобретение капитала;

$P(t)$ - будущая рыночная стоимость капитала;

$W(t)$ - общие затраты на хранение.

В качестве затрат на хранение, может быть плата за аренду складских помещений, охрана насаждений от вредителей, затраты на корм в животноводстве и т. д. Но в некоторых случаях в формуле (1) перед $W(t)$ ставится знак «+». Например, при покупке дома и сдаче его в аренду жильцам, до момента перепродажи этого дома по более высокой цене.

В формуле (1) в качестве процентной ставки используется мгновенная процентная ставка δ , так называемая «сила роста». Между эффективной процентной ставкой $i_{эф}$ и «силой роста» существует функциональная зависимость: $i_{эф} = e^{\delta} - 1$.

Задача максимизации прибыли может быть решена в предположении, что текущие затраты на приобретение капитала C_0 - величина постоянная, функция будущей стоимости капитала $P(t)$ возрастающая ($dP/dt > 0$) и весь наращенный капитал будет продан единовременно.

Известно, что необходимым условием максимума для функции $N(t)$ является равенство $dN/dt = 0$, которое с использованием (1) можно записать в виде:

$$\frac{dS}{dt} = \delta \cdot S(t), \quad (2)$$

где $S(t) = P(t) - W(t)$ - приращение стоимости инвестиции.

Уравнение (2) можно также записать в виде более удобном для графического исследования: $\frac{d \ln S}{dt} = \delta$. Геометрический смысл уравнения (2) заключается в том, что оптимальному сроку инвестиционного хранения t_0 соответствует та точка графика функции $S(t)$, в которой касательная имеет тангенс угла наклона равный $\delta \cdot S(t)$. В общем случае решить (2) можно используя численные методы.

Если функции рыночной стоимости капитала $P(t)$ и затраты на инвестиционное хранение $W(t)$ функции линейные: $P(t) = C_0 + at$, $W(t) = bt$, то приращение стоимости инвестиции примет вид: $S(t) = C_0 + at - bt$. В данном случае b - это затраты на один период хранения.

Из равенства (2) следует, что срок оптимального хранения можно найти по формуле

$$t_{on} = \frac{1}{\delta} - \frac{C_0}{a-b}. \quad (3)$$

Этот результат был получен без дисконтирования затрат $W(t)$. Полученное решение можно рассматривать в качестве нулевого приближения при нахождении оптимального срока хранения с учетом дисконтирования всех затрат.

Предположим, что срок инвестиционного хранения составляет n периодов и $t = Tn$, где $T=1$. В этом случае приведенная будущая стоимость затрат на инвестиционное хранение $W(t)$ примет вид:

$$W(t) = \frac{b}{i} [(1+i)^t - 1] \quad (4)$$

Из (1) и (4) получим:

$$S(t) = C_0 + at - \frac{b}{i} [(1+i)^t - 1]. \quad (5)$$

Подставляя (5) в (2) и воспользовавшись очевидным равенством $\delta = \ln(1+i)$, получим систему:

$$\begin{cases} \frac{dS}{dt} = \ln(1+i)(C_0 + at + \frac{b}{i} - \frac{b}{i}(1+i)^t), \\ \frac{dS}{dt} = a - \frac{b}{i}(1+i)^t \ln(1+i). \end{cases} \quad (6)$$

Решая систему дифференциальных уравнений (6) относительно t , получим оптимальный срок инвестиционного хранения:

$$t_{on} = \ln^{-1}(1+i) - \frac{C_0 i + b}{ai}. \quad (7)$$

Если для нахождения t_{on} использовать ставку δ , то получим равенство

$$t_{on} = \delta^{-1} - \frac{1}{a} \left(C_0 + \frac{b}{e^\delta - 1} \right). \quad (8)$$

Формулы (7) и (8) позволяют решить задачу выбора оптимального срока инвестиционного хранения.

Если предположить, что функция приведенной прибыли $N(t)$ дважды дифференцируема и в точке t_{on} отлична от 0, то должно выполняться неравенство

$$\frac{d^2 N}{dt^2} < 0.$$

С учетом (1) можно записать:

$$\frac{d^2 N}{dt^2} = \frac{d^2 S}{dt^2} e^{-\delta t} - 2\delta \frac{dS}{dt} e^{-\delta t} + \delta^2 S(t) e^{-\delta t} < 0 \text{ при } t = t_{on}. \quad (9)$$

Из неравенства (9) и равенства (2), которое выполняется при $t = t_{on}$, в [2] получено

$$\frac{d^2 S(t_0)}{dt^2} < \delta^2 S(t_0). \quad (10)$$

Неравенство (10) означает, что функция чистой дисконтированной стоимости должна возрастать медленнее экспоненциальной функции.

Таким образом, формализация задачи выбора оптимального срока инвестиционного хранения в виде математической модели позволяет определить и оптимизировать сроки инвестиционного хранения

1. Решецкий В.И. Экономический анализ и расчет инвестиционных проектов / В.И.Решецкий - Калининград: Янтарный сказ, 2001. – С. 477.
2. Сосина Н. А. Моделирование дискретного начисления процентов на основе уравнения динамики//Научное обозрение. 2013. № 3. С. 337-339.
3. Сосина Н. А. Оценка эффективности инвестиций на основе функции риска // Научное обозрение. - 2015. - №5. - С. 207-210.
4. Четыркин Е.М. Финансовая математика / Е.М. Четыркин - М.: Дело, 2006. – С. 400.

SECTION XI. TECHNICAL SCIENCE

Ивакин Р.Я.¹, Петров В.М.², Яковлев С.П.³**К вопросу об условиях существования бездефектной надмолекулярной структуры ориентированных «кристаллических» композиционных термопластов**¹Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций
имени профессора М.А. Бонч-Бруевича²Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет
«СПбГАСУ»³Балтийский государственный технический университет «Военмех» им. Д.Ф.
Устинова
(Россия, Санкт-Петербург)

doi 10.18411/gq-30-03-2019-38

idsp sciencerussia-30-03-2019-38

Аннотация

В работе методами нелинейной неравновесной термодинамики изучаются условия существования различных характерных режимов процесса образования микротрещин размерами порядка размера надмолекулярной структуры в нагруженном ориентированном кристаллическом термопластичном материале. Для случая одноосного растяжения образца в виде удлинённой пластинки указан способ создания обеспечивающих условия локализации повреждений (микротрещин) в форме диссипативных структур областей значений напряжения, температуры, модуля Юнга, длины и энергии межатомной связи, периода валентных колебаний атомов в молекулярной цепи, расстояния между витками молекулярной цепи, параметра порядка кристаллита, характерной длины дислокации. Воздействуя на характерную длину дислокации изменением концентрации вводимого в материал углеродного наномодификатора, можно обеспечивать условия существования того или иного режима процесса образования микротрещин.

Ключевые слова: ориентированные кристаллические полимеры, надмолекулярная структура, параметр порядка, процесс образования микротрещин, параметр повреждённости, неравновесная термодинамика, реакционно-диффузионная модель, локализация, углеродные наномодификаторы.

Введение. Аддитивные технологические процессы изначально рассматривались как полная альтернатива традиционным при получении изделий сложной геометрической формы. Вместе с тем, по настоящее время они не нашли столь широкого применения. Существенным фактором, лимитирующим внедрение аддитивных технологий в производство (в т.ч. строительное) является более низкая несущая способность сопряжений слоёв по сравнению с основным материалом.

В работах школы А.В. Манжирова (см., например, [1, с. 6]) показано, что возникающее при сопряжении слоёв изделия как растущего деформируемого твёрдого тела распределение технологических остаточных напряжений можно рассматривать как распределение напряжений на технологических дефектах в сопряжениях. Учитывая свойство самоподобия, аналогичным можно считать и распределение напряжений на дефектах надмолекулярной структуры – микротрещинах (субмикротрещинах).

Ввиду многослойной структуры изделия и несоизмеримости толщины слоя с высотой изделия материал изделия можно считать анизотропным. Так, технология послойного наплавления термопластов (FDM) позволяет получать материал с мезоструктурой, аналогичной структуре однонаправленного волокнистого композита.

В структуре такого материала, как и в структуре растительного полимера, границы раздела связующего и волокон диффузны; связующее и волокна различаются только кажущейся плотностью и удельным (на единицу длины витка молекулярной цепи) числом поперечных химических связей между витками (в этом отношении, переход от «термопластичной» матрицы к волокну-«реактопласту» плавный). Несмотря на однородность сырья, получаемый материал является анизотропным, и его можно назвать композиционным термопластом.

В работе в качестве материалов будем рассматривать кристаллические полимеры-термопласты [2, с. 16] (в частности, полилактид (PLA)). Технологический процесс включает с себя последовательную укладку ориентированных волокон; ввиду масштабных аналогий структуры, полимер можно считать ориентированным.

Известно, что в силу дефектности структуры реальная прочность различных конструкционных материалов (в том числе термопластов) отличается от теоретической по меньшей мере на один десятичный порядок [3, с. 17]. Накопленный к настоящему времени опыт получения бездефектных твёрдых тел можно обобщить на основе признака размерности получаемых объектов:

1. «нульмерные» структуры – наноструктуры и искусственно выращенные монокристаллы;
2. одномерные структуры – волокна [4, с. 1137] и монокристаллы-«усы»;
3. двумерные (поверхностные) структуры. Данный вопрос изучался в работе [5, с. 113] применительно к поверхностям трения. Основной результат указанных работ состоит в достижении эффекта «залечивания» дефектов поверхностного слоя встраивающимися в эти дефекты за счёт своей высокой сорбционной способности молекулами содержащегося в смазке углеродного наномодификатора.

Вместе с тем, приложение методов нелинейной неравновесной термодинамики [6, с. 100; 7, с. 271] позволяет рассмотреть проблему и для объёмных тел [8, с. 3]. Примем за параметр состояния связанный с концентрацией микротрещин n тензорный параметр повреждённости материала (среды) p_{ik} ($i, k = x, y, z$),

$$p_{ik} = nc_{ik}, \quad (1)$$

где: $c_{ik} = \langle s_{ik} \rangle = \int_{(\Omega)} s_{ik} W(\Omega) d\Omega$, осреднение производится с использованием

нормированной на единицу функции распределения микротрещин W по параметрам Ω , $W = \frac{1}{Z} \exp\left(-\frac{\Pi}{kT}\right)$, где $Z = \int_{(\Omega)} W(\Omega) d\Omega$ – нормирующий множитель; k – постоянная

Больцмана, T – температура, K , Π – потенциальная энергия единицы объёма материала;

$s_{ik} = \sum_l v_i^{(l)} b_k^{(l)} S^{(l)} = s v_i v_k$ – дислокационный момент микротрещины (рассматриваются

только образованные краевыми дислокациями трещины нормального разрыва, для которых вектор Бюргерса $\vec{b} = b\vec{v}$). Здесь: b – компонента вектора \vec{b} по направлению внешней нормали \vec{v} к берегам микротрещины, аппроксимируемой эллипсом, рис. 1; s – объём микротрещины; $\vec{v}^{(l)}$, $\vec{b}^{(l)}$, $S^{(l)}$ – нормаль, вектор Бюргерса и площадь дислокационной петли l -й образующей микротрещину дислокации.

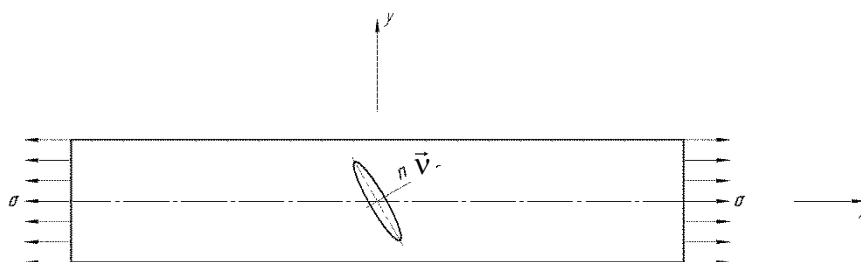


Рисунок 1. К определению ориентации микротрещины

Следует отметить, что параметр $p_{ik} = nc_{ik} = ncv_i v_k$, где $c = \langle s \rangle$, по модулю не может быть больше единицы: доля объёма среды, занятая раскрывшимися трещинами, $nc \leq 1$, направляющие косинусы $v_i, v_k \in [-1; 1]$.

Тогда кинетическое уравнение запишется в виде

$$\frac{\partial p_{ik}}{\partial t} = -L \frac{\partial \mathfrak{Z}}{\partial p_{ik}}, \quad (2)$$

где: $L \geq 0$ – кинетический коэффициент,

$$\mathfrak{Z} = F_e + F + F_D = G \left(\varepsilon_{ik} - \frac{1}{3} \varepsilon_{ll} \delta_{ik} \right) + \frac{1}{2} K \varepsilon_{ll}^2 + F - \frac{1}{2} \frac{D}{L} \left(\frac{\partial p_{ik}}{\partial \vec{r}} \right)^2 \quad (3)$$

– свободная энергия, $F_e = G \left(\varepsilon_{ik} - \frac{1}{3} \varepsilon_{ll} \delta_{ik} \right) + \frac{1}{2} K \varepsilon_{ll}^2$ – энергия упругой деформации (G – модуль сдвига, K – модуль объёмной упругости); F – свободная энергия, обусловленная трещинообразованием, $F = -nT \ln Z$; $F_D = -\frac{1}{2} \frac{D}{L} \left(\frac{\partial p_{ik}}{\partial \vec{r}} \right)^2$ – свободная энергия процесса самодиффузии дефектов, D – коэффициент самодиффузии, зависит в т.ч. от периода валентных колебаний атомов в молекулярной цепи.

2. Потенциальная энергия среды с микротрещинами. Пусть при действии постоянных напряжений σ_{ik} и температуры T в единице объёма материала, уже содержащей n микротрещин, образуется новая. Следуя [8, с. 4 – 5], запишем выражение для потенциальной энергии единицы объёма материала, в предположении постоянства действующих напряжений и температуры

$$\Pi = \Pi_0 + \Pi_1 + \Pi_1^\Gamma, \quad (4)$$

где:

1) энергия, переданная от пластины уже существующим трещинам объёмом

$$\sum_{l=1}^n s^{(l)} = n \langle s \rangle \quad (\text{число } n \text{ достаточно велико}), \quad \Pi_0 = -\omega_e \sum_{l=1}^n s^{(l)} = -\frac{E \varepsilon_{ik}^2}{2} n \langle s \rangle = -\frac{E}{2} n \langle s_{ik} \rangle^2,$$

$\omega_e = \frac{E \varepsilon_{ik}^2}{2}$ – объёмная плотность энергии линейно упругой деформации пластины.

Вообще говоря, элементарный объём включает в себя достаточно большое число микротрещин (и, соответственно, фибрилл); поэтому материал можно считать квазиоднородным анизотропным. Ввиду наличия преимущественной ориентации фибрилл, материал является однонаправленным волокнистым (трансверсально изотропным).

2) энергия, передаваемая от повреждённой (с уже существующими микротрещинами) среды вновь образующейся микротрещине, равна взятой с обратным знаком работе действующих на берега указанной трещины напряжений

$$(\sigma_{ik})_{\text{местн}} = \alpha_{\sigma_{ik}} \sigma_{ik} + \lambda p_{ik} + (\sigma_{ik})_{\text{ост}} \quad (5)$$

на раскрытии трещины (изменении её дислокационного момента от нуля до s_{ik}).

В выражении (5) $\alpha_{\sigma_{ik}}$ – теоретический коэффициент концентрации напряжения σ_{ik} , $\lambda \sim E$, [9, с. 717], $(\sigma_{ik})_{\text{ост}}$ – технологические остаточные напряжения (в дальнейшем изложении будем ими пренебрегать);

3) энергия поверхности вновь образующейся трещины

$$\Pi_1^\Gamma = \alpha s_{ik}^2; \quad (6)$$

$\alpha \sim E/V_0$, [9, с. 717].

Здесь V_0 – объём зародыша микротрещины. Поскольку зародышами микротрещин являются дислокации, а поперечный размер дислокации соответствует расстоянию между соседними витками молекулярной цепи («диаметру» молекулярной цепи $d_{\text{м.ц}}$), $V_0 \approx l_d \cdot (d_{\text{м.ц}})^2$, где l_d – характерная длина дислокации.

В работах [10, с. 107; 11, с. 12] установлено, что на параметр l_d можно влиять технологически, вводя в полимерный материал углеродный наномодификатор. Концентрация наномодификатора [5, с. 120] достаточно мала для того, чтобы существенно повлиять на макроскопические свойства материала (постоянные упругости, коэффициент теплопроводности и т.д.) и вместе с тем является достаточной для построения в объёме материала каркаса, препятствующего развитию дислокаций. Изменяя концентрацию модификатора, можно влиять на характерный размер ячейки каркаса, и, соответственно, на предельную длину дислокации. Следует также отметить, что торможение дислокаций является более действенным способом повышения прочности материала, чем торможение микротрещин – повреждёнными оказываются меньшие объёмы материала.

Таким образом, потенциальная энергия

$$\Pi = -\frac{E}{2} n \langle s_{ik} \rangle^2 - [\alpha_{\sigma_{ik}} \sigma_{ik} + E p_{ik}] s_{ik} + \frac{E}{l_d \cdot (d_{\text{м.ц}})^2} s_{ik}^2. \quad (7)$$

Переходя к одномерному случаю одноосного растяжения образца с рабочей частью в виде удлинённой прямоугольной пластины, имеем $s_{ik} = s_x$ (следует отличать от объёма микротрещины s), $\sigma_{ik} = \sigma_x = \sigma$, $\alpha_{\sigma_{ik}} = \alpha_\sigma$, $p_{ik} = p_x = p$, и

$$\Pi = -\frac{E}{2} n \langle s_x \rangle^2 - [\alpha_\sigma \sigma + E p] s_x + \frac{E}{V_0} s_x^2 \quad (8)$$

3. Распределение прочностных свойств по объёму материала. Предел прочности

$$R(x, y) = R_a + (R_m - R_a) \cos^\alpha \left(\frac{\pi x}{d} \right) \left[\cos \left(\frac{\pi y}{D_\phi} \right) \cos \left(N \frac{\pi y}{D_\phi} \right) \right]^\beta \quad (9)$$

Принятые обозначения:

R_a – адгезионная (аутогезионная) прочность (прочность межкристаллитных прослоек);

R_m – механическая (когезионная) прочность (прочность молекулярной цепи на разрыв);

x – направление нагрузки, $\vec{y} \perp \vec{x}$;

d – большой период; D_ϕ – диаметр фибриллы [12, с. 147];

$N/2$ – число витков молекулярной цепи внутри одного кристаллита.

Допущения:

1. Распределение дислокаций считается непрерывным [13, с. 105; 14, с. 119]

2. Концентрация дислокаций (число дислокаций в единице объёма материала) связана с эффективной площадью сечения связанных между собой кристаллитов и фибрилл, рис. 2.

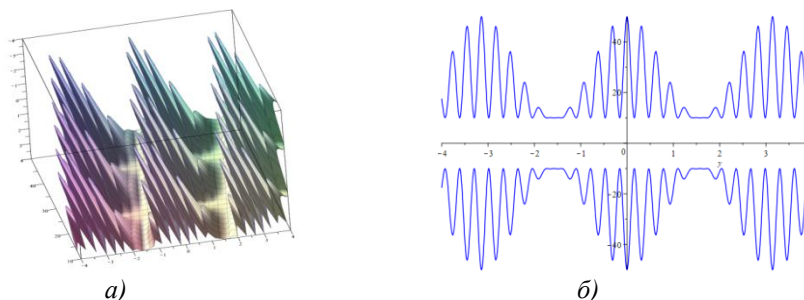


Рисунок 2. Вид профиля (кажущейся плотности) фибрилл (а) и его сечения плоскостью (б)

1. Скопления дислокаций рассматриваются как диссипативные структуры; α , β – целые чётные числа
2. Все кристаллиты имеют строго одинаковые размеры и внутреннюю структуру, соединены друг с другом одинаковым числом одинаковых химических связей и ориентированы (так же, как и витки молекулярной цепи в каждом из кристаллитов) строго в направлении нагрузки
3. Реальная прочность материала, ослабленного дислокациями, связана с концентрацией дислокаций
4. Прочность соседних витков молекулярной цепи на отрыв – адгезионная.

Заключение. Таким образом, воздействуя на характерную длину дислокации, можно для каждого конкретного полимерного композиционного материала достигать эффекта снижения концентрации микротрещин в макроскопических областях. Особый интерес представляет изучение связи вероятной длины дислокации с характерным размером ячейки, образуемой частицами, сочетающими в себе свойства молекулы и вещества, наномодификаторов карбонной группы размером от 0,17 нм (фуллеренов C_{60} , C_{70}) до 1500...1700 нм (нанотрубок и астраленов).

1. Лычев С.А. Краевые задачи механики растущих тел и тонкостенных конструкций. Автореф. дис. д. ф.-м. н. /М.: Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского РАН, 2012. 32 с.
2. Наймарк О.Б. О деформационных свойствах и макроскопической кинетике разрушения полимеров с субмикротрещинами // Механика композитных материалов, 1981, № 1, с. 16 – 22
3. Бартнев Г.М. Прочность и механизм разрушения полимеров. – М.: Химия, 1984. 280 с.
4. Бартнев Г.М., Измайлова Л.К. Бездефектные стеклянные волокна // Докл. АН СССР, 1962, т. 146, в. 5. С. 1136 – 1138
5. Петров В.М. Применение модификаторов в узлах машин для решения триботехнических задач. СПб.: СПбГПУ, 2004. - 282 с.
6. Гленсдорф П., Пригожин И. Термодинамическая теория структуры, устойчивости и флуктуаций. М.: Мир, 1973. 227 с.
7. Николис Г., Пригожин И. Самоорганизация в неравновесных системах. М.: Мир, 1979. 512 с.
8. Наймарк О.Б. О деформационных свойствах и кинетике разрушения твёрдых тел с микротрещинами / В сост. О термодинамике разрушения и деформирования твёрдых тел с микротрещинами Препринт УНЦ АН ССР, Свердловск, 1982. С. 3 – 34
9. Наймарк О.Б. Неустойчивости в конденсированных средах, обусловленные дефектами // Письма в ЖЭТФ, т. 67, в. 9, 2000. С. 714 – 721
10. Петров В.М. Реологическая модель разрушения углепластиков при резании лезвийным инструментом // Вопросы материаловедения.- 2002. №3(31).-С. 104-110.
11. Белецкий Е.Н. Обеспечение заданной точности и качества поверхности на операциях сверления антифрикционных углепластиков на основе результатов моделирования процесса резания: автореф. дис. к.т.н. / Саратов: СГТУ, 2010. 20 с.
12. Регель В.Р., Слуцкер А.И., Томашевский Э.Е. Кинетическая природа прочности твердых тел / Москва : Наука, 1974. - 560 с.
13. Эшелби Дж. Континуальная теория дислокаций. -М: Изд. Ин. Лит., 1963, 247 с.
14. Билби Б., Эшелби Дж. Дислокации и теория разрушения // В кн. Либовиц Г. (ред.) Разрушение. В 7 томах. Том 1: Микроскопические и макроскопические основы механики разрушения / Пер. с англ. — М.: Мир, 1973. — 620 с. С. 112 – 203

Кузнецов Д.Н., Сазыкин В.Г., Беляева С.Ю.

Изменение напряженно-деформированного состояния стенки стальной балки двутаврового сечения при помощи установки продольного ребра

*Воронежский государственный технический университет
(Россия, Воронеж)*

doi 10.18411/gq-30-03-2019-39

idsp sciencerussia-30-03-2019-39

Аннотация

Подобрано поперечное сечение сварного двутавра для балки перекрытия пролетом 12 м. Материал двутавровой балки – сталь С255. В вычислительном комплексе SCAD Office созданы и рассчитаны три пластинчатые модели подобранной двутавровой балки перекрытия с разными вариантами конструктивного решения среднего отсека. За отсек принят участок стенки ограниченный полками и поперечными ребрами жесткости. Предложена методика определения средних значений напряжений для оценки напряженно-деформированного состояния стенки двутавровой стальной балки. Рассмотрено влияние продольного ребра жесткости на характер распределения напряжений в стенке на примере среднего отсека двутавровой балки.

Ключевые слова: стальная балка; стенка стальной балки; напряжения в стенке; продольное ребро жесткости; пластинчатая модель балки.

Введение

Стальные балки двутаврового сечения применяются для изготовления различных элементов строительных конструкций. Двутавр является эффективным типом поперечного сечения, так как обладает хорошими геометрическими характеристиками и экономически выгодными показателями металлоемкости. Двутавр состоит из двух полок и стенки приваренной к полкам по центру, толщины полок и стенки много меньше их длины и ширины. При подборе поперечного сечения двутаврового профиля выгодно назначать высокую и тонкую стенку. При больших значениях отношения высоты стенки к толщине существует опасность выпучивания стенки – потери местной устойчивости [2, 8]. Для предотвращения явления потери местной устойчивости, возможны различные конструктивные решения.

Последние десятилетия значительное развитие получили численные методы расчета строительных конструкций. Современные программные комплексы позволяют производить вычисления значений напряжений в трехмерных расчетных моделях методом конечных элементов (МКЭ) [3, 5, 7]. Выполнить расчет пластинчатой модели балки можно в современных программных комплексах [1, 6, 9]: ANSYS, SCAD Office, ЛИРА-САПР, Nastran, ABAQUS, Robot Structural Analysis и другие. По результатам расчета в программном комплексе можно внести изменения в конструкцию балки [10] для изменения напряженно-деформированного состояния (НДС) и провести перерасчет новой модели [4].

1. Объект исследования

Выполнен подбор поперечного сечения для несущих стальных балок перекрытия. Материал балок – сталь С255. Шаг балок 6 м. Пролет балок $L=12$ м. Перекрытие запроектировано в виде монолитной железобетонной плиты толщиной 200 мм. Примыкание балок к оголовку колонн шарнирное, тип соединения – болтовое. Ниже, в табл. 1 приводится сбор нагрузок в соответствии с СП 20.13330.2016 «СНиП 2.01.07-85* Нагрузки и воздействия».

Таблица 1

Таблица сбора нагрузок

Вид нагрузки	Нормативная нагрузка G_n , kH/m^2	Коэффициент надёжности по нагрузке γ_f	Расчетная нагрузка G , kH/m^2
1	2	3	4
Постоянная			
От перекрытия:			
Конструкция пола	0,05	1,3	0,07
ЖБ плита монолитная В25 ($t=200\text{мм}$ за вычетом профнастила) $\gamma = 16\text{kH} / \text{м}^3$	3,2	1,3	4,16
Собственный вес балок перекрытия	0,30	1,05	0,32
Итого от покрытия	3,55		4,55
Временная кратковременная	2	1,2	2,4
Итого	5,55	1,1	6,95

На перекрытие предусмотрена временная кратковременная нагрузка с расчетным значением интенсивности $2,4 \text{ kH/m}^2$. Так как шаг балок перекрытия 6 м интенсивность полной нагрузки на 1 погонный метр $q=6,95 \text{ kH/m}^2 \times 6\text{м} = 41,7 \text{ kH/m}$ см. рис. 1.

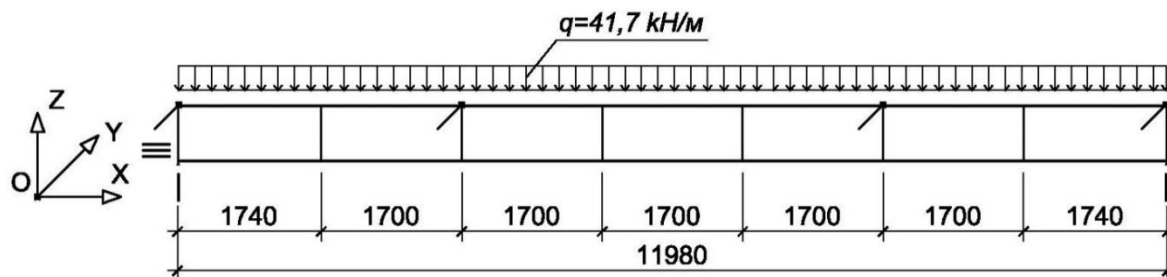


Рис. 1. Расчетная модель стальной балки

Окончательно выбранное поперечное сечение стальной балки показано на рисунке 2. Далее назначены прочие элементы двутавровой балки, а именно: опорное ребро толщиной $t_r=16 \text{ мм}$ и двухсторонние ребра жесткости толщиной $t_s=8 \text{ мм}$ с шагом 1700 мм . Для соединения балок с оголовком колонн и между собой назначены болты диаметром $M20$ (рис. 2).

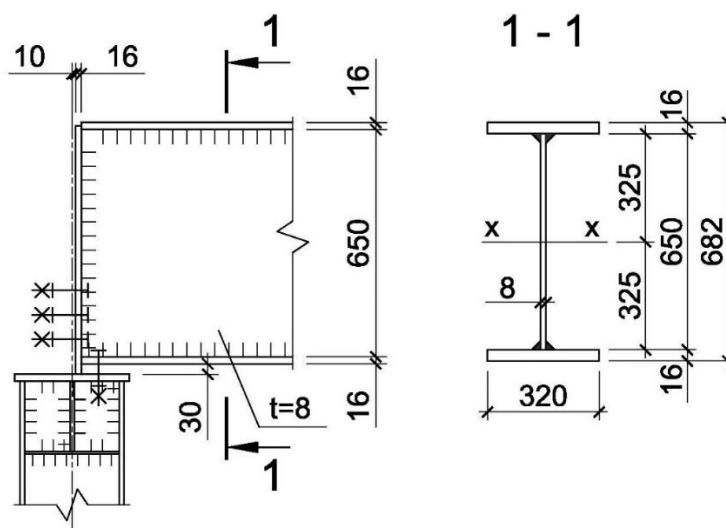


Рис. 2. Поперечное сечение стальной балки

Для расчета в пластинчатом виде создана расчетная модель рассматриваемой балки в среде вычислительного комплекса SCAD Office с использованием пластинчатых конечных элементов (КЭ): тип 44-универсальный четырехугольный четырехузловой КЭ оболочки. Исходная расчетная модель содержит 3572 пластинчатых КЭ. Заданы связи ограничивающие линейные перемещения таким образом, чтоб расчетная модель соответствовала балочной расчетной схеме и конструктивному решению примыкания элементов. Вдоль верхнего пояса задана равномерно распределенная нагрузка интенсивностью $q=41,7$ кН/м.

2. Методика проведения исследования

По результатам расчета пластинчатой модели получим значения напряжений в стенке балки. Оценку НДС стенки в среднем отсеке предлагается выполнять по усредненным значениям напряжений, для каждого горизонтального ряда КЭ. При вычислении данных значений будем учитывать площади отдельных КЭ:

$$\tau_{mid} = \sum_{i=1}^n (\tau_i A_i) / A_{rank}, \quad (1)$$

$$\sigma_{mid} = \sum_{i=1}^n (\sigma_i A_i) / A_{rank}, \quad (2)$$

где τ_{mid} -средние значения касательных напряжений в некотором горизонтальном ряду КЭ; σ_{mid} -среднее значение нормальных напряжений в некотором горизонтальном ряду КЭ; τ_i -касательное напряжение в i -ом КЭ; σ_i -нормальное напряжение в i -ом КЭ; A_i -площадь i -го КЭ; A_{rank} -суммарная площадь i -ых КЭ расположенных в ряду рассматриваемого отсека; n -количество КЭ в одном ряду рассматриваемого отсека.

Мы рассматриваем участок внутри среднего отсека равный половине длины отсека 850 мм (длина отсека 1700 мм). Далее внесены изменения в рассчитанную модель балки добавив двухстороннее продольное ребро жесткости толщиной 8 мм в среднем отсеке. Продольное ребро жесткости добавлено в сжатой (верхней) зоне балки для снижения значений напряжений (рис. 3).

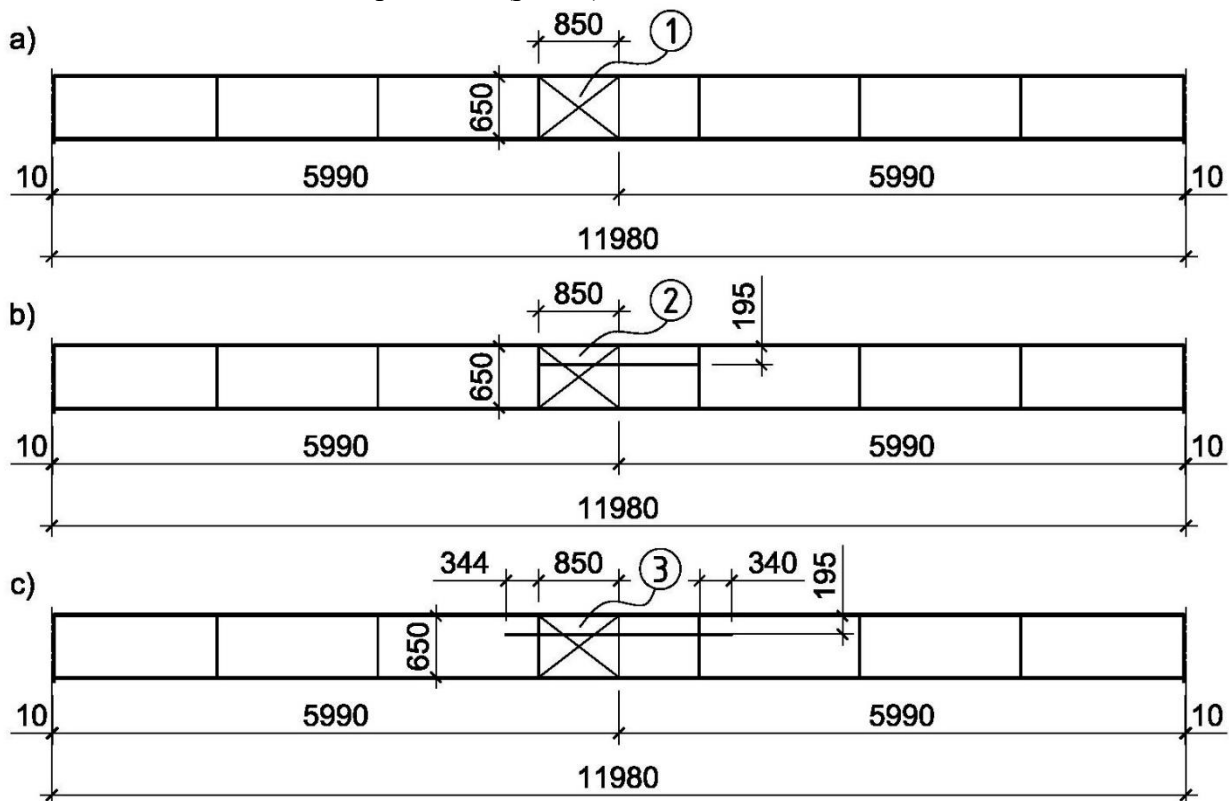


Рис. 3. Расчетная модель: а – исходная модель; б – модель с продольным ребром; в – модель с продольным ребром продолженным за отсек

По выражениям (1) и (2) соответственно найдены значения напряжений и построены эпюры для участка стенки в среднем отсеке. Эпюры напряжений построены для трех вариантов пластинчатой модели: без продольного ребра - участок №1, с продольным ребром - участок №2, с продольным ребром продолженным за пределы среднего отсека - участок №3.

3. Анализ результатов исследования

На мозаике напряжений исходной модели №1 нормальные напряжения сжатия локализованы в верхнем волокне стенки (рис. 4). Напряжения сжатия опасны для местной устойчивости стенки, важно применять конструктивные решения для уменьшения значений напряжений сжатия.

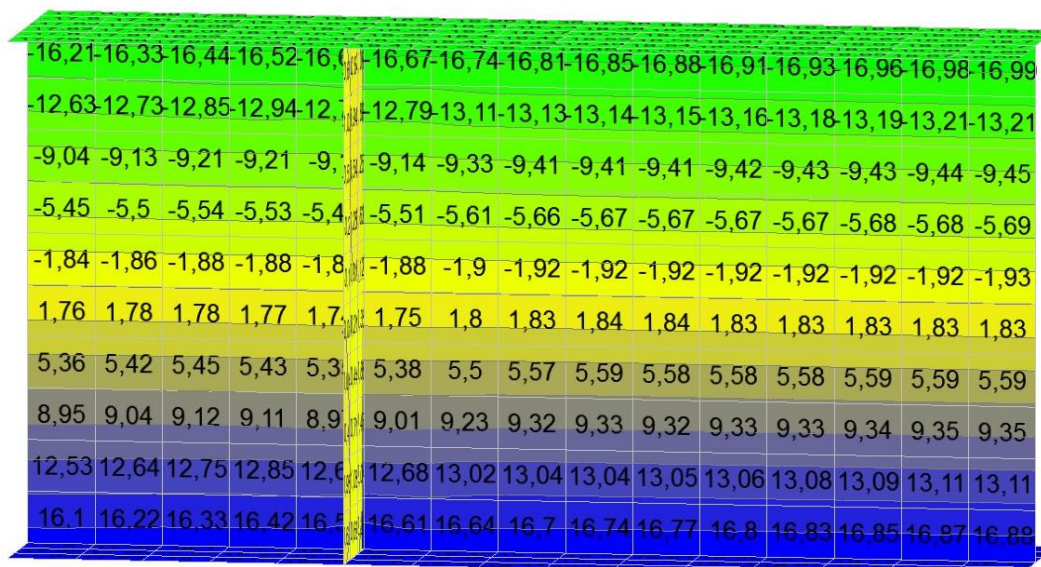


Рис. 4. Мозаика нормальных напряжений σ , кН/см², исходная модель

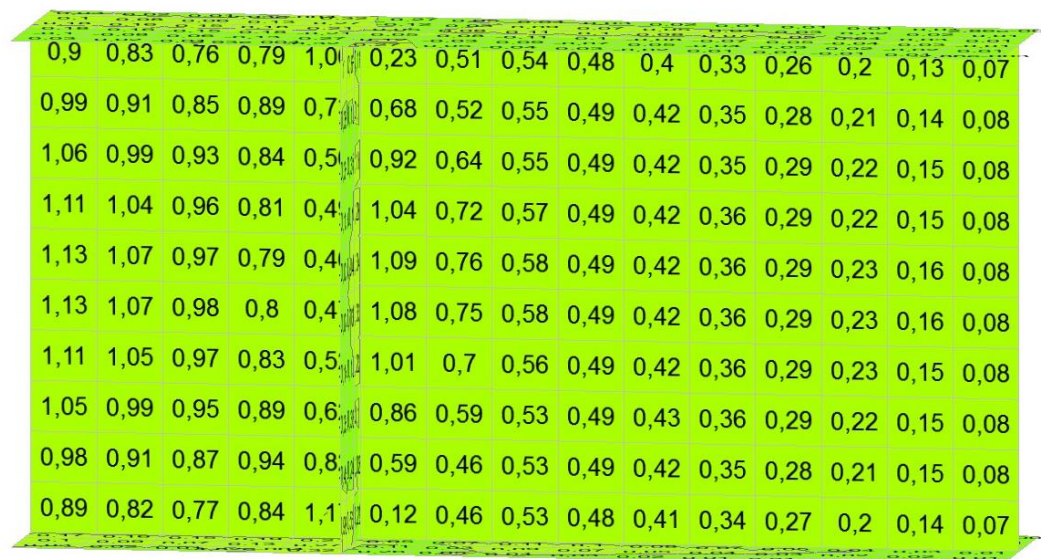


Рис. 5. Мозаика касательных напряжений τ , кН/см², исходная модель

Продольное ребро установленное в верхней части стенки уменьшает значения напряжений сжатия на участке среднего отсека №2 (рис. 6). Однако увеличивает напряжения в стенке за пределами отсека на участке около сопряжения поперечного и продольного ребер жесткости.



Рис. 6. Мозаика нормальных напряжений σ , kH/cm^2 , модель с продольным ребром

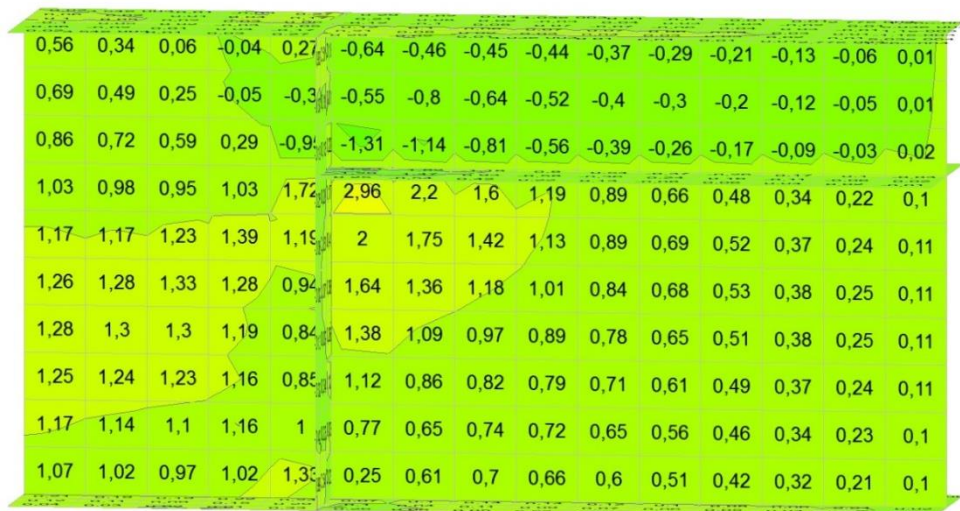


Рис. 7. Мозаика касательных напряжений τ , kH/cm^2 , модель с продольным ребром

Продлив продольное ребро за пределы среднего отсека в модели №3 значения нормальных напряжений сжатия уменьшаются, при этом напряжения в стенке за пределами отсека на участке около сопряжения поперечного и продольного ребер жесткости также снижаются (рис. 8).

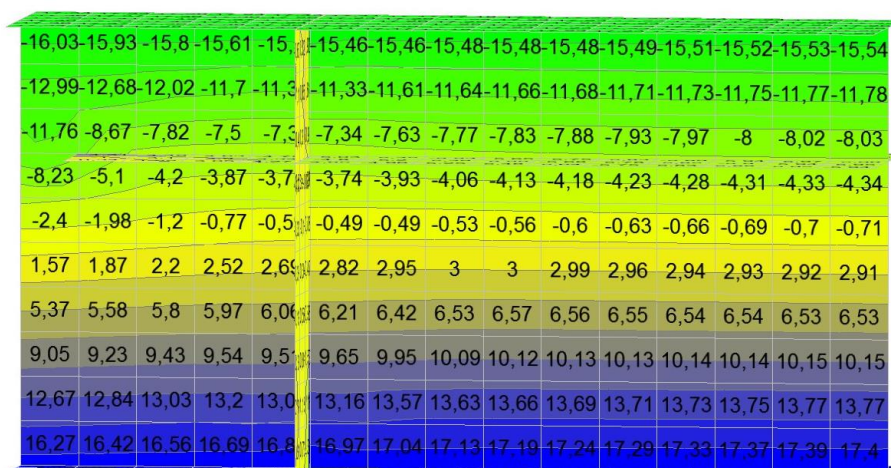


Рис. 8. Мозаика нормальных напряжений σ , kH/cm^2 , модель с продолженным продольным ребром

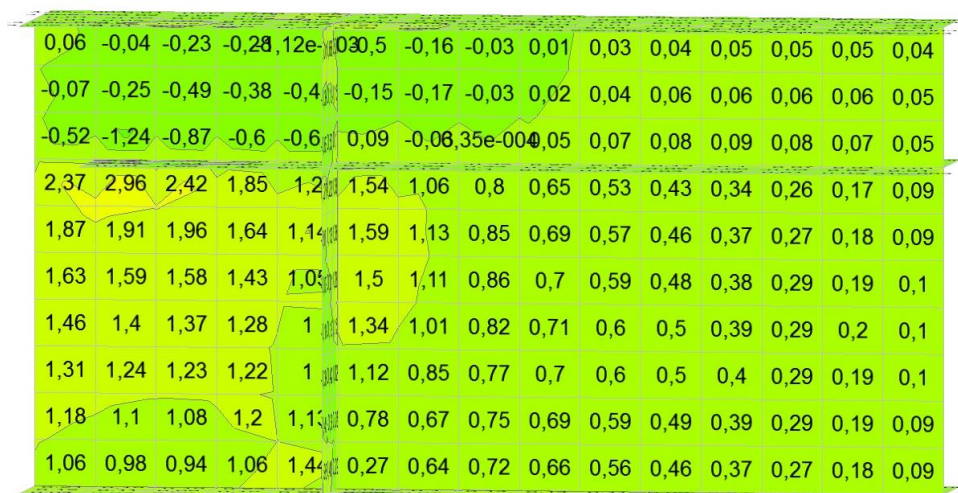


Рис. 9. Мозаика касательных напряжений τ , кН/см², модель с продолженным продольным ребром

На рисунках 10, 11 показаны эпюры средних значений напряжений для участков отсеков №1, №2 и №3. На указанных эпюрах видно, что продольное ребро уменьшает значения нормальных напряжений сжатия. Эпюры (рис. 10, 11) характеризуют распределение напряжений поперек сечения на участке равном половине среднего отсека.

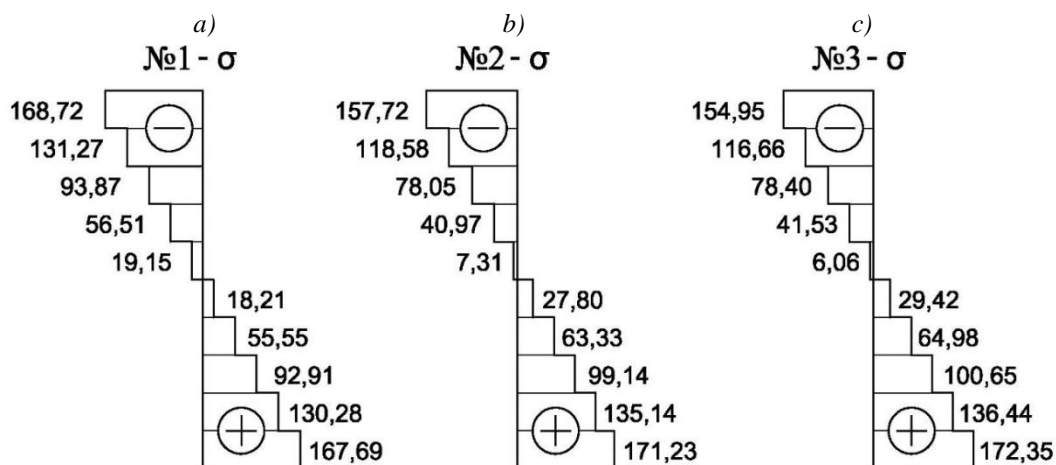


Рис. 10. Эпюры нормальных напряжений (МПа) для участка среднего отсека: а – исходная модель, участок-№1; б – модель с продольным ребром, участок-№2; с – модель с продольным ребром продолженным за отсек, участок-№3

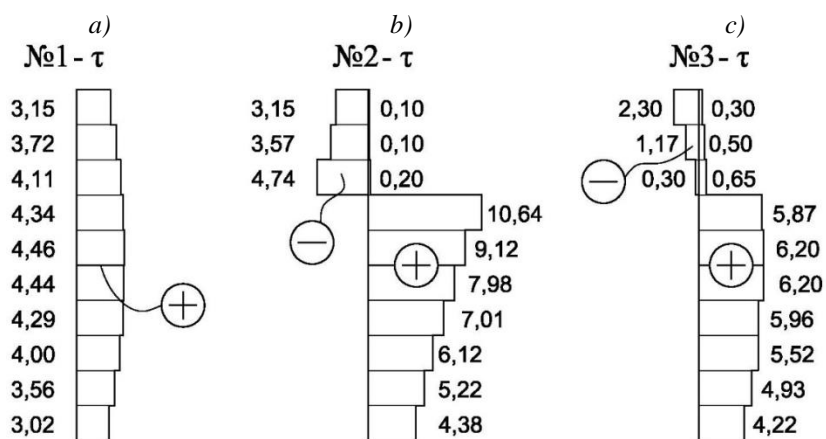


Рис. 11. Эпюры касательных напряжений (МПа) для участка среднего отсека: а – исходная модель, участок-№1; б – модель с продольным ребром, участок-№2; с – модель с продольным ребром продолженным за отсек, участок-№3

Касательные напряжения (рис. 11) при устройстве продольного ребра в верхних волокнах среднего отсека меняют знак. При продлении ребра в модели №3 значения касательных напряжений выравниваются.

Выводы

1. Продольное ребро позволяет значительно уменьшить нормальные напряжения сжатия в стенке двутавровых стальных балок.
2. Продление ребра за пределы отсека позволяет избежать резкой смены значений напряжений за границами отсека.
3. Предложенный подход «средних значений нормальных и касательных напряжений» позволяет производить оценку НДС в стенках стальных балок.

1. Беляева С.Ю. Сравнительный анализ методик проверки местной устойчивости стенки стальной рамы двутаврового переменного по высоте сечения на частном примере/ С.Ю. Беляева, Д.Н. Кузнецов, И.А. Ковылина // Современное строительство и архитектура. – 2017. – №. 3 (07). – С. 30-34. DOI: <https://doi.org/10.18454/mca.2017.07.11>.
2. Власов В.З. Тонкостенные упругие стержни/ В.З. Власов. М.: Гос. изд-во физ.-мат. лит-ры, 1959. – 568 с.
3. Гордеева А.О. Расчетная конечно-элементная модель холодногнутого перфорированного тонкостенного стержня в программно-вычислительном комплексе SCAD Office / Гордеева А.О., Ватин Н.И. // Инженерно-строительный журнал. - 2011. - № 3(21). - С. 36-46.
4. Кабанцев О.В. Учет изменений расчетной схемы при анализе работы конструкций/ Кабанцев О.В., Тамразян А.Г.// Инженерно-строительный журнал. – 2014. - №5 – С. 15-26. doi 10.5862/MCE.49.2.
5. Карпиловский В.С. Вычислительный комплекс SCAD/ В.С. Карпиловский В.С., Э.З. Криксунов, А.А. Маляренко, А.В. Перельмутер, М.А. Перельмутер – М.: Изд-во АСВ, 2007. – 592 с.
6. Кикоть А.А. Расчет растянутых элементов из стальных тонкостенных холодногнутых профилей в программе CFSteel/ Кикоть А.А.// Инженерно-строительный журнал. – 2016. - №1(61) – С. 42-59. doi 10.5862/MCE.61.5.
7. Лалин В.В. Исследование конечных элементов для расчета тонкостенных стержневых систем/ Лалин В.В., Рыбаков В.А., Морозов С.А.// Инженерно-строительный журнал. – 2012. - №1 – С. 53-73. doi 10.5862/MCE.27.7.
8. Ржаницын А.Р. Составные стержни и пластинки/ А.Р. Ржаницын. – М.: Стройиздат, 1986. – 316 с.
9. Теплых А.В. Применение оболочечных и объемных элементов при расчетах строительных стальных конструкций в программах SCAD и Nastran с учетом геометрической и физической нелинейности/ А.В. Теплых//Инженерно-строительный журнал. – 2011. – №. 3. – с. 4-20.
10. Туснин А.Р. Работа симметричных двутавровых сечений при развитии пластических деформаций и действии изгибающего момента и бимоменты/ Туснин А.Р., Прокич М.// Инженерно-строительный журнал. – 2014. - №5 – С. 44-53. doi 10.5862/MCE.53.3.

Матюхина Н.Н., Миргородская А.Г., Шкидюк М.В., Дон Т.А., Бедрицкая О.К. Исследование потребительских характеристик смеси для кальяна

*ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт табака,
махорки и табачных изделий»
(Россия, Краснодар)*

doi 10.18411/gq-30-03-2019-40

idsp sciencerussia-30-03-2019-40

Аннотация

Статья посвящена анализу потребительских характеристик смеси для кальяна. Установлена зависимость потребительских свойств продукта от ингредиентного состава смеси. Определено влияние табачного сырья или сырья растительного происхождения на оценку аэрозоля, продуцируемого различными смесями с использованием кальяна.

Ключевые слова: Табак, табачное сырье, смесь для кальяна, ингредиент, аэрозоль, дегустационная оценка, потребительские свойства, никотин, монооксид углерода, карбонильные соединения

Abstract

The article is devoted to the analysis of consumer characteristics of the hookah mixture. The dependence of the consumer properties of the product on the ingredient composition of the mixture was established. The influence of tobacco raw materials or raw materials of plant origin on the assessment of aerosol produced by various mixtures using hookah was determined.

Key words: Tobacco, tobacco raw materials, hookah mix, ingredient, aerosol, tasting evaluation, consumer properties, nicotine, carbon monoxide, carbonyl compounds.

Технический регламент Таможенного союза «Технический регламент на табачную продукцию» (ТР ТС 035/2014) устанавливает обязательные для применения и исполнения на территории Таможенного союза требования к табачной продукции [1].

В России совокупный объем рынка табака для кальяна составляет более 800 тонн в год. Потребителей кальяна более 30 млн граждан старше 18 лет, среди них постоянных пользователей кальяна - около 5 млн человек [2].

Специфика потребления табака для кальяна – получение высокодисперсного аэрозоля как продукта дистилляции, в результате прямого воздействия тепла от тлеющих углей на кальянную смесь и при более низких температурах от 160 до 250 °С.

Нормативы содержания токсичных компонентов в аэрозоле табака для кальяна не регламентированы. Системных научных исследований компонентного состава продукта «Табак для кальяна» и химического состава продуцируемого аэрозоля не проводилось.

В лаборатории технологии производства табачных изделий ФГБНУ ВНИИТТИ проводятся работы по созданию рецептур, установлению потребительских характеристик и адаптации существующей технологии изготовления смеси для кальяна к современным реалиям. Одно из направлений исследований – разработка технологии изготовления никотиносодержащих бестабачных смесей для курения с использованием кальяна (на основе мяты, чая и другого растительного сырья).

Важным направлением исследований является определение токсической нагрузки аэрозоля, продуцируемого кальянными смесями (содержание никотина, монооксида углерода, карбонильных соединений)

Для проведения исследований использовали методы, общепринятые в табачной отрасли, а также разработанные в лаборатории технологии производства табачных изделий.

При выполнении исследований, для сбора аэрозоля использовали лабораторную линейную пятиканальную курительную машину CERULEAN SM 405, с дополнительными насадками для подключения кальяна Magix Shisha Since 2008 Professional.

Стандартизированные параметры сбора не подходят для тестирования аэрозоля, продуцируемого кальянными смесями. В процессе исследований, установлены параметры сбора аэрозоля, удовлетворяющие условиям исследований: проба кальянной смеси – 15 г; продолжительность затяжки - 3,5 сек; объем затяжки – 350 мл; интервал – 19 с; количество затяжек – 60 [2].

Определение содержания никотина в табаке и кальянной смеси проводили в соответствии с ГОСТ 30038-93 (ИСО 2881:77) «Табак и табачные изделия. Определение содержания алкалоидов в табаке. Спектрофотометрический метод» [3].

Для определения количественного содержания никотина в аэрозоле, продуцируемом кальянными смесями, использовали метод с применением хроматографа Кристалл 2000М в соответствии с ГОСТ Р 51974-2002 (ИСО 10315-2000), «Сигареты. Определение содержания никотина в конденсате дыма. Метод газовой хроматографии» [4].

Для определения монооксида углерода в аэрозоле кальянной смеси проводится сбор газовой фазы в специальные мешки с последующим исследованием на СО-анализаторе, встроенном в курительную машину CERULEAN SM 405.

Результаты исследований

При изготовлении кальянной смеси используют: табачное или растительное сырье; соус (мед, патока, меласса, фруктоза, сахар инвертный и другие); ароматизатор; глицерин и (или) пропиленгликоль; консерванты и красители. Физиологическую и вкусовую крепость аэрозоля, продуцируемого табаком для кальяна, определяет содержание никотина в смеси.

В результате проведенных исследований, разработаны оптимальные рецептуры смеси для кальяна с улучшенными потребительскими характеристиками и изготовлены опытные образцы. Для сравнительной оценки кальянных смесей, были приобретены образцы торговых марок: Nakhla Tobacco, AFZAL, TABU

Для определения потребительских характеристик смеси для кальяна разработаны «Методика определения органолептических показателей табака для кальяна» [5] и «Методика дегустационной оценки смеси для кальяна» [6]. Органолептическая оценка исследуемых образцов табака для кальяна проводилась по показателям: консистенция, аромат и цвет смеси.

Дегустационные свойства табака для кальяна определяли по показателям: аромат – вкус – усилие при затяжке – плотность аэрозоля (пара) – крепость. При проведении дегустационной оценки образцов кальянной смеси, длительность курительной сессии составляла 60 мин с использованием кальяна Magix Shisha Since 2008 Professional, со стальной шахтой длиной 690мм, диаметром 12мм и колбой объемом 1000 мл. Для обеспечения требуемых условий нагрева, применялся натуральный кокосовый уголь.

Результаты органолептической оценки смеси и дегустационной оценки аэрозоля, продуцируемого опытными и промышленными образцами кальянной смеси, представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Потребительские характеристики образцов смеси для кальяна

Табачное сырье/ Кальянная смесь	Органолептическая оценка		Дегустационная оценка, балл
	Цвет смеси	Консистенция и аромат смеси	
Опытные образцы смеси на основе табачного сырья			
Вирджиния Индия LGS	коричневый	вязкая густая смесь с табачным ароматом	81,0
Берлей Бразилия BOPL RNS	коричневый	вязкая густая смесь с табачным ароматом	79,2
Промышленные образцы смеси на основе табачного сырья			
Nakhla Tobacco. Mizo. Lemon Waterpipe Tobacco	коричневый с оттенками	вязкая густая смесь с сильным табачным лимонно-карамельный ароматом	82,2
«AFZAL» Double apple	красно-коричневый	густая смесь с сильным табачный, с оттенками яблока	78,4
Промышленные образцы смеси на основе чая			
TABU Rashberry	темно-бордовый	вязкая смесь с карамельно-фруктовым ароматом	80,6

Анализ полученных данных свидетельствует о высокой потребительской оценке исследуемых образцов кальянных смесей. Высокая дегустационная оценка опытных образцов кальянной смеси, изготовленных на основе табачного сырья американского типа (Вирджиния, Берлей), объясняется пористой структурой листа и высокой способностью впитывать соус.

Бестаbachные кальянные смеси и смеси на основе табачного сырья продуцируют аэрозоль с приятным послевкусием и высокой плотностью. Бестаbachные кальянные смеси характеризуются отсутствием отрицательных характеристик вкуса (раздражение, щипание и обкладка), характерных для кальянной смеси на основе табачного сырья.

Результаты количественной оценки содержания никотина в смеси и продуцируемом аэрозоле исследуемых образцов табака для кальяна, представлены в таблице 2.

Таблица 2.

Содержание никотина в продуцируемом аэрозоле и в исследуемых образцах смеси для кальяна

№	Кальянная смесь	Содержание никотина	
		в кальянной смеси, %	в аэрозоле, мг/г
Опытные образцы смеси на основе табачного сырья			
1	Вирджиния Индия LGS	0,22	0,161
2	Берлей Бразилия BOPL RNS	0,58	0,193
Промышленные образцы смеси на основе табачного/растительного сырья			
3	«Nakhla Tobacco. Mizo. Lemon Waterpipe Tobacco»	2,56	0,260
4	AFZAL Double apple	0,96	0,121
5	TABU	0,12	0,016

Для снижения содержания никотина в кальянной смеси используют различные технологические приемы: регулирование количественного содержания табачного сырья в смеси, гидротермическая обработка табачного сырья [7]; моделирование состава кальянной смеси путем замещения исходного табака нейтральным растительным сырьем (чай, лекарственные травы) или табачным сырьем с низким содержанием никотина.

В результате исследований установлено, что содержание монооксида углерода (0,40 - 0,48%) в газовой фазе аэрозоля всех исследуемых образцов кальянной смеси находится на уровне, который подтверждает отсутствие горения и тления при потреблении продукта.

В процессе исследований, была усовершенствована технология изготовления смеси для кальяна (на табачной основе и на основе растительного сырья), обеспечивающая стабильность качества и возможность регулирования уровня содержания токсичных компонентов в продуцируемом аэрозоле.

Моделирование поликомпонентного состава табачных изделий позволяет решать сложные вопросы снижения токсичности табачных изделий [2]. Технологические приемы, разработанные в лаборатории технологии производства табачных изделий, подтверждены патентами на изобретение: 2446719 «Способ приготовления смеси для кальяна», № 2595978 «Способ снижения токсичности табака для кальяна», № 2597581 «Способ снижения токсичности табака для кальяна (мята)», № 2595986 «Способ гидротермической обработки табака с целью снижения содержания никотина в табаке для кальяна».

Важным направлением исследований является определение карбонильных соединений (формальдегид, ацетальдегид и акролеин), как условно токсичных веществ газовой фазы из списка ВОЗ [8], которые определяют токсическую нагрузку аэрозоля, продуцируемого табаком для кальяна. Основные компоненты кальянной смеси (глицерин, пропиленгликоль, сахара и ароматизатор) являются, в основном, источниками образования карбонильных соединений в продуцируемом аэрозоле.

Для проведения исследований по определению карбонильных соединений в газовой фазе аэрозоля, был адаптирован метод количественного определения с использованием хроматомасс-спектрометрии LCMS/MS детектированием на

электроспревом источнике в режиме отрицательной полярности на хроматографе Thermo Scientific Dionex UltiMate 3000 и масс-спектрометре TSQ Quantiva.

Дальнейшими исследованиями предполагается получение экспериментальных данных по установлению уровня содержания карбонильных соединений в аэрозоле, продуцируемом кальянными смесями, что крайне необходимо для объективной оценки уровня безопасности табачного продукта.

1. Технический регламент Таможенного союза «Технический регламент на табачную продукцию» (ТР ТС 035/2014) <http://standartgost.ru/gTP>
2. Миргородская А.Г., Шкидюк М.В., Дон Т.А., Матюхина Н.Н. Исследования в области производства табачных изделий /А.Г.Миргородская, М.В.Шкидюк // кн. «Результаты исследований всероссийского научно-исследовательского института табака, махорки и табачных изделий по направлениям научной деятельности».- Краснодар. 2014 – С. 165-191.
3. ГОСТ 30038-93 (ИСО 2881:77) «Табак и табачные изделия. Определение содержания алкалоидов в табаке. Спектрофотометрический метод».
4. ГОСТ Р 51974-2002 (ИСО 10315-2000), «Сигареты. Определение содержания никотина в конденсате дыма. Метод газовой хроматографии» [4].
5. «Методика определения органолептических показателей табака для кальяна» МВИ-07-2009
6. Гнучих Е.В., Миргородская А.Г., Шкидюк М.В., Бедрицкая О.К., Глухов С.Д., Жабенцова О.А. Методика дегустационной оценки смеси для кальяна. Краснодар, 2014. 19с. Деп. в ВНИИЭСХ №1 ВС-2015.
7. Жабенцова О.А. Совершенствование технологии изготовления табака для кальяна пониженной токсичности с применением гидротермической обработки / О.А. Жабенцова, Е.В.Гнучих // Известия вузов. Пищевая технология. – 2015. - №1. – С.10-14.
8. Конференция Сторон (КС 4) Рамочной конвенции ВОЗ по борьбе против табака (РКБТ ВОЗ). 15–20 ноября 2010 г. – Уругвай, 2010.

Налетов В.А.

Выбор оптимальных параметров процессов превращения вещества в задачах проектирования химико-технологических систем

*Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
(Россия, Москва)*

doi 10.18411/gq-30-03-2019-41

idsp sciencerussia-30-03-2019-41

Аннотация

В статье представлены стратегия и алгоритм выбора оптимальных параметров превращения вещества, условно связанных в рамках виртуальных систем на основе информационного подхода по созданию организованных технологических объектов. Особенностью подхода является реализация стратегии «от начала к концу», которая отличается от стратегии в методе динамического программирования «от конца к началу», для которой необходимо задавать исходный вариант технологической системы в целом. Для оценки оптимального варианта используются критерии усложнения виртуальной системы, начиная с первого целевого превращения вещества, до последующих шагов и заканчивая уровнем усложнения, соответствующим достижению цели технологии.

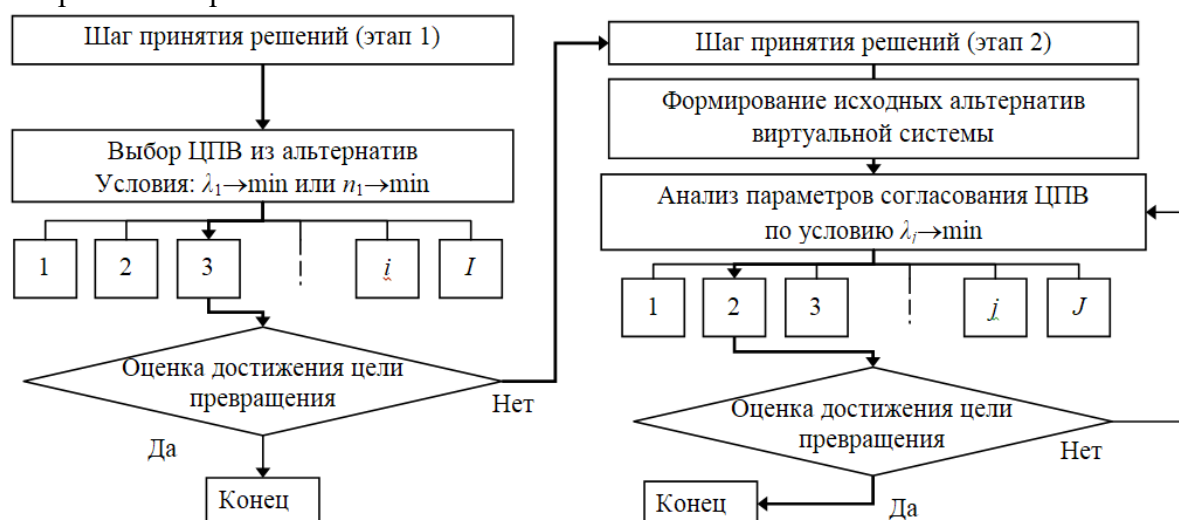
Ключевые слова: превращение вещества, виртуальная система, энтропия информации, множители Лагранжа, элементное усложнение.

Наиболее сложной задачей в процедуре проектирования химико-технологических систем (ХТС) с неоднородной структурой является выбор оптимальных параметров целевых процессов превращения вещества, которые связаны элементами энергетического звена.

Традиционно задача проектирования или синтеза неоднородных ХТС предполагает необходимость задавать первоначальный вариант системы, как, например, в методе динамического программирования, с последующей оптимизацией этого варианта «от конца к началу» [1]. При этом синтез оптимального решения осуществляется по критериям, оценивающим систему как единое целое, путем варьирования управляющими переменными, к которым в общем случае можно отнести расходные коэффициенты, режимные, топологические и конструкционные параметры процессов. Одним из частных этапов в задаче проектирования является выбор оптимальных параметров целевых процессов превращения вещества в рамках виртуальных систем, когда процессы связаны условно. Для этих целей часто используют локальные критерии. Например, в работе [2] выбор таких процессов осуществляется на основании локального критерия – максимального выхода целевого продукта. В то же время для выбора окончательного технического решения используют, как правило, общий экономический критерий. При этом следует отметить, что результаты оптимизации по локальному и общему критериям могут не совпадать друг с другом.

В работе предлагается альтернативный подход к проектированию и, в частности, к выбору оптимальных параметров целевых процессов превращения вещества в рамках виртуальной системы на основе единой методологии построения организованных систем, которая основана на объективных механизмах «внутреннего устройства» объектов в соответствии с эволюционным законом усложнения и системной организации К.Ф. Рулье.

При этом постановка и решение задачи организации виртуальной системы путем оптимальной дифференциации ее функций между элементами, не отличается от общего случая оптимальной дифференциации функций в химико-технологической системе, что позволяет встроить локальную задачу в общий механизм принятия оптимальных проектных решений [3]. Особенностью данного подхода является возможность осуществлять выбор оптимальных параметров процессов превращения вещества в соответствии с единой логикой «от начала к концу» в соответствии с алгоритмом на рис. 1.



Обозначения: ЦПВ – целевые превращения вещества; I – число альтернативных способов преобразования исходного сырья; J – число альтернативных способов построения виртуальной системы.

Рисунок 1 – Алгоритм оптимальной организации виртуальной системы, включающей целевые превращения вещества

В работе [4] приведена постановка и решение задачи по выводу критериев организованности соответствующего уровня усложнения системы, в том числе виртуальной, в котором объединены три объективных начала термодинамики: первое,

второе и нулевое. Вывод критериев осуществлялся на основании метода неопределенных множителей Лагранжа. При этом приведенные ниже множители Лагранжа представляют критерии организованности соответствующего уровня усложнения системы:

$$\lambda_i = \frac{n_i \cdot K_i}{\eta_{Ti}} + \sum_{j=1}^{i-1} n_j \frac{K_j \cdot K_i \bar{T}_i}{\prod_{n=j} \eta_{Tn} T_j} \frac{\Delta \Gamma_j^{\text{ВЫХ}}}{\Delta \Gamma_i^{\text{ВХ}}} \rightarrow \min_{\{U_j\}}, \quad (1)$$

где λ , n , K , η_T , \bar{T}_i , $\Delta \Gamma^{\text{ВХ}}$, $\Delta \Gamma^{\text{ВЫХ}}$ — соответственно критерий организованности, весовой коэффициент, фактор затрат на организацию процесса, термодинамический КПД, средняя температура, статистические веса на входе и выходе, соответственно.

При этом $\Delta \Gamma_i^{\text{ВХ}} = \exp \left[-\frac{(\Delta Z^{p,T} - \Delta U)_i^{\text{ВХ}}}{RT_i} \right]$, $\Delta \Gamma_i^{\text{ВЫХ}} = \exp \left[-\frac{(\Delta Z^{p,T} - \Delta U)_i^{\text{ВЫХ}}}{RT_i} \right]$ –

статистические веса; $\Delta Z^{p,T}$ – изменение термодинамического потенциала Гиббса в процессе, ΔU – изменение внутренней энергии в процессе, \bar{T}_i – средний температурный уровень; U_j – управляющие переменные (расходные коэффициенты, режимные, структурные параметры или параметры конструкции). Как видно из выражения критерия (1), оптимальная согласованность между элементами виртуальной системы зависит от весовых коэффициентов, факторов затрат на организацию процессов, термодинамических КПД и функций невязок, выраженных через отношения средних температурных уровней процессов и статистических весов, связывающих входы и выходы процессов виртуальной системы. Полагая аналогию содержания с эксергоэкономическим подходом [5], множители Лагранжа в выражении (1) имеют смысл «стоимости» единицы информации, которая для организованной системы должна быть минимизирована. Поясним приведенный механизм на примере выбора оптимальных параметров процессов виртуальной системы, включающей пылеугольную газификацию бурого угля (метод Копперс-Тотцек) и конверсию синтез-газа для получения соотношения ключевых компонентов $\text{H}_2:\text{CO}=2:1$, необходимого для синтеза метанола и высших спиртов. Пример виртуальной системы приведен на рис.2. Формирование исходных альтернатив виртуальной системы зависит от возможности проведения процесса конверсии в одну или две ступени, в силу чего в качестве критерия выбирается соответственно критерий усложнения второго или третьего уровней согласно (1).

Оптимизируемыми переменными являются:

- температуры газифицирующих агентов, T_2 и $T_{\text{п}}$ соответственно кислорода и пара;
- мольное соотношение газифицирующих агентов (кислород-пар) $\frac{G_2}{M_2} / \frac{G_{\text{п}}}{M_{\text{п}}}$, которое изменяется в пределах от 1:0,02 до 1:0,5;
- расход пара $G_{\text{п}}$ или мольное соотношение пар: сухой синтез-газ;
- начальная температура конверсии $T_{\text{нач}2}$ (для двухступенчатой конверсии – начальные температуры для 1-ой и 2-ой ступеней соответственно $T_{\text{нач}2}$, $T_{\text{нач}3}$).

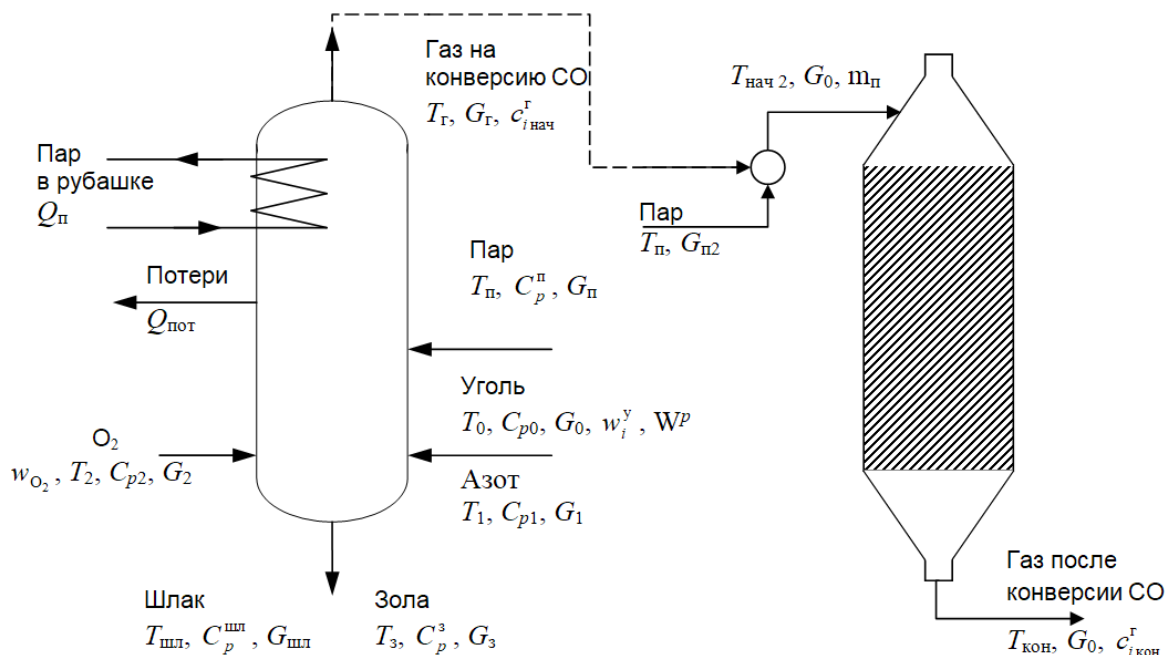


Рисунок 2 – Виртуальная технологическая система, условно объединяющая целевые процессы (конверсия одноступенчатая)

В табл. 1 представлены результаты оптимальной организации виртуальной системы, состоящей из целевых процессов газификации и конверсии. Как следует из приведенных в табл. 1 данных, оптимальным техническим решением является вариант, объединяющий высокотемпературный процесс газификации по методу Копперс-Тотчек с двухступенчатой конверсией синтез-газа, обе ступени которой функционируют также в высокотемпературной области, что принципиально отличается от традиционного варианта двухступенчатой конверсии, представленной высоко- и низкотемпературными ступенями.

Таблица 1

Результаты согласования процессов виртуальной системы

	Газификация				Конверсия				Критерий $\lambda_2 (\lambda_3)$
	$T_{п}, K$	$G_{п}, кг/ч$	$T_{к}, K$	$G_{к}, кг/ч$	$G_{п2}, кг/ч$	x	$T_{нач2(3)}, K$	$T_{кон2(3)}, K$	
Исходный вариант	375	211,96	300	751,77	510	0,5298	371	635,61	1,5037
Оптимальный вариант, 1 ст. конверсия	573	206,90	473	733,79	684,44	0,5272	645,92	874,11	0,0065
Оптимальный вариант, 2 ст. конверсия	573	206,90	473	733,79	427,03	0,3818	753	940,90	0,0017
						0,2352	673	744,58	

На последующих этапах проектирования выбираются элементы энергетического звена и оптимальная топология ХТС, которые обеспечивают полученные значения оптимальных параметров целевых процессов превращения вещества. На рис. 3 представлен вариант технического решения, соответствующий полученным результатам.

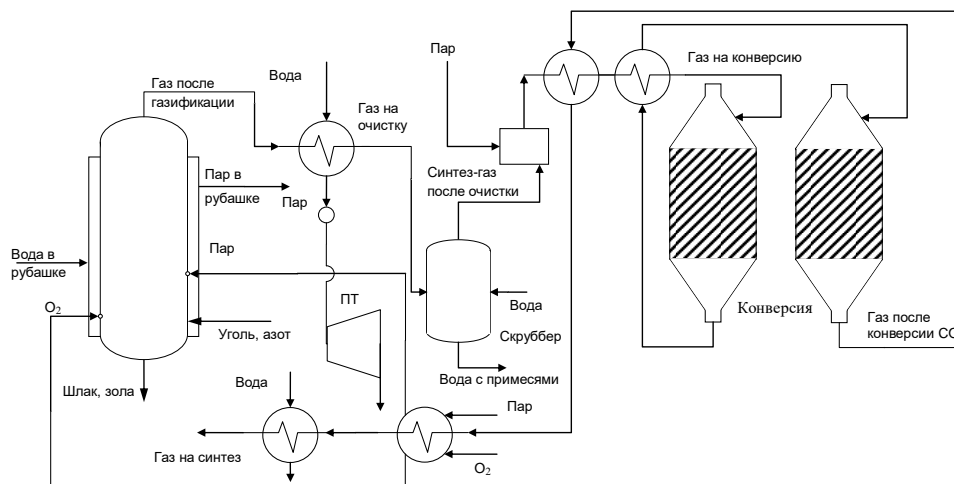


Рисунок 3 – Оптимальный вариант системы газификации бурого угля и конверсии для синтеза метанола и высших спиртов

В табл.2 представлены сравнительные данные по существующему и проектному вариантам.

Таблица 2

Сравнение расходных показателей технологических систем

Вариант системы	Характеристики установки (расходные показатели и мощность паровой турбины)			
	Производительность по целевому продукту (H ₂ +CO), кг/ч	Расход кислорода на технологию, кг/ч	Расход пара общий на технологию, кг/ч	Мощность паровой турбины, кВт
Существующий	716,0	751,8	722,0	330,6
Оптимальный	727,8	733,8	633,9	329,6

При сравнении схем принят одинаковый расход бурого угля – 1000 кг/ч

1. Беллман Р. Динамическое программирование. М.: Изд-во Иностранная литература, 1960 г. 400 с.
2. Smith, R. Chemical Process Design and Integration // Chichester, West Sussex, England; Hoboken, NJ: Wiley, 2005. 687 p.
3. Налетов В.А., Колесников В.А., Глебов М.Б., Налетов А.Ю., Глебов В.Б. Технология переработки природных энергоносителей на основе концепции оптимальной организации химико-технологических систем// Теоретические основы хим. технологии. 2017. Т.51. № 2. с. 140-148.
4. Налетов В.А., Глебов М.Б., Налетов А.Ю. Методика эволюционного синтеза химико-технологических систем на основе информационного подхода // Химическая технология. 2010. № 4. с. 244-252.
5. El-Sayed, Y.M., Evans R.B., Tribus M. The Strategic Use of Thermo-economic Analysis for Process Improvement //Pres. at the AIChE Meeting. Detroit. 1981. pp. 41-47.

Оденбах И.А.

Повышение энергоэффективности в системах теплоснабжения

ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет»

(Россия, Оренбург)

doi 10.18411/gq-30-03-2019-42

idsp sciencerussia-30-03-2019-42

Аннотация

Рассмотрены основные источники потерь энергии в системе коммунального теплоснабжения, а так же проблемы, связанные со снижением затрат на обеспечение теплом потребителей. Показаны основные пути решения проблемы повышение

энергоэффективности и возможный механизм для решения поставленной задачи на основе действенных механизмов финансирования.

Ключевые слова: энергосбережение, энергоэффективность, отопительные системы.

Abstract

Reviewed the main sources of energy losses in the system of municipal heat supply, as well as problems associated with reducing the cost of providing heat to consumers. The main ways of solving the problem of energy efficiency and a possible mechanism for solving the problem on the basis of effective financing mechanisms are shown.

Keywords: energy saving, energy efficiency, heating systems.

Отопление промышленных предприятий и частных домов стоит недёшево, а тарифы увеличиваются с каждым годом. Невольно приходится думать о вариантах энергосберегающего отопления. Систем существует немало, и у каждой свои особенности. Некоторые виды более экологичные, другие же работают, используя невозобновляемые источники энергии.

Прежде чем покупать и устанавливать систему отопления, следует повысить энергоэффективность самого здания, этим сэкономят средства и создать уют и комфорт в помещениях. Есть и другие способы сокращения расходов энергии, используемой для отопления:

- оснастить систему автоматикой, которая позволит уменьшить затраты электроэнергии;
- снизить потери энергии, применяя радиаторы и другие приборы;
- увеличить коэффициент полезного действия (КПД) отопительных устройств;
- использовать экологичные виды энергии (дрова, солнечные батареи).

Для повышения эффективности можно применить сразу два или несколько вариантов. Использование самого качественного оборудования не даст желаемого результата, если в доме существует большая утечка тепла, поэтому должны быть приняты меры для препятствия отдачи теплоэнергии через несовершенства окон, дверей и другое.

Можно использовать дополнительную изоляцию. Это даст сокращение потерь тепла и повысит энергоэффективность строения. Чтобы провести качественную теплоизоляцию, можно воспользоваться услугами специалиста-энергоаудитора. При помощи тепловизионного обследования определяют места наибольших потерь тепла. Обычно тепло уходит через стены и окна. Эти участки следует качественно теплоизолировать.

Благодаря встроенной автоматике экономятся энергоносители, используемые для отопления. Выбирая обогревательную систему, нужно обратить внимание на оснащённость её дополнительными функциями. Должны быть в наличии:

- погодозависимое управление;
- датчик температуры, устанавливаемый в помещении;
- приоритет контура;
- внешнее управление при получении информации.

При помощи погодозависимого устройства корректируется уровень нагрева теплоносителя. При морозе на улице температура воды в системе поднимется (станет выше, чем обычно). Как только потеплеет, нагрев будет менее интенсивным. Если такая функция отсутствует, в комнатах будет жарко, некомфортно, а это приведет к увеличению расхода электроэнергии. Многие такие приборы оснащены двумя режимами: лето и зима. Используя первый режим, происходит отключение всех отопительных контуров. Функционируют только те, что задействованы круглый год.

При помощи датчика контролируется установленная в помещении температура. Это устройство совмещено с регулятором, поэтому при необходимости можно

корректировать нагрев. Прибор оснащён функцией программирования снижения температуры помещения в течение нескольких часов, например, когда все отсутствуют в доме. При этом экономится расход тепла.

Энергосберегающие технологии отопления определяют расстановку приоритетов отопительных контуров с сочетанием функционирования различных устройств. Например, при включении бойлера отключаются дополнительные конструкции от теплоснабжения, происходит снижение мощности котельной, благодаря чему уменьшаются потери топлива. Система климат-контроля, состоящая из кондиционирования, отопления, электроснабжения, вентиляции поддерживает комфорт в помещении и предупреждает риск внеплановых ситуаций, осуществляет экономию электроэнергии.

Некоторые современные отопительные системы оснащены функцией передачи данных приборов на смартфоны. Это позволяет контролировать ситуацию и вносить изменения.

Эффективно отопление, при котором создаётся комфортный нагрев с минимальной температурой теплоносителя. Для этого может использоваться водяной тёплый пол. Такое отопление не подходит для применения в условиях холодного климата, потому что не может компенсировать теплопотери. К тому же напольное покрытие не должно нагреваться выше +27 градусов. Решается эта проблема при помощи радиатора, который служит дополнением к тёплому полу.

Для повышения энергоэффективности вариантом будет коллекторно-лучевая двухтрубная система радиаторного отопления. При таком способе обогрева в каждом помещении встраивается отопительная ветвь с подающим и обратным элементами. В этом случае в каждой комнате поддерживается своя температура, не оказывая влияния на другие помещения.

После проведённого тщательного утепления жилья можно приступить к подбору энергосберегающей системы отопления. Лучше будет, если заменить обогревательное устройство энергоэффективным котлом, масляной или газовой печью.

В настоящее время эффективность котлов и печей возросла. Несложно найти в продаже прибор с КПД около 94%. Если агрегат был в эксплуатации более 12 лет, можно осуществлять его замену на энергосберегающий, который окупится достаточно быстро.

Выбирая отопительное устройство, нужно обратить внимание на отвод сожжённых газов. Если прибор снабжён герметичной камерой сгорания, она вентилируется за счёт воздуха, который поступает снаружи. Такой вариант имеет два плюса: воздух остаётся чистым в помещении, а снаружи исключено попадание холодных потоков внутрь.

Если выбирать прибор с электрическим или запальным поджигом, то лучше будет выбрать вариант с электрическим поджигом. А также следует уделить внимание другим функциям обогревательного прибора, например, оборудован ли он эффективным теплообменником и конденсатором.

Эти агрегаты характеризуются экономным расходом горючего и минимумом вредных выбросов. Хотя в энергосберегающем отоплении для частных домов используют такие виды топлива, как пропан или природный газ, расход их намного меньше, чем в более старых системах.

В настоящее время всё больше развивается альтернативная энергетика. Она предусматривает использование возобновляемых ресурсов:

- древесина;
- с применением тепловых насосов;
- устройства по переработке энергии солнца.

Изучаются и другие методы энергосберегающих технологий отопления, например, ветрогенераторы. Это устройства, которые преобразовывают энергию ветра в электричество.

Эти конструкции пользуются большой популярностью. Устройство считается эффективным вариантом для отопления, поскольку неопасен для окружающей среды. Есть тепловые насосы, у которых наружный и один или несколько внутренних блоков, подающих как горячий, так и холодный воздух. В продаже имеются модели двух видов:

1. Воздушные тепловые насосы. Это конструкции, имеющие устройства, которые даже при -20 градусах забирают тепло из наружных воздушных масс и распространяют его по дому за счёт установленных воздуховодов.

2. Геотермальные тепловые насосы. Приборы, при помощи которых можно пользоваться энергией грунта. В земле они горизонтально прокладываются кольцами на глубине 1,5 метра. Можно располагать насосы вертикально. Для этого бурятся скважины глубиной до 200 м.

Хотя и работают на электричестве, устройства отличаются энергоэффективностью. Агрегаты экологически безвредны, безопасны. Ещё одно преимущество тепловых насосов — это работа в обратном режиме. Они не только нагревают, но и охлаждают воздух. Геотермальный прибор можно совместить с водонагревателем, который будет снабжать водой до +60 градусов.

В настоящее время внимания заслуживает развитие технологий, которые дают возможность применять для различных целей солнечную энергию. Этим простым и экономичным способом обогрева помещения обычно пользуются как дополнительным источником электроэнергии.

Солнечные воздушные коллекторы устанавливают на кровле дома с южной стороны так, чтобы даже в зимний период на них падали солнечные лучи. При достижении в камере предельной температуры автоматически включается вентилятор, ответственный за теплообмен. Воздушные массы из комнат начинают проходить через коллектор, где нагреваются и снова возвращаются в помещение.

Коллекторы долговечны, на их обслуживание уходят минимальные средства, к тому же считаются экологически эффективным вариантом отопления. Некоторые из моделей работают автономно, другие используют немного электроэнергии из сети. Во втором случае нужны будут изменения в проводке электрокоммуникаций.

Водяная солнечная система — это более сложная конструкция. Она снабжена коллекторами, монтирующимися на кровле строения, накопительным баком, который устанавливают в пристроенных или подсобных помещениях, и соединяющими их трубами. При помощи насоса теплоноситель в виде воды или нетоксичного антифриза нагнетается в солнечные коллекторы, где жидкость нагревается. После этого теплоноситель поступает в ёмкость, в которой через теплообменник повышается температура воды в другом резервуаре. Затем, она распространяется по дому.

Солнечные отопительные системы работают бесшумно, без выделения вредных веществ. Применяются как для новых построек, так и старых зданий. Основной недостаток таких конструкций — избыток горячей воды в летний период. При высокой температуре это может быть проблемой, обычно излишек воды сбрасывается в трубопровод.

Существует разнообразие видов отопительных систем, которые потребляют минимальное количество энергоресурсов. Главное, выбрать оптимальную схему энергосберегающего отопления. Для установки оборудования потребуются некоторые затраты, но они быстро окупятся благодаря экономии на электроэнергии.

1. Дмитриев, А.Н., Ковалев, И.Н., Табунщиков, Ю.А., Шилкин, Н.В. Руководство по оценке эффективности инвестиций в энергосберегающие мероприятия [Текст] / А.Н. Дмитриев, И.Н. Ковалев, Ю.А. Табунщиков, Н.В. Шилкин - М. : ВОК-ПРЕСС, 2005. - 120 с. - 4000 экз. - ISBN 5-98267-016-2.
2. Кузник И.В. Российское теплоснабжение. Учёт и эксплуатация. – М. : Издательский дом МЭИ. – 2006. – 190 с.

Петухова Ю.Н., Ильина С.И., Носырев М.А., Николаев А.В.

Применение и тенденции совершенствования насадок промышленности

*Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева
(Россия, Москва)*

doi 10.18411/gq-30-03-2019-43

idsp sciencerussia-30-03-2019-43

Насадки – это тела различной формы, помещаемые в колонный аппарат. Они используются в ряде химико-технологических процессов абсорбции, ректификации, экстракции, конденсации и др. Их применяют для создания развитой поверхности контакта между взаимодействующими потоками фаз и увеличения в результате этого эффективности теплообмена и массообмена [1]: увеличения и измерения расхода жидкости через отверстие, организации направленного слива; создания струй, имеющих самое различное назначение и применение.

В насадочных массообменных аппаратах жидкость тонкой пленкой покрывает элементы насадки и стекает по ним, при этом поверхность контакта с газообразной фазой определяется суммарной поверхностью элементов насадки, свойствами жидкости и гидродинамическим режимом [1].

Обилие известных типов насадок, различия в характере их укладки и широкий диапазон материалов, из которых они изготавливаются, вызывают необходимость постоянного изучения накопленного мирового опыта в данном вопросе.

Основными конструктивными характеристиками насадок являются удельная поверхность и свободный объем [2].

Удельная поверхность насадки a – это суммарная поверхность насадочных тел в единице занимаемого насадкой объема. Она обычно измеряется в $\text{м}^2/\text{м}^3$. Чем больше величина удельной поверхности насадки, тем выше эффективность насадочного аппарата, но ниже производительность и больше гидравлическое сопротивление. Под свободным объемом насадки ϵ понимают суммарный объем пустот между насадочными телами в единице объема, занимаемого насадкой. Свободный объем измеряется в $\text{м}^3/\text{м}^3$. Чем больше свободный объем насадки, тем выше ее производительность и меньше гидравлическое сопротивление, однако, при этом снижается эффективность работы насадки.

Основные требования, которые предъявляются к насадочным контактными устройствам, условно можно разделить на три группы: технологические, конструктивные и технико-экономические.

К технологическим требованиям относятся показатели, определяющие эксплуатационные характеристики насадки [3], а именно, эффективность, пропускная способность, гидравлическое сопротивление, удерживающая способность, простота монтажа.

Необходимо отметить, что между технологическими показателями работы насадки существует определенная связь. Снижение удерживающей способности, правда, в разной степени, повышает эффективность и пропускную способность и снижает гидродинамическое сопротивление.

Насадки, имеющие более высокое гидравлическое сопротивление, имеют, как правило, более низкую пропускную способность.

Конструктивные требования к насадкам следует рассматривать с нескольких позиций.

Во-первых, конструкция насадки должна обеспечивать технологические требования к насадке. А это значит, что насадка должна иметь:

- большую удельную геометрическую поверхность, т. к. при прочих равных условиях с увеличением поверхности пропорционально растет эффективность;
- более высокую долю свободного объема, что обеспечивает более высокую пропускную способность;
- форму, создающую условия для омывания, как можно большей доли геометрической поверхности;
- форму, создающую возможно меньшее сопротивление движению встречных потоков в насадочном слое;
- форму, которая должна препятствовать избирательному движению жидкости и газа в насадочном слое и обеспечивать, по возможности, наиболее равномерное распределение контактирующих потоков по всему поперечному сечению аппарата.

Во-вторых, конструкция насадки и материал, из которого она изготавливается, должны обеспечить необходимую механическую прочность насадочных элементов, а материал и необходимую коррозионную стойкость и термостойкость. Это должно обеспечить сохранность и неизменность формы насадочных элементов в ходе загрузки в аппарат и в течение всего периода эксплуатации.

Кроме того, конструкция насадки должна удовлетворять техноэкономическим требованиям, к которым относятся:

- 1) низкая материалоемкость
- 2) технологичность, т.е. простота конструкции элементов, делающая возможной разработку технологии массового производства с наименьшими капитальными затратами и трудозатратами.

Эти два показателя в совокупности определяют стоимость изготовления насадки.

Таким образом, трудно выделить какие-либо доминирующие требования к насадкам и потому ни одно из них нельзя игнорировать [3].

Очевидно, что насадок, которые бы полностью удовлетворяли всем указанным требованиям, не существует, так как соответствие одним требованиям нарушает соответствие другим. Поэтому в промышленности используют большое число разнообразных по форме и размерам насадок, изготовленных из различных материалов, которые удовлетворяют основным требованиям при проведении того или иного процесса [4].

Также насадочные контактные устройства можно разделить на две основные группы: нерегулярные насадки (загружаемые в аппарат хаотически, внавал) и регулярные (имеющие в аппарате упорядоченную структуру, которая полностью воспроизводится во всех сечениях аппарата по высоте насадочного слоя). Регулярные насадки по сравнению с нерегулярными имеют определенные преимущества: более организованный контакт фаз, более низкое гидравлическое сопротивление, большая пропускная способность при равной удельной поверхности. Однако у них есть существенный недостаток: для эффективности их работы предъявляются повышенные требования к равномерности начального распределения жидкости и газа (равными порциями в каждый канал). К примеру, они весьма чувствительны по эффективности разделения смесей при дистилляции, к равномерности распределения жидкости по сечению [5]. Соответственно, преимущество нерегулярных насадок заключается в том, что они менее чувствительны к начальному распределению орошения, обладают более низкой стоимостью и проще в обслуживании [6].

Отметим, что хотя объем использования регулярных насадок растет (особенно в процессах вакуумной и низкотемпературной ректификации), все же в промышленности пока еще в значительно

большей степени используются, имеющие более низкую стоимость нерегулярные насадки, особенно в крупнотоннажных агрегатах с массообменными аппаратами.

Несмотря на существующее многообразие видов насадок, до сих пор разработка их новых типов актуальна. Исследования идут по двум направлениям: это совершенствование геометрии насадки и разработка новых материалов. Было бы перспективным использовать для изготовления насадок 3D-печать. Это позволило бы быстро варьировать конфигурации насадок, оперативно изменять их параметры. Однако надо учитывать, что материалы, используемые в 3D-печати, имеют невысокую температуру плавления. В связи с этим, насадки, изготовленные таким способом, можно использовать только при относительно низких температурах. Тем не менее, можно предположить, что внедрение такого метода в скором времени будет востребовано.

1. Химический энциклопедический словарь. М. Советская энциклопедия. 1983 г. С.360.
2. Лаптев А.Г., Фарахов Т.М., Дударовская О.Г. Эффективность явлений переноса в каналах с хаотичными насадочными слоями. Монография. Санкт-Петербург. Страта. 2016 г. С. 214.
3. Каган А.М., Лаптев А.Г., А.С. Пушнов, Фарахов М.И. Контактные насадки промышленных теплообменников аппаратов. Монография. Казань. Отечество. 2013 г. С. 454.
4. Иваняков С.В., Кобылин С.Б. Гидродинамика насадочных аппаратов. Самара. 2008 г. С. 44.
5. Павленко А.Н., Суртаев А.С., Володин О.А., Сердюков В.С. Распределение жидкого азота при пленочном течении в единичных элементах структурированных насадок // Вестн. Новосиб. гос. ун-та. Серия: Физика. 2016 г. Т. 11. № 2. С. 12–20.
6. Гидравлические характеристики новых высокоэффективных нерегулярных теплообменных насадок. Инженерно-внедренческий центр «Инжехим». Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело». 2011 г. №2. С.1–5.

Попова Н.В. Пережогина Т.А.

Обзор методик и способов сбора аэрозоля никотиносодержащей продукции

*ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт табака, махорки и табачных изделий»
(Россия, Краснодар)*

doi 10.18411/gq-30-03-2019-44

idsp sciencerussia-30-03-2019-44

Аннотация

Проведенный анализ методов показал, что в настоящее время не существует единых международных стандартов по сбору аэрозоля никотиносодержащей продукции. Обоснована необходимость разработки и создания единых методик, как для сбора аэрозоля, так и для разработки методик определения различных групп веществ в аэрозоле никотиносодержащей продукции, адаптированных к специфике получения аэрозоля в этой продукции.

Ключевые слова: никотиносодержащая продукция, системы доставки никотина (СДН), изделия с нагреваемым табаком (табак нагреваемый) – ЭСНТ, аэрозоль, методики определения.

Abstract

Carried analysis of the existing methods discovered that in present time there are no international standards for collecting aerosol of nicotine containing products. The necessity of elaboration common methods for aerosol collection and determination of various groups of substances in aerosol of nicotine containing products adapted to mechanism of its production is substantiated.

Keywords: nicotine containing products, systems for nicotine delivery (SND), products from heated tobacco (heated tobacco) – ESHT, aerosol, methods for determination.

В отличие от традиционных сигарет никотиносодержащая продукция представляет собой новый вид продукции на мировом рынке, и для оценки её качества и безопасности необходимо применять стандартизованные и валидированные методики.

В проекте федерального закона «О государственном регулировании оборота никотиносодержащей продукции и устройств, предназначенных для потребления никотина способами, отличными от курения табака» никотиносодержащая продукция трактуется как «изделия, содержащие никотин или соли никотина, предназначенные для потребления никотина способами, отличными от курения табака, в том числе табачное сырье с добавлением или без добавления ингредиентов, предназначенное для нагревания без горения или тления (табак нагреваемый), растворы, жидкости или гели с содержанием жидкого никотина в объеме от 0,1 мг/мл (никотиносодержащая жидкость), не являющиеся лекарственными средствами и медицинскими изделиями», а системы доставки никотина, как устройства, предназначенные для потребления никотина способами, отличными от курения табака – электронные и иные приборы, предназначенные для использования с никотиносодержащей продукцией в целях потребления никотина способами, отличными от курения табака, в том числе устройства для потребления табака нагреваемого – СНТ и электронные системы доставки никотина – СДН, не являющиеся лекарственными средствами и медицинскими изделиями».

В последние годы на территории государств – членов Евразийского экономического союза в обороте появился целый ряд потребительских товаров с содержанием никотина, как с табаком, так и без такового: электронные сигареты, электронные испарители, «вэйпы», изделия с нагреваемым табаком и другие. Нормативная документация на такие изделия практически отсутствует, их регулирование не определено.

Никотиносодержащие продукты не являются табачными изделиями и не подпадают под действие технического регламента Таможенного союза «Технический регламент на табачную продукцию» (ТР ТС 035/2014).

Отсутствие к таким продуктам обязательных требований, может привести к появлению продуктов, которые могут нанести вред здоровью потребителей. С 20 марта по 24 апреля 2019 г. на правовом портале ЕАЭС проводится публичное обсуждение проекта решения Совета ЕЭК «О внесении изменений в Единый перечень продукции, в отношении которой устанавливаются обязательные требования в рамках Таможенного союза», направленный на обеспечение безопасности здоровья потребителей никотиносодержащей продукции, в отношении которой в настоящее время отсутствуют обязательные требования как в рамках Союза, так и в рамках законодательств государств – членов Союза. Принятие этого акта позволит в дальнейшем устанавливать к такой продукции обязательные требования, направленные на снижение рисков от ее потребления для здоровья потребителей.

Никотиносодержащая продукция включает в себя изделия с нагреваемым табаком (табак нагреваемый), никотиносодержащие жидкости для систем доставки никотина (электронных сигарет, парогенераторов и других аналогичных устройств), комбинированные и другие изделия, которые отвечают следующим признакам:

- образование аэрозоля, вдыхаемого потребителем;
- наличие никотина в аэрозоле, вдыхаемом потребителем;
- отсутствие горения (тления) табака;
- использование исключительно со специальными устройствами – системами доставки никотина (далее – СДН).

От традиционных курительных табачных изделий эта продукция отличается тем, что она потребляется путем вдыхания аэрозоля или пара, образующихся не в результате горения и тления, а нагревания табака или жидкости, содержащих никотин.

Система доставки никотина (СДН) – устройство, необходимое для эксплуатации никотиносодержащей продукции с целью получения из наполнителя аэрозоля,

вдыхаемого потребителем, в том числе электронный испаритель, электронная сигарета, электронный генератор пара, устройство для нагревания и иные устройства. СДН может быть конструктивно соединена с никотиносодержащей продукцией.

Аэрозоль – взвесь твердых и (или) жидких частиц в газообразной фазе, в том числе табачный пар, получаемый из наполнителя любым способом, за исключением горения (тления) наполнителя

Жидкость для системы доставки никотина (жидкость для СДН) – вид никотиносодержащей продукции, представляющий собой раствор (жидкость или гель), предназначенный для эксплуатации путем вдыхания потребителем аэрозоля, содержащего никотин или соли никотина. Составляющими жидкости для СДН служат пять основных компонентов: никотин, пропиленгликоль, глицерин, вода и вкусоароматические добавки, при этом концентрация компонентов может значительно различаться.

Многочисленные исследования показали, что в составе композиций, заполняющих картриджи, содержится 67-89% пропиленгликоля, 10-33% глицерина и от 0 до 2% никотина [1,2].

Изделие с нагреваемым табаком (табак нагреваемый) – вид никотиносодержащей продукции, предназначенный для эксплуатации путем вдыхания потребителем содержащего никотин аэрозоля, получаемого путем прямого или косвенного нагревания наполнителя – табачной смеси.

Большинство исследований свидетельствует, что химический состав аэрозоля требует изучения и является одной из основополагающих ступеней в определении уровня риска для потребителей никотиносодержащей продукции. Для контроля качества никотиносодержащей продукции, оценки безопасности по содержанию токсичных веществ в жидкости для СДН и аэрозоле СДН необходимо применение единых методов испытаний [3,4,5,6,7,8].

В настоящее время в России существуют два национальных стандарта никотиносодержащей продукции – ГОСТ Р 57458-2017 «Табак нагреваемый. Общие технические условия» и ГОСТ Р 58109-2018 «Жидкости для электронных систем доставки никотина. Общие технические условия», которые содержат методы испытаний данной продукции: по содержанию монооксида углерода, массе изделий – для табака нагреваемого и по содержанию никотина – для жидкостей [9,10]. Другие виды испытаний в национальных или межгосударственных стандартах отсутствуют. Нет единого подхода и на международном уровне.

Для анализа традиционных сигарет установлены надежные и унифицированные международные стандарты. Несмотря на то, что в литературе имеется большое количество данных по анализу аэрозоля СДН и ЭСНТ, существует большая несогласованность в режимах, методах и используемом оборудовании для сбора аэрозоля. Так, для сбора аэрозоля СДН использовались следующие режимы по объему затяжки (мл)/ продолжительности затяжки (сек.), например: 15мл/4сек. [11], 27мл/3сек. [12], 39мл/1,8 сек. [13], 27,5мл/2сек. [14], 17,5мл/2сек [15], 10мл/4сек. [16], а в некоторых работах сбор аэрозоля не описан вообще [17].

Таким образом, существенные различия в параметрах и методах сбора аэрозоля, методах количественного определения компонентов аэрозоля, не позволяют объективно оценить качественные характеристики никотиносодержащей продукции и четко представить общую картину происходящих процессов. Сбор жидкой фазы аэрозоля проводили как на традиционные кембриджские фильтры из стекловолокна (Cambridge Filter Pad) [11, 14, 15] так и другие фильтрующие или адсорбирующие материалы и приспособления [18], а для сбора газовой фазы аэрозоля использовались как барботеры, так и пластиковые мешки.

Вышесказанное свидетельствует о том, что необходимо четкое регламентирование методик сбора аэрозоля. Получение сопоставимых результатов состава аэрозоля СДН возможно при наличии четких требований к оборудованию и материалам для сбора аэрозоля и параметрам его получения.

Технический комитет 126 «Табак и табачные изделия» Международной организации по стандартизации (ИСО ТК 126) с 2016 года ведет разработку международных стандартов на:

- лабораторную курительную машину, предназначенную для сбора аэрозоля СДН – [ISO/FDIS 20768](#) «Vapour products – Routine analytical vaping machine – Definitions and standard conditions» [19];
- метод определения содержания никотина, пропиленгликоля и глицерина в никотиносодержащих жидкостях для СДН – [ISO/DIS 20714](#) «E-liquid – Determination of nicotine, propylene glycol and glycerol in liquids used in electronic nicotine delivery devices – Gas chromatographic method» [20].

Данные проекты стандартов во многом основаны на методах, рекомендованных CORESTA, находятся в высокой степени готовности и могут быть приняты в течение 2019 – 2020 гг.

При проведении обзора методик по определению различных веществ в аэрозоле никотиносодержащей продукции видится целесообразным их разделение на следующие блоки:

- установления возможности тестирования никотиносодержащей продукции с помощью лабораторной курительной машины;
- методики улавливания аэрозоля, генерируемого никотиносодержащей продукцией в зависимости от их перехода в жидкую или газовую фазу;
- методов количественного определения содержания различных веществ в жидкой или газовой фазах аэрозоля.

Для определения основных компонентов жидкостей для СДН и ЭСТН и, аэрозоля существует большое разнообразие методов с использованием современного лабораторного оборудования.

Так, группа CORESTA E - Cigarette (сменившаяся на подгруппу E - Vapor в 2016 году), сформированную в 2013 году и включающая представителей производителей СДН и е - жидкостей, научных кругов, регулирующих органов, поставщиков оборудования и представителей лабораторий, представила в июне 2015 г., рекомендуемый метод, который в настоящее время разрабатывается в ИСО CRM № 81 «Лабораторная аналитическая машина для генерации и сбора аэрозолей электронных сигарет. Определения и стандартные условия» [21].

На генерацию аэрозоля оказывают влияние такие параметры как: время, объем и частота затяжки, профиль затяжки, номер затяжки, состояние заряда аккумулятора, время работы нагревательного элемента, подаваемое напряжение, степень вентиляции устройства и его ориентация на курительной машине.

Основным фактором, влияющим на количество образующегося аэрозоля, является продолжительность активации нагревательного элемента. Пока на нагревательный элемент поступает жидкость, количество образующегося аэрозоля будет увеличиваться пропорционально времени нагрева. Длительность затяжки может зависеть от предпочтений потребителей. Некоторые устройства могут автоматически ограничивать продолжительность активации нагревательного элемента.

Объем затяжки оказывает меньшее влияние на количество сгенерированного аэрозоля по сравнению с сигаретами. Исследования показали, что увеличение и уменьшение объема затяжки не оказывает существенного влияния на количество генерируемого аэрозоля. Кроме того, при активации устройства происходит забор воздуха необходимый для создания пара [22]. Скорость воздушного потока может варьироваться в зависимости от дизайна устройства [23].

В отличие от прокуривания сигарет и сбора аэрозоля табака нагреваемого, при тестировании СДН рекомендуется использовать прямоугольный профиль затяжки, так как при колоколообразном профиле затяжки скорости воздушного потока будет недостаточной для сбора аэрозоля в начале и конце затяжки. При использовании прямоугольного профиля затяжки поток воздуха будет постоянный, что обеспечит максимальное образование аэрозоля.

В зависимости от конструкции устройства может потребоваться установка его не в горизонтальном положении, как обычно, а корректировка его ориентации под определенным углом, чтобы обеспечить постоянное смачивание фитиля е - жидкостью. Таким образом, перед проведением испытаний необходимо тщательное рассмотрение типа и производительности СДН.

Для получения сопоставимых результатов аэрозоль, вырабатываемый СДН, необходимо собирать в соответствии с методом CRM № 81, с установленными предварительно параметрами: объемом, длительностью затяжки и паузой между затяжками. Используемое в настоящее время оборудование для сбора аэрозоля способно обеспечить сбор аэрозоля с объемом затяжки не более 150 - 210 мл, продолжительностью затяжки не более 9,9 секунд и паузой между затяжками минимум 10 секунд. Тем не менее, CORESTA рекомендует для стабильной работы машины и СДН устанавливать объем затяжки не более 70 мл, а время затяжки - не более 4 сек. с интервалом между затяжками 30 секунд.

В феврале 2018 г. CORESTA опубликовала «Техническое руководство по выбору подходящих интенсивных режимов Vaping для устройств с электронным паром № 22», по выбору подходящих режимов сбора аэрозоля [24].

Для оценки безопасности инновационной никотиносодержащей продукции необходимы унифицированные методы сбора аэрозоля с учетом особенностей потребления и конструкции устройств этой продукции.

Вопрос о применении интенсивных методов сбора аэрозоля с помощью лабораторной курительной машины был инициирован организациями здравоохранения и, в первую очередь, Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ) выражающей озабоченность в части, касающейся соответствия данных, полученных при машинном сборе аэрозоля по методу Международной организации по стандартизации (ИСО) ISO 4387:2000 Cigarettes — Determination of total and nicotine-free dry particulate matter using a routine analytical smoking machine и реальному количеству вредных веществ, потребляемых человеком при курении сигарет и поглощению паров никотиносодержащей продукции [25].

Среди рассмотренных методов были как вновь разработанные методы ИСО, так и существующие Канадский, FTC и Массачусетский методы. Эксперты склоняются к принятию официального канадского интенсивного метода прокуривания Министерства здравоохранения Канады T-115 (Health Canada Intense) – **ISO 20778:2018** [26], как дополнительного метода, дающего максимальные выходы веществ.

Канадский метод прокуривания сигарет отличается от стандартного метода ИСО большим объемом затяжки (55 мл вместо 35 мл), увеличением частоты затяжки (две затяжки в минуту вместо одной) и полной блокировкой вентиляционных отверстий фильтра. Существующие в настоящее время режимы прокуривания представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Режимы прокуривания сигарет

Параметры прокуривания	Методы прокуривания			
	ИСО	FTC	Massachusetts	Canadian Intense
Количество прокуриваемых сигарет на один фильтр:				
Линейная курительная машина (Ø фильтра 44 мм)	5	5	3	3
Ротационная курит.машина (Ø фильтра 92 мм)	20	20	10	10
Объем затяжки, мл	35 ± 0,3	35 ± 0,3	45 ± 0,5	55 ± 0,5
Время затяжки, сек.	2 ± 0,05	2 ± 0,05	2 ± 0,05	2 ± 0,05
Интервал между затяжками, сек	60 ± 0,5	60 ± 0,5	30 ± 0,5	30 ± 0,5
Вентиляция фильтра сигарет	открыта	открыта	блокировка на 50 %	блокировка на 100 %

Как видно из данных, приведенных в таблице, режимы прокуривания различаются по: объему затяжки, частоте затяжек (от одной до двух затяжек в минуту), блокировкой вентиляционных отверстий фильтра.

Относительно сбора аэрозоля табака нагреваемого проблем нет, так как с 2000 г. для прокуривания сигарет в интенсивном режиме применяется официальный канадский метод Министерства здравоохранения Канады Т-115 (Health Canada Intense).

Принцип метода заключается в сборе твердо-жидкой фазы главной струи аэрозоля на стекловолоконный фильтр диаметром 44 мм пяти кондиционированных стиков на порт (объем затяжки 55 мл, время затяжки 2 сек., пауза между затяжками 30 сек.).

Для сбора аэрозоля генерируемого устройствами для нагревания табака требуется некоторая модификация этого метода.

Модификация заключается в том, что табачные палочки (стики) или капсулы с табаком нагреваемым не имеют вентилирующих отверстий в фильтре, и при подготовке образцов к анализу блокировки вентиляции не требуется. При установке держателей стиков на курительной машине, также требуется использование приспособлений позволяющих удерживать их в горизонтальном положении.

Кондиционирование образцов изделий с нагреваемым табаком перед машинным прокуриванием проводится в таких же условиях, как и для сигарет по ГОСТ ИСО 3402 [27]

Атмосфера кондиционирования:

- температура	$22 \pm 1^{\circ}\text{C}$;
- относительная влажность	$60 \pm 3\%$.

Проведенный ФГБНУ ВНИИТТИ анализ обзоров методик и способов сбора аэрозолей никотиносодержащей продукции, опубликованных в последнее время показал, что в настоящее время не существует единых стандартизованных и валидированных международных стандартов контроля качества веществ в аэрозоле никотиносодержащей продукции. Для оценки безопасности инновационной никотиносодержащей продукции необходимы унифицированные методы сбора аэрозоля с учетом особенностей потребления и конструкции устройств этой продукции.

Однако работа в этом направлении начата и активно проводится международными организациями (ИСО, CORESTA), производителями никотиносодержащей продукции и институтом.

1. Hutzler, C., Paschke, M., Kruschinski, S., Henkler, F., Hahn, J., Luch, A., 2014. Chemical hazards present in liquids and vapors of electronic cigarettes// Arch. Toxicol. 88, 1295 – 1308.
2. Попова Н.В., Пережогина Т.А., Дурунча Н.А. Определение компонентов состава жидкостей для электронных систем доставки никотина (ЭСДН) // Наука и Мир. Волгоград. – 2018. – № 5 (57). – С. 39-41
3. Famele, M., Ferranti, C., Abenavoli, C., Palleschi, L., Mancinelli, R., & Draisci, R. (2014). The chemical components of electronic cigarette cartridges and refill fluids: review of analytical methods. *Nicotine & tobacco research : official journal of the Society for Research on Nicotine and Tobacco*, 17(3), 271-9.
4. FDA. Laboratory analysis of electronic cigarettes conducted by FDA 2009.<http://www.fda.gov/NewsEvents/PublicHealthFocus/ucm173146.htm>. Accessed September 30, 2014.
5. Kataoka H, Inoue R, Yagi K, Saito K. Determination of nicotine, cotinine, and related alkaloids in human urine and saliva by automated in-tube solid-phase microextraction coupled with liquid chromatography-mass spectrometry. *J Pharm Biomed Anal.* 2009;49:108 – 114.
6. Miller EI, Norris HR, Rollins DE, Tiffany ST, Wilkins DG. A novel validated procedure for the determination of nicotine, eight nicotine metabolites and two minor tobacco alkaloids in human plasma or urine by solid – phase extraction coupled with liquid chromatography – electrospray ionization – tandem mass spectrometry. *J Chromatogr B Analyt Technol Biomed Life Sci.* 2010;878:725 – 737.
7. Trehy ML, Ye W, Hadwiger ME, et al. Analysis of electronic cigarette cartridges, refill solutions, and smoke for nicotine and nicotine related impurities. *J Liq Chromatogr Relat Technol.* 2011;34:1442 – 1458.
8. FDA. Laboratory analysis of electronic cigarettes conducted by FDA 2009.<http://www.fda.gov/NewsEvents/PublicHealthFocus/ucm173146.htm>. Accessed September 30, 2014.
9. ГОСТ Р 57458-2017 «Табак нагреваемый. Общие технические условия».
10. ГОСТ Р 58109-2018 «Жидкости для ЭСДН. Общие технические условия».

11. Farsalinos, K.E.; Yannovits, N.; Sarri, T.; Voudris, V.; Poulas, K. Protocol proposal for, and evaluation of, consistency in nicotine delivery from the liquid to the aerosol of electronic cigarettes atomizers: Regulatory implications. *Addiction* 2016, 111, 1069 – 1076.
12. Neilson, L.; Mankus, C.; Thorne, D.; Jackson, G.; DeBay, J.; Meredith, C. Development of an in vitro cytotoxicity model for aerosol exposure using 3D reconstructed human airway tissue; application for assessment of e - cigarette aerosol. *Toxicol. Vitro*. 2015, 7, 1952 – 1962.
13. Goniewicz, M.L.; Kuma, T.; Gawron, M.; Knysak, J.; Kosmider, L. Nicotine Levels in Electronic Cigarettes. *Nicotine Tob. Res.* 2013, 15, 158–166.
14. Misra, M.; Leverette, R.D.; Cooper, B.T.; Bennett, M.B.; Brown, S.E. Comparative in vitro toxicity profile of electronic and tobacco cigarettes, smokeless tobacco and nicotine replacement therapy products: E-liquids, extracts and collected aerosols. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2014, 11, 11325 – 11347.
15. Fields, W.; Maione, A.; Keyser, B.; Bombick, B. Characterization and Application of the VITROCELL VC1 Smoke Exposure System and 3D EpiAirway Models for Toxicological and e-Cigarette Evaluations. *Appl. Vitro. Toxicol.* 2017, 3, 68 – 83.
16. Herrington, J.S.; Myers, C. Electronic cigarette solutions and resultant aerosol profiles. *J. Chromatogr. A* 2015, 1418, 192 – 199.
17. Lee, M.S.; LeBouf, R.F.; Son, Y.S.; Koutrakis, P.; Christiani, D.C. Nicotine, aerosol particles, carbonyls and volatile organic compounds in tobacco- and menthol-flavored e-cigarettes. *Environ. Health* 2017, 16, 42.
18. Saffari, A.; Daher, N.; Ruprecht, A.; Ruprecht, A.; De Marco, C.; De Marco, C.; Pozzi, P.; Pozzi, P.; Boffi, R.; Boffi, R.; et al. Particulate metals and organic compounds from electronic and tobacco-containing cigarettes: Comparison of emission rates and secondhand exposure. *Environ. Sci. Process. Impacts* 2014, 16, 2259 – 2267.
19. ISO/FDIS 20768 «Vapour products - Routine analytical vaping machine – Definitions and standard conditions».
20. ISO/DIS 20714 «E-liquid - Determination of nicotine, propylene glycol and glycerol in liquids used in electronic nicotine delivery devices - Gas chromatographic method».
21. CORESTA Recommended Method N° 81 Routine Analytical Machine for E-Cigarette Aerosol Generation and Collection – Definitions and Standard Conditions.
22. Bao, B., Joza, P., Rickert, W., 2016. Analysis of 21 carbonyl compounds in e-liquids and e-aerosols by gas chromatography-mass spectrometry after PFBHA Derivatization. Paper presented at TSRC 2016.
23. Williams, M. & Talbot, P., 2011. Variability among electronic cigarettes in the pressure drop, airflow rate, and aerosol production. *Nicotine & Tobacco Research*. 13(12), 1276-83.
24. CORESTA Guide № 22 Technical Guide for the Selection of Appropriate Intense Vaping Regimes for E – Vapour Devices, February 2018.
25. ISO 4387:2000 Cigarettes – Determination of total and nicotine – free dry particulate matter using a routine analytical smoking machine.
26. ISO 20778:2018 Cigarettes – Routine analytical cigarette smoking machine – Definitions and standard conditions with an intense smoking regime. <https://www.iso.org/standard/69065.html>
27. ГОСТ ИСО 3402-2003 «Табак и табачные изделия. Атмосферы для кондиционирования и испытаний».

Sarsembekov T.K., Zherybyatyeva N.A.

Economic analysis of processing of various titanium-containing raw materials to obtain titanium, vanadium and niobium

*Joint stock company “Ust-Kamenogorsk titanium-magnesium plant”
(Republic of Kazakhstan, Ust-Kamenogorsk)*

doi 10.18411/gq-30-03-2019-45

idsp sciencerussia-30-03-2019-45

Abstract

This work presents an economic analysis of processing various titanium-containing raw materials – titanium slag and artificial rutile chlorination in molten salts in the presence of carbon. It contains a description of the Satpaeyv ilmenite deposit in East Kazakhstan. There is a presentation of chemical composition of the Satpayev ilmenite concentrate, titanium slag, artificial rutile obtained through various processes. It provides with a comparison of costs for the production of titanium slag and artificial rutile. The authors have calculated material balance of the process of chlorinating titanium slag and artificial rutile of various productions in order to determine the cost of raw materials and waste disposal. Conclusions about the

economic feasibility of producing synthetic rutile starting from ilmenite concentrate have been done.

Key words: slag, rutile, costs, processing, chlorination, waste.

Kazakhstan titanium industry is represented by the Ust-Kamenogorsk titanium-magnesium plant. The Republic of Kazakhstan has developed three deposits of titanium-zirconium sands in Aktobe (Shokash), Akmola (Obukhov) and East Kazakhstan (Satpayev-Bektimir) regions [1]. At the same time, the priority is given to the Satpayev field, as to the most promising and close to the enterprise. This Deposit is located 200 km from Ust-Kamenogorsk.

The Satpayev ilmenite deposit was discovered in 1989 when carrying out advanced geophysical and geochemical work. The placer of ilmenite was formed due to the washing of ore-bearing crust of the weathering of the Karatkel Deposit [2]. The placer is located in the South-Western frame of the Preobrazhensky granitoid massif of the Buran complex. Maxusage gabbroids and granitoids of Konush complexes have subordinate importance. There are also fragmented outputs from the Bukan and Maitobe suites [3].

The nature of the placer is alluvial, its productive sandy loam horizon presumably belongs to the geneogenous age and occurs in crusts of weathering or bedrock [3]. The placer is represented by three alluvial (buried) placers of Oligocene age [2]. The riverbed width varies from 100 to 650 m, the total length of the explored part of the deposits is 7250 m, thickness of the ore sands is from 4 to 11 m. The ore minerals are ilmenite (up to 90-97%) and zircon, rare rutile, anatase and leucoxene. The average content of ilmenite in the ore-bearing horizons is 151 kg/m³. Balance reserves of the placers are the following: ore sands – 12,053 thousand m³, ilmenite – 1,821 thousand tons [3].

The use of the Satpayev deposit ilmenite concentrate as a raw material for the production of titanium slag, with its subsequent processing by chloride technology has a significant disadvantage – a high content of iron and silicon oxides. Relatively low content of vanadium, presence of rare earth components (vanadium, scandium, niobium), suitable for associated extraction can be mentioned as some advantages of this raw material.

Table 1.

Chemical composition of the Satpayev ilmenite concentrate, %, alpha activity, Bq / kg

SiO ₂	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃	CaO	MgO	MnO	V ₂ O ₅	P ₂ O ₅	S	ZrO ₂	Sc ₂ O ₃	Ta ₂ O ₅	Nb ₂ O ₅	α-act.
0,91	52,98	41,87	0,33	0,31	0,27	0,41	2,9	0,2	0,17	0,035	0,16	0,002	0,002	0,02	1236,5

High content of iron oxides entail the following complications during smelting Satpayev ilmenite concentrate:

- Increase in the cost of titanium slag due to increased power consumption, carbon-containing reducing agent, electrodes;
- Overgrown furnace skull – resulting from the reduction of the furnace bath volume and productivity;
- Exposure of the lining of the upper part of the furnace.

Due to the above complications, when producing titanium slag JSC “UK TMP” uses a mixture of different ratios of ilmenite concentrates from the Satpayev and Volnogorsk (Ukraine) deposits. Technologically and economically, the most optimal ratio of Volnogorsk to Satpayev concentrates are – 60/40% to 65/35 %.

There exist and are applied (mainly abroad) some technologies for producing synthetic rutile from ilmenite concentrate: Becher process (Australia), Oceanic-process (Canada), Chlorine-process (Australia), NewGenSR process (Finland-Australia), the process Mintek (South Africa), Murso process (Australia-Japan), Tiomin (TSR) process (Canada), process Heubach (Germany), Austpac ERMS/EARS process (Australia) [4], the Mitsubishi process

(Japan), The SREP process (Australia) Western Titanium process (Australia), Dhrangadhra process (India), Benilite process (USA), Ishihara Sangyo process (Japan) [5].

Table 2.

The chemical composition of the synthetic rutile obtained by different processes [5] in comparison with a titanium slag (ratio) 60/40% Voln./Satp.

Process/ Component	Titanium slag 60/40 Voln./Satp.	Ishihara Sangyo process	Beniliteproce ss	Dhrangadhra process	Western Titaniumproc ess	Becherprocess	SREPprocess	Mitsubishi process	Summit process	Mursoproces	Chlorine Technology process
TiO ₂	86,0	96,1	93,0	90-92	92,0	92,5	92-95	96,7	94,0	96,2	97,5
Fe(total)			2,0	3,0	3,6	2,4	1,0-3,0				0,46
FeO	6,6								2,0		
Fe ₂ O ₃		1,3						0,4		1,5	0,66
Cr ₂ O ₃	0,7	0,15	0,04	0,2		0,10	0,2-0,3		0,10	0,15	0,11
Al ₂ O ₃	2,3	0,46	0,42	1,0	0,7	1,1	0,5-0,8	0,7	1,7	0,2	0,49
V ₂ O ₅	0,3	0,20	0,06	0,25	0,12	0,22	0,25	+	0,15	0,04	0,04
Nb ₂ O ₅	0,1	0,25	0,6			0,25	0,3				0,07
Ta ₂ O ₅	0,02										
Sc ₂ O ₃	0,02										
P ₂ O ₅		0,17		0,2		0,03	0,01		0,1		0,072
MnO	2,0	0,03	0,22	0,1	2,0	1,1	0,8-1,2	0,06	1,7	0,05	<0,01
MgO	0,9	0,07	0,05	0,05	0,15	0,30	0,3			0,04	0,027
CaO	0,5	0,01		0,05	0,03	0,03	0,07-0,15		0,7		0,065
ZrO ₂	0,2	0,15	0,12	1,0		0,2	0,1		0,2		0,19
SiO ₂	3,0	0,5	1,6	1,5	0,7	0,9	0,8-1,2	0,1	0,5		0,46
SnO ₂			0,14								0,003
As											
S	0,02	0,01	0,01		0,15	0,2	0,03		0,02		0,006
C					0,15						0,09
U						~10 ppm	10 ppm				
Th						80-450 ppm	80-90 ppm				

As can be seen from table 2, the artificial rutile produced following any of the processes is superior to titanium slag in TiO₂ content and has a lower Fe content, while maintaining V₂O₅ and Nb₂O₅ for further associated extraction.

The literature [4] holds data on the comparison of the cost of obtaining artificial rutile and titanium slag by various technologies – table 3.

Table 3.

Comparative analysis of the cost of production of artificial rutile and titanium slag by different technologies

Processes	TiO ₂ , %	Capital costs, \$/t	The cost of the operation, \$/t	Product price, \$/t
ERMS	>97	450	140	420
Becher	>90	550	150	350
Benilite	>93	750	280	380
Titanium Slag	>85	970	190	300
Ti-slag 60/40 % Voln./Satp.	>85	-	-	801,6

Table 3 shows that the cost and cost of production of titanium slag is higher compared to the processes of obtaining artificial rutile.

In this paper, the authors have made an attempt to carry an enhanced economic analysis of the processing of artificial rutile and titanium slag by chloride technology. The

analysis is based on the calculation of the material balance of the chlorination process in the processing of various raw materials (with different contents of TiO₂ and FeO) to determine the consumption of raw materials, the main reagents and the volume of waste. Accordingly, the economic costs of processing each of the types of titanium-containing raw materials are compared.

The calculation is performed in MS Excel according to the method given in the literature [6]. In the calculation, it is assumed that the reduction agent is crushed anthracite of the following composition, %: 93,45 C; 3,52 volatiles; 2,33 ash; 0,7 S; 0,1 H₂O. The anodic chlorination is carried using chlorine gas, with the addition of evaporated chlorine, with the total mass concentration of ~96 %. Waste electrolyte of the following composition, %: 76 KCl; 15,5 NaCl; 2,7 CaCl₂; 5,5 MgCl₂; 0,02 MgO; 0,04 Fe₂O₃; 0,07 Al₂O₃; 0,07 SiO₂; 0,1 others is used to maintain an acceptable working viscosity of the melt chlorinator. Electrolyte loading is carried out depending on the FeO content in titanium-containing raw materials and is as follows: at 7-9% FeO – 120 kg/t TiCl₄, at 4-5% FeO – 110 kg/t TiCl₄; at 2-3% FeO-100 kg/t TiCl₄. The calculation is carried out for 1000 kg of processed titanium slag or artificial rutile, the results are presented for 1 ton of TiCl₄.

Calculation results can be found in table 4.

Table 4.

Results of the material balance calculations of the chlorination process

Raw materials	TiO ₂ , %	FeO, %	Specific consumption per 1 ton of TiCl ₄ , kg				Specific formation per 1 ton of TiCl ₄ , kg		Unit cost of raw materials (without slag/rutile), \$/t	Unit costs for waste disposal, \$/t
			slag/rutile	reducant	chlorine	electrolyte	Dump sludge	Waste gas		
Ti-slag 60/40 % Voln./Satp.	86	6,6	537,6	96	975,3	120	92,7	324,3	99 476	21 597
Artificial rutile of Becher process	92,5	3,65	496,8	87,9	891,6	110	56,1	296,9	90 966	17 609
Artificial rutile of Western Titanium process	92	4,13	499,6	87,9	891,4	110	62,8	296,8	90 949	18 108
Artificial rutile of Dhrangadhra process	92	5,04	500	88,9	900,5	110	47,7	300,4	91 870	17 135
Artificial rutile of Ishihara Sangyo process	96,1	2,62	477,4	85,7	863,2	100	37,5	289,2	88 028	15 863
Artificial rutile of Summit process	94	2	488,9	88	885,4	100	58,1	296,9	90 256	17 759
Artificial rutile of SREP process	93,5	3,11	491,4	87,6	884,3	100	51,9	295,9	90 103	17 248
Artificial rutile of Chlorine Technology process	97,5	1,4	470,3	84,9	852,7	100	34,9	286,4	87 018	15 541

It follows from the results that the specific costs of the chlorination process directly depend on the quality of the processed titanium-containing raw materials. The higher the TiO₂ content and lower the FeO, the lower the processing costs.

It should be taken into account that the results of the calculations of the material balance are theoretical and slightly underestimated in comparison with practical data, since the calculation is made for 1 ton of $TiCl_4$ obtained in a vapor-gas mixture, without taking into account the losses of $TiCl_4$ during condensation. According to the author's estimates, the error not exceed 4 %. However, according to the author, the results allow to carry out an economic analysis of processing of various titanium-containing raw materials by chlorination in the melt of alkali metal salts in the presence of carbon.

Thus, economically, processing of artificial rutile in comparison with titanium slag is more appropriate and retains the possibility of associated extraction of rare earth elements – vanadium and niobium. This analysis allows us to consider the creation of a stage for obtaining synthetic rutile from the ilmenite concentrate of Satpayev field at JSC “UK TMP”.

1. Kurmangaliyev, A. A. Current state and development trends of the raw material base of the titanium-magnesium industry in the Republic of Kazakhstan // *Geology, mining, metallurgy. Bulletin of EKSTU-2005*, №4 p. 13;
2. Dyachkov, B. A., Mochalkina, L. N., Kuzmina, O. N., Bochkova, O. I., Kravchenko M. M. Types of deposits of weathering crust of East Kazakhstan // *Geology, mining, metallurgy. Bulletin of EKSTU-2005*, №4 p. 6;
3. Kravchenko, M. M., Dyachkov, A. A., Suiekpaev, E. S. Sapargaliev, E. M., Azelkhanov, A. J., Oytseva, T. A. Prospects for the strengthening and development of raw material base of titanium production in Eastern Kazakhstan // *Geology. Bulletin of Perm University – 2016*, №1 p. 82;
4. Zabolotskaya, Y. V. Autoclave desiliconization of leucoxene concentrate with calcium hydroxide with the obtaining artificial rutile: thesis ... cand. oftechn. Sciences: 05.16.02 / Zabolotskaya Julia Vitalievna. – M., 2014. – 136 p. – pp. 120-132.;
5. Harald Elsner. *Heavy Minerals of Economic Importance*, BGR, Hannover Germany. 218 p. 31 fig.v 125 table.;
6. Nadolsky, A. P. *Calculation of processes and devices of production of refractory metals*. – Moscow: Metallurgy, 1980. – 127 p.



Scientific publication

General question of world science

The collection of scientific papers of the materials International scientific conference
«General question of world science»
30 March 2019



SPLN 001-000001-0423-GQ

Signed print 29.04.2019. Circulation 400 copies.
Format.60x84 1/16.
Paper, offset. Printing operative.
Printed by SIC "LJournal"
Editor Chief: Ivanov Vladislav