

Международная Объединенная Академия Наук

НАУКА РОССИИ: ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Сборник научных трудов

**по материалам
XXVIII международной научной конференции**

10 августа 2021 г.

Часть 1



Екатеринбург 2021

УДК 001.1
ББК 60

НЗ4

Наука России: Цели и задачи. Сборник научных трудов по материалам XXVIII международной научно-практической конференции 10 августа 2021 г. Изд. НИЦ «Л-Журнал», Часть 1. 2021. – 132 с.

DOI 10.18411/sr-10-08-2021-p1

В сборнике научных трудов собраны материалы из различных областей научных знаний. В данном издании приведены все материалы, которые были присланы на XXVIII международную научно-практическую конференцию **Наука России: Цели и задачи**

Сборник предназначен для научных работников, преподавателей, аспирантов и студентов.

Все материалы, размещенные в сборнике, опубликованы в авторском варианте. Редакция не вносила коррективы в научные статьи. Ответственность за информацию, размещенную в материалах на всеобщее обозрение, несут их авторы.

Информация об опубликованных статьях будет передана в систему Российского индекса научного цитирования (РИНЦ)

Электронная версия сборника доступна на сайте научно-издательского центра «Л-Журнал». Сайт центра: science-russia.ru

УДК 001.1
ББК 60

<http://science-russia.ru>

Содержание

РАЗДЕЛ I. МЕДИЦИНА	6
Баранов Ш.Б., Сеницын С.Н., Филинов А.Г. Оптимизация ведения больных с миомой матки	6
Карпенко В.А., Кривых Е.А., Сизиков Н.О. Аналитические данные заболеваемости, смертности при инфаркте миокарда на примере ОКБ города Ханты-Мансийска	11
Леваков С.А., Азадова Г.Я., Мамедова А.Э., Ильина О.В., Лучин И.А. Современный взгляд на этиопатогенез миомы матки	18
Мамедова А.Э., Леваков С.А., Гелашвили А.З., Ильина О.В., Азадова Г.Я., Пауков С.В., Лучин И.А. Эндометриоз и риск развития рака яичников	24
Хлебцова Е.Б., Сулейманов Э.А., Индербиев Т.С., Батаев Х.М. COVID-19 и изменения желудочно - кишечного тракта	35
Belov V.P., Vinokurova E.A. Perioperative period in the radical treatment of uterine cancer: features of management	37
РАЗДЕЛ II. ПИЩЕВАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ	44
Донецких А.Г. Показатели роста и развития бычков различного направления продуктивности	44
Корниенко В.Н., Сучков А.Н. Аккумуляция холода как фактор энергосбережения в пищевой промышленности	47
Корниенко В.Н., Николаев Н.С., Пранцуз О.С., Донецких А.Г. Факторы, влияющие на энергоэффективность эксплуатации холодильных камер	52
РАЗДЕЛ III. ХИМИЯ	58
Алиев И.И., Мамедов Е.И., Юсубов Ф.В., Масиева Л.Ф. Исследование характер химических взаимодействия в системе $Sb_2S_3-CrTe_3$	58
Казакова А.В., Толстунов М.И., Нестеров А.А. Влияние допирования базовых фаз пьезоматериала ЦТС-19 на его электрофизические свойства	62
РАЗДЕЛ IV. МАТЕМАТИКА	66
Есикова И.В., Козлов В.А. Уравнения и системы уравнений, содержащие обратные тригонометрические функции	66

Есикова И.В., Козлов В.А. Доказательство тождеств, содержащих обратные тригонометрические функции	70
Леонова О.В. Вероятностные характеристики продолжительности жизни.....	74
РАЗДЕЛ V. БИОЛОГИЯ	79
Гришин Е.А. Гематологические показатели молодняка гусей, потреблявших витаминную добавку.....	79
Тарасова А.О. Влияние льняного жмыха на продуктивные показатели молодняка лошадей	82
РАЗДЕЛ VI. МАШИНОСТРОЕНИЕ	87
Кузнецов Ю.П., Химич В.Л., Хрунков С.Н., Чуваков А.Б., Погодин Р.А. Тенденции и перспективы развития ручных шлифовальных пневматических машин	87
Кузьмин М.В. Теоретические основы и методика аналитического прогнозирования (на основе математической теории отношений толерантности)	94
Ткаченко С.С., Емельянов В.О., Мартынов К.В. Пористое кварцевое стекло, как связующее в литейной керамике	98
РАЗДЕЛ VII. АРХИТЕКТУРА	101
Братошевская В.В., Мирсоянов Р.В. Вертикальное озеленение как эффективный способ шумозащиты и повышения энергоэффективности ограждающих конструкций	101
Глазьева Л.Г. Основные варианты реконструкции жилой застройки 60-х годов.....	105
РАЗДЕЛ VIII. БИОТЕХНОЛОГИИ	110
Щербакова Н.Н., Вениг С.Б., Сержантов В.Г., Захаревич А.М., Хапцев З.Ю. Перспективы получения комплексного органоминерального лекарственного корма для рыб	110
РАЗДЕЛ IX. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	114
Полякова И.С. Системный анализ «ложной инфляционной спирали» (ЛИС).....	114
РАЗДЕЛ X. ТЕХНИКА	118

Балтрашевич В.Э. Анализ комбинации блоков ввода и логического вывода ЭС 118

РАЗДЕЛ XI. ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ 129

Sagitova G.F., Dusmetova G.I., Ongalbayeva A.U., Shuhanova Zh., Botabaev N.E., Bektursunova A.K., Umirzakhova G.A. Disposal of waste products from fibrous composite material..... 129

РАЗДЕЛ I. МЕДИЦИНА

Баранов Ш.Б., Сеницын С.Н., Филинов А.Г.
Оптимизация ведения больных с миомой матки

*ФГБОУ ВО «Ивановская государственная медицинская академия»
Министерства здравоохранения Российской Федерации
(Россия, Иваново)*

doi: 10.18411/sr-10-08-2021-01

Аннотация

Анализируется практический подход к пациенткам с миомой матки. Ретроспективно рассмотрено 120 случаев, в которых женщинам в возрасте от 35 до 55 лет была выполнена гистерэктомия по поводу миомы матки больших размеров. Результаты: в 55,0% случаев не использовались методы консервативной терапии, у 40,0% женщин применялись устаревшие препараты, лечение должным образом не контролировалось и подбиралось, не основываясь на принципах персонифицированного подхода, т. е. было неоптимальным.

Ключевые слова: миома матки, гистерэктомия, персонифицированный подход, антигестагены.

Актуальность. Миома матки достаточно распространенное гинекологическое заболевание, которое выявляется у 30-35% женщин репродуктивного возраста и часто протекает бессимптомно [6]. К сожалению, при симптомной миоме матки (сопровождающейся обильными кровотечениями) гистерэктомия выполняется в 60,9% - 92,5% случаев [3] [5], что может привести к развитию у прооперированных женщин постгистерэктомического синдрома, ранней менопаузы, пролапса органов малого таза и прочих нежелательных явлений, а, следовательно, снижению качества жизни [7] [2]. В отечественных клинических рекомендациях «Миома матки: диагностика, лечение, реабилитация» 2015 г. особенно выделяют следующее: «Тактика ведения больных с миомой матки включает наблюдение и мониторинг, медикаментозную терапию, различные методы хирургического воздействия и использование новых мини-инвазивных подходов. Для каждой пациентки разрабатывают индивидуальную тактику ведения, т.е. подход должен быть строго персонифицированным» [4, с.18]. Высокая частота применения радикальных операций говорит о недостаточном применении методов консервативной терапии – коррекции факторов риска, выполнения консервативных операций использования рациональной гормональной терапии [4] [1] [5]. Среди гормональных препаратов предпочтение в настоящее время отдается антигестагенам и селективным модуляторам прогестероновых рецепторов, а агонисты гонадотропин-рилизинг-гормона (аГнРГ) должны использоваться только в качестве предоперационной подготовки. Терапия выбирается индивидуально и пересматривается каждые три месяца [4]. Оптимизация подхода к данной группе пациенток поможет женщинам сохранить фертильность и здоровье вплоть до наступления естественной менопаузы.

Цель. Проанализировать ведение женщин с миомой матки, направленных на гистерэктомию, и на основе данного анализа сформулировать рекомендации по оптимизации подхода к ведению пациенток с данной патологией.

Задачи.

1. Выявить у женщин выборки встречаемость модифицируемых фактов риска развития миомы матки и возможность их коррекции.

2. Проанализировать особенности примененной гормональной терапии у пациенток до направления на оперативное лечение.
3. Оценить результаты гистологического исследования соскобов эндометрия у женщин.
4. Предложить рекомендации по оптимизации ведения пациенток с учетом персонифицированного подхода и возможностей консервативного лечения миомы матки.

Материалы и методы. Проведен ретроспективный анализ дооперационного ведения 120 пациенток, госпитализированных с целью выполнения гистерэктомии в ОБУЗ ГКБ №8 г. Иваново с сентября по декабрь 2019 года. Использовались данные медицинской документации. Возраст женщин варьировал от 35 до 55 лет. Оценивались анамнестические данные, проведенное лечение и результаты гистологического исследования соскобов эндометрия. От всех пациенток получено информированное добровольное согласие на проведение исследования. Статистический анализ данных проведен с использованием пакета прикладных программ Microsoft Excel 2013 и Statistica 10.0.

Результаты собственного исследования. Для изучения были выбраны 120 случаев, в которых планировалась плановая гистерэктомия при миоме матки крупных размеров (более 10 нед. беременности).

Таблица 1

Медикаментозное лечение в анамнезе

Группа пациенток	Абсолютное количество женщин	%
Пациентки, у которых применялась гормональная терапия	54	45,0%
Пациентки, у которых не применялась гормональная терапия	66	55,0%
Всего	120	100,0%

В 55% случаев (у 66 женщин), гормональная терапия не использовалась (см. табл. 1). Это может быть связано с поздней диагностикой миомы матки, ошибочной выжидательной тактикой врачей первичного звена.

Таблица 2

Распространенность факторов риска среди женщин выборки

Факторы риска	Абсолютное количество пациенток с данным фактором риска	%
Поздний репродуктивный возраст (начало заболевания в возрасте 40 лет и старше)	49	40,8%
Отсутствие родов в анамнезе	4	3,3%
ОАГА	69	57,5%
Ожирение	49	40,8%
Артериальная гипертензия	34	28,3%
Нарушение функции щитовидной железы	15	12,5%
Раннее менархе (в возрасте 11 лет и младше)	19	15,8%
Всего женщин	120	100,0%

В таблице 2 указана распространенность различных факторов риска исследуемой группы. У 40,8% (49) пациенток выявлено ожирение и у 28,3% (34) – артериальная гипертензия. Это модифицируемые факторы, влияющие на рост миомы матки. Их своевременная коррекция способствует снижению темпов роста узла и уменьшению выраженности симптомов. Кроме того, у 57,5% (69) женщин отягощен акушерско-гинекологический анамнез, что еще раз подчеркивает необходимость профилактики аборт, бережного отношения к пациенткам во время родов и хирургических манипуляций, своевременного лечения гинекологических заболеваний.

Таблица 3

Лекарственные средства, применявшиеся у пациенток с миомой матки

Лекарственные средства, применявшиеся у пациенток с миомой матки		
Группа препаратов	Абсолютное количество случаев	%
аГнРГ	48	40,0%
ЛНГ-ВМК	11	9,1%
Пероральные гестагены	8	6,6%
Депо гестагены	6	5,0%
Антигестагены и модуляторы прогестероновых рецепторов	3	2,5%
КОК	7	5,8%
Лечения не получали	66	55,0%
Применяли последовательно несколько препаратов	14	11,6%
Всего женщин	120	100,0%

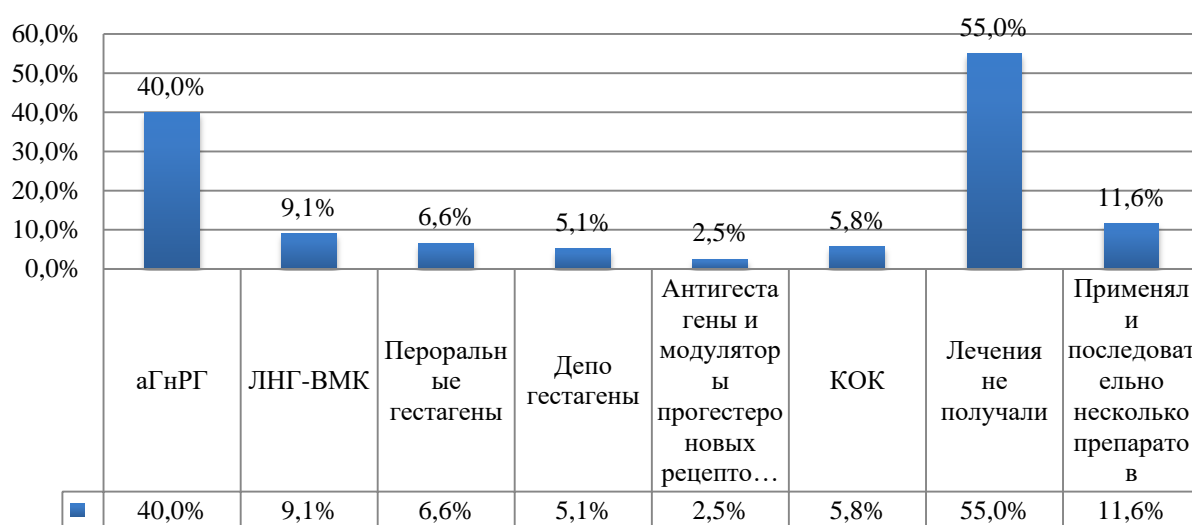


Рисунок 1. Лекарственные средства, применявшиеся у пациенток с миомой матки

В таблице 3 проанализировано консервативное лечение среди пациенток с миомой матки. Более наглядно эти данные отображены на рисунке 1. 66 женщин (55,0%) никакого консервативного лечения не получали. Наиболее популярной группой препаратов оказались агонисты гонадотропин-рилизинг гормона (аГнРГ) – их применяли 40,0% (48) опрошенных, кроме того у 66,6 % (32 женщины) из них они использовались не с целью предоперационной подготовки. Средняя длительность лечения аГнРГ составила $4,6 \pm 0,3$ месяца, рекомендуемая длительность лечения – 6 месяцев. Новые группы лекарственных препаратов, такие как антигестагены и селективные модуляторы прогестероновых рецепторов применялись всего лишь в 2,5% процентах случаев (у 3 женщин). Их недостаточное применение в практике, по-видимому, обусловлено высокой стоимостью и относительной новизной.

Таблица 4

Контроль лечения

Группа пациенток	Абсолютное количество случаев	%
Пациентки с миомой матки, у которых осуществлялся контроль лечения	35	64,8%
Всего лечившихся пациенток с миомой матки	54	100,0%

Таблица 5

Регулярность профилактических осмотров

Группа пациенток	Абсолютное количество	%
Посещают акушера-гинеколога 1 раз в год и чаще	82	68,3%
Посещают акушера-гинеколога реже 1 раза в год	38	31,7%
Всего женщин	120	100,0%

Контроль лечения миомы матки (повторный осмотр, УЗИ) осуществлялся лишь в 64,8% случаев (у 35 женщин) – см. таблицу 4. Обусловлено это тем, что регулярными профилактическими осмотрами охвачено только 68,0% всех женщин в выборке (см. таблицу 5). Среднее время, прошедшее между последним курсом лечения и госпитализацией, для радикальной операции составило 1,2±0,4 года. Во всех случаях решение об оперативном лечении было принято в связи с рецидивов симптомов миомы матки, таких как анемия и болевой синдром.

Таблица 6

Частота встречаемости анемий у пациенток с миомой матки

Патологическое состояние	Абсолютное количество пациенток без лечения	%	Абсолютное количество лечившихся пациенток	%
Миома матки в сочетании с анемией	30	45,4%	6	11,1%
Миома матки без анемии	36	54,6%	48	88,9%
Всего пациенток	66	100,00%	54	100,00%

В таблице 6 проанализирована частота встречаемости анемии в сочетании с миомой матки у пациенток, получавших и не получавших лечение. Выявлено, что анемия встречается чаще у пациенток, не получавших лечение 45,4% случаев (30 женщин), чем у пациенток, лечившихся 11,1% случаев (6 женщин). Это показывает эффективность применения терапии для предупреждения развития такого осложнения как анемия.

Таблица 7

Результаты гистологического исследования соскобов эндометрия у пациенток с миомой матки

Результаты гистологического исследования у пациенток с миомой матки				
Патологическое состояние	Абсолютное количество пациенток без лечения	% у пациенток без лечения	Абсолютное количество лечившихся пациенток	% у лечившихся пациенток
Простая гиперплазия без атипии	10	18,5%	2	3,0%
Сложная гиперплазия без атипии	2	3,7%	0	0,0%
Простая гиперплазия с атипией	0	0,0%	0	0,0%
Сложная гиперплазия с атипией	0	0,0%	0	0,0%
Признаки лейомиомы матки	13	24,1%	5	7,6%
Атрофический эндометрий	6	11,1%	3	4,2%
Эндометрий пролиферативного типа	16	29,6%	13	19,7%
Эндометрий переходного типа	0	0,0%	8	12,1%
Эндометрий секреторного типа	18	33,3%	8	12,1%
Гормонально наведенные изменения эндометрия	0	0,0%	3	4,5%
Полип эндометрия	0	0,0%	23	34,8%
Полип цервикального канала	2	3,7%	0	0,0%
Хронический цервицит	37	68,5%	14	21,2%
Всего пациенток	54	100,0%	66	100,0%



Рисунок 2. Результаты гистологического исследования соскобов эндометрия у пациенток с миомой матки

Таблица 7 и рисунок 2 показывают влияние проведенного лечения на структуру эндометрия. После курса гормональной терапии снижается частота выявления хронического цервицита (68,5% у женщин без лечения - 21,2% у женщин после лечения) и реже выявляется простая гиперплазия эндометрия (18,5% у женщин без лечения – 3,0% у женщин после лечения). Однако в 34,8% случаев после лечения впервые выявлялись полипы эндометрия. Можно предположить, что неправильно подобранное и бесконтрольное лечение может приводить к негативному влиянию на эндометрий.

Выводы

1. Среди женщин выявлены такие модифицируемые факторы риска развития миомы матки, как избыточная масса тела и артериальная гипертензия. Кроме того, недостаточна охваченность женщин ежегодными профилактическими осмотрами.

2. Гормональная терапия проводилась лишь в 45% случаев, 40,0% женщин получали аГнРГ, в т.ч. в 66,6% из этих случаев данная группа препаратов была назначена не с целью предоперационной подготовки. Лечение контролировалось лишь у 64,8% применявших гормонотерапию женщин.

3. Результаты гистологического исследования эндометрия (впервые обнаруженные полипы эндометрия у 34,8% пациенток после лечения) свидетельствуют о негативном влиянии на репродуктивную систему неоптимально подобранных лекарственных препаратов.

4. С целью оптимизации ведения пациенток с миомой матки могут быть предложены следующие меры:

- a. увеличение числа женщин, охваченных профилактическими осмотрами; коррекция модифицируемых факторов риска;
- b. рациональный подбор медикаментозного лечения исходя из размеров миоматозного узла, репродуктивных планов женщины, возможностей консервативных и оперативных вмешательств;
- c. внедрение в практику новых групп гормональных препаратов – селективных модуляторов прогестероновых рецепторов и антигестагенов;
- d. тщательный контроль за проводимой терапией, пересмотр тактики ведения каждые три месяца.

Четкое следование клиническим рекомендациям и персонализированный подход к каждой пациентке с миомой матки способствуют сохранению репродуктивной функции и повышению качества жизни женщины.

1. No G.G. Management of Endometrial Hyperplasia Green-top Guideline No. 67 RCOG/BSGE Joint Guideline. - 2016. - № 67. - С. 10–11.
2. Добрынина М.Л. [и др.]. Темпы роста миомы матки и психологические особенности женщин // Вестник Ивановской медицинской академии. - 2013. - № 4 (18). - С. 31–34.
3. Памфамиров Ю.К. [и др.]. Органосохраняющее лечение миомы матки у пациенток репродуктивного возраста // Вестник науки и образования. - 2017. - № 26 (2). - С. 97–99.
4. Письмо Минздрава РФ от 2 октября 2015 г. №15-4/10/2-5805 Миома матки: диагностика, лечение и реабилитация. - 2015.
5. Радзинский В.Е., Тотчиев Г.Ф. Миома Матки: Курс На Органосохранение // StatusPraesens. - 2014. - № 8–9. - С. 1–24.
6. Тайц А.Н. [и др.]. Современные представления о патогенезе миомы матки // Педиатр. - 2019. - № 1 (10). - С. 91–99.
7. Фатеева А.С., Петров И.А., Тихоновская О.А. Л.С.В. Морфофункциональное состояние яичников после гистерэктомии // Бюллетень сибирской медицины. - 2014. - № 1 (13). - С. 145–152.

Карпенко В.А., Кривых Е.А., Сизиков Н.О.

Аналитические данные заболеваемости, смертности при инфаркте миокарда на примере ОКБ города Ханты-Мансийска

*БУ «Ханты-Мансийская государственная медицинская академия»
(Россия, Ханты-Мансийск)*

doi: 10.18411/sr-10-08-2021-02

Аннотация

В статье изложены результаты анализа, по данным заболеваемости, смертности, при инфаркте миокарда, предоставленные отделом медицинской статистики Окружной клинической больницы города Ханты-Мансийска за период 2017-2020 год.

Ключевые слова: инфаркт миокарда, смертность от инфаркта миокарда, заболеваемость, диспансерный учет.

Abstract

The article presents the results of the analysis, according to morbidity, mortality, myocardial infarction, provided by the Department of medical statistics of the District clinical hospital of Khanty-Mansiysk for the period 2017-2020.

Keywords: myocardial infarction, mortality from myocardial infarction, morbidity, dispensary records.

Введение

Сердечно-сосудистые заболевания, и инфаркт миокарда (далее ИМ) в частности, представляют важную медико-социальную проблему. Ежегодно количество случаев острого инфаркта миокарда во всем мире увеличивается, в 2020 году в РФ умерло 1,6 млн человек, с инфарктом миокарда связано порядка 50% всех смертей в Российской Федерации, кроме того возраст пациентов, перенесших острый инфаркт миокарда снижается. На макроэкономике развитых и развивающихся стран накладывается тяжелое бремя. Расходы в Российской Федерации на лечение и реабилитацию пациентов с инфарктом миокарда – 2,00 млрд руб. это следует из проекта федерального бюджета на 2019 г. и плановый период 2020–2021 гг. Профилактика обходится государству гораздо дешевле лечения, осуществляются профилактические и диагностические мероприятия, направленные на пропаганду здорового образа жизни, выявления групп риска и своевременного лечения. Однако на профилактику сердечно-сосудистых заболеваний тратится лишь 3% от бюджета федерального фонда обязательного медицинского страхования. В целом по России число профилактических посещений врача с 2017 по 2020 г. уменьшилось на 12,4%, или почти на 40 млн раз. Это указывает на необходимость изучения закономерностей формирования заболеваемости, разработки механизмов снижения заболеваемости и летальности вследствие ИМ.

Объекты и методы исследования

Проведен ретроспективный анализ по данным предоставленным отделом статистики Окружной клинической больницы (ОКБ) города Ханты-Мансийска за период 2017-2020 год, анализ статистических сборников [12] Росстат [10, 11] за 2017-2020 год, анализ тематической литературы [1, 2, 3, 5, 13]. Критерием включения больных в данное исследование являлось наличие крупноочагового или мелкоочагового инфаркта миокарда в острую стадию и период рубцевания [9]

Результаты и обсуждение

Анализ данных, предоставленных отделом статистики ОКБ города Ханты-Мансийска, показал снижение случаев возникновения острого инфаркта в Ханты-Мансийском автономном округе (ХМАО) в т.ч. городе Ханты-Мансийск.

Наблюдается снижение заболеваемости инфарктом миокарда за 2017-2020 года (на 25% в ОКБ города Ханты-Мансийска, выросла на 0,5% за 2017-2020 год в ХМАО-Югре, снизилась на 0,24% в Уральском Федеральном округе и выросла на 1,5% в Российской Федерации). За 2020 год наблюдается некоторое увеличение заболеваемость миокарда в ОКБ города Ханты-Мансийск (на 10%), а в 2020 резкое ее снижение (Рис. 1 и Таблица 1)

Таблица 1

Заболеваемость острым инфарктом миокарда за 2017-2020 года по городу Ханты-Мансийску, ХМАО – Югре, УрФО и РФ

	2017 год	2018 год	2019 год	2020 год
Заболеваемость острым инфарктом миокарда по ОКБ города Ханты-Мансийска	1,2	1,3	1,03	0,96
Заболеваемость острым инфарктом миокарда по ХМАО - Югре	98,2	98,3	101,2	99,1
Заболеваемость острым инфарктом миокарда по УрФО	162,3	161,9	162,1	165,8

Заболеваемость острым инфарктом миокарда по РФ	158,6	161,3	160,9	165,3
--	-------	-------	-------	-------

Нами был проведен анализ заболеваемости острым инфарктом миокарда в городе Ханты-Мансийск на базе ОКБ, в период 2017-2020 годов, ХМАО-Югре, УрФО и РФ, выявлена определенная корреляция и представлена в виде таблицы. Данная таблица демонстрирует закономерность снижения заболеваемости инфарктом миокарда (Таблица 1).

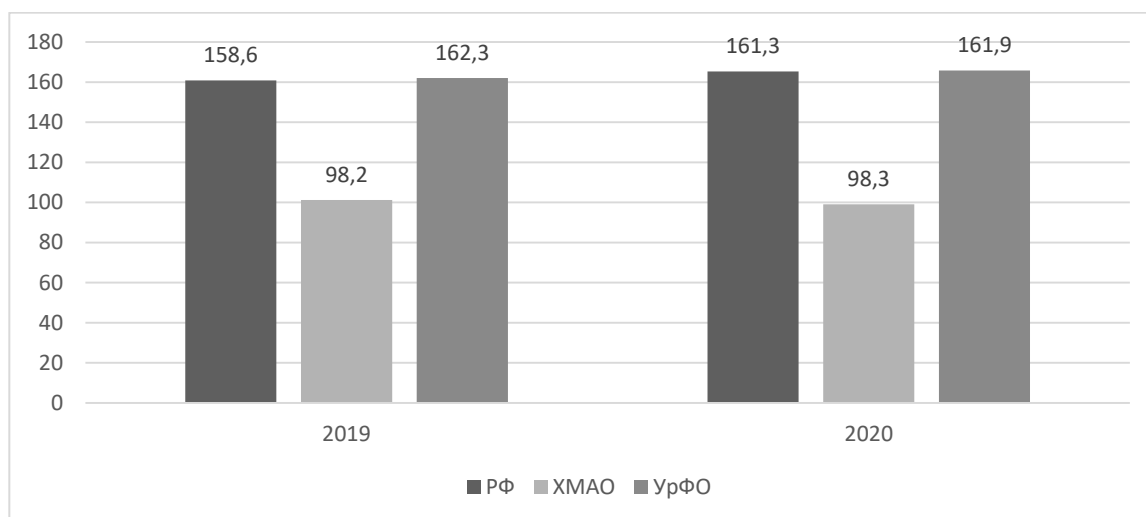


Рис. 1 - Заболеваемость острым инфарктом миокарда за 2019 и 2020 год. По ХМАО-Югре, УрФО и РФ

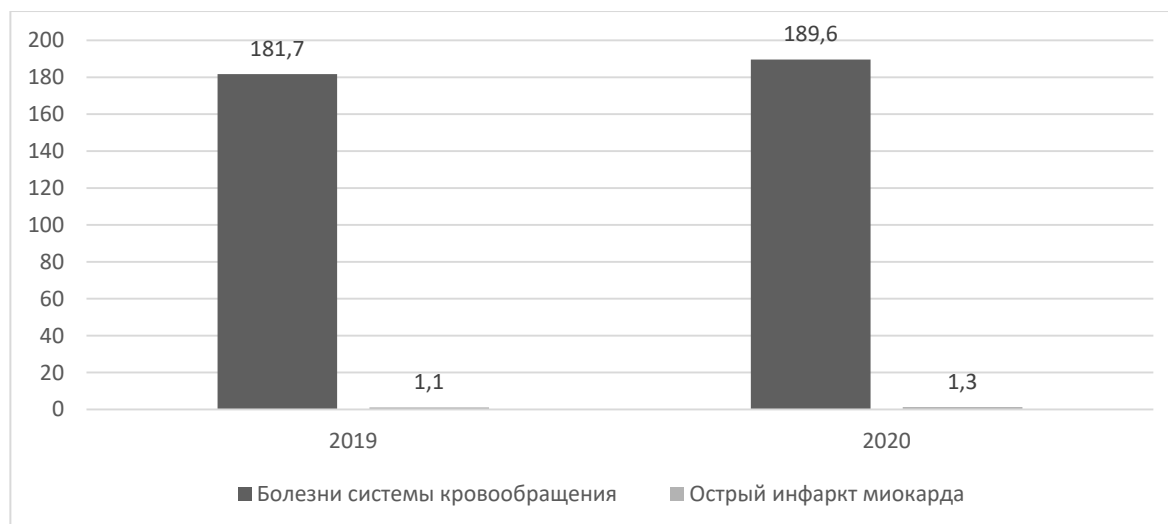


Рис. 2 – Соотношение заболеваемости по системе кровообращения в целом и острым инфарктом миокарда на примере ОКБ города Ханты-Мансийска за 2019-2020 год

Наблюдается увеличение заболеваний системы кровообращения и острого инфаркта миокарда за период 2017-2020 год.

Основываясь на статистических данных заболеваемости острым инфарктом миокарда 2017 и 2020 годов [9]: Уральский Федеральный округ является одним из ведущих по стране, несмотря на это в Ханты-Мансийском автономном округе явление первичного инфаркта миокарда (на 100 тысяч населения) значительно ниже, кроме того тенденция к заболеваемости инфарктом миокарда в округе снижается, это можно наблюдать в динамике.

Смертность от инфаркта миокарда снизилась за период 2017-2020 годы в ХМАО-Югре, УрФО, РФ незначительно (по ХМАО-Югре на 0,1%, по УрФО на 1,5%, по РФ на 3%); в ОКБ города Ханты-Мансийск смертность от инфаркта миокарда за период 2017-2020 годы снизилась значительно (на 34%) (Таблица 2 и Рис. 3).

Таблица 2

Смертность от острого инфаркта миокарда за 2017-2020 года по городу Ханты-Мансийску, ХМАО – Югре, УрФО и РФ

	2017	2018	2019	2020
Смертность от острого инфаркта миокарда по ОКБ города Ханты-Мансийска	11,2	9,1	8,7	8,3
Смертность от острого инфаркта миокарда по ХМАО - Югре	242,2	239,1	240,1	238,3
Смертность от острого инфаркта миокарда по УрФО	551,8	552,7	554,1	562,1
Смертность от острого инфаркта миокарда по РФ	630,3	616,4	617,9	640,1

Смертность от острого инфаркта миокарда за 2017 - 2020 годы значительно сократилась в Ханты-Мансийске; незначительно в ХМАО – Югре, УрФО, РФ.

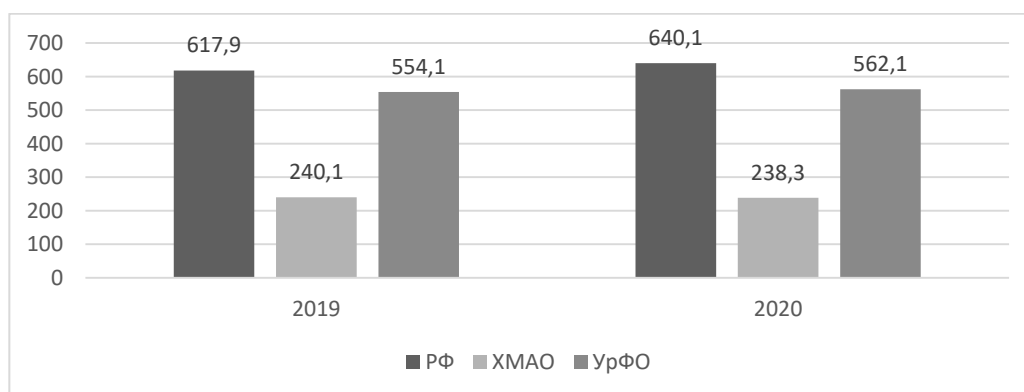


Рис. 3 - Смертность населения за 2019 и 2020 год от болезней системы кровообращения на 100 тыс. населения по ХМАО-Югре, УрФО, РФ

Национальные, государственные и окружные программы в области здравоохранения, клинические рекомендации, а также высокотехнологическое оснащение больниц, значительно сократили количество смертей от ИМ [7, 8].

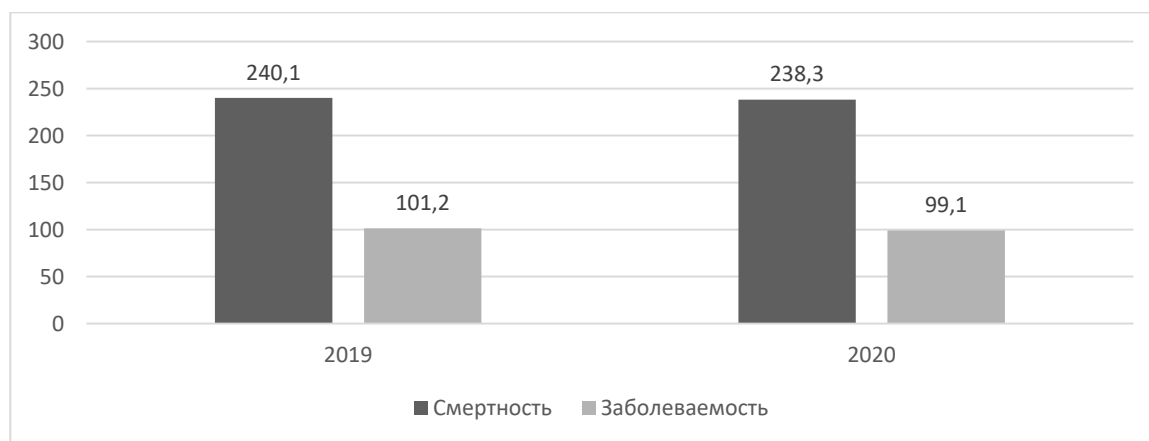


Рис. 4 - Сравнение смертности и заболеваемости острым инфарктом миокарда населения ХМАО-Югре за 2019 и 2020 год [9]

Данный график показывает это явление в динамике. За период 2019-2020 годов наблюдается незначительное снижение смертности и заболеваемости в городе Ханты-Мансийске (Рис. 4).

Всего в 2019 г в кардиохирургическом отделении Окружной клинической больницы было оперировано 557 пациентов (на 4% больше в сравнении с 2018) и выполнено 605 операций. На открытом сердце выполнено 329 операций. Выполнено 219 операций изолированного коронарного шунтирования и 27 операций в сочетании с другими вмешательствами (РЧА, эндартерэктомия, пластика или протезирование митрального клапана, каротидная эндартерэктомия, вентрикулопластика). Доля коронарного шунтирования на работающем сердце составила 20%. Выполнено 36 операций бимаммарокоронарного шунтирования. Доля бимаммарокоронарного шунтирования составила 15%. В среднем по России этот показатель составляет 11,5% [14].

45 пациентам было выполнено коронарное шунтирование по поводу острого коронарного синдрома. По поводу приобретенных пороков сердца оперировано 64 пациента, патологии корня, восходящей и дуги аорты - 20. Выполнена 31 сочетанная операция с коронарным шунтированием. 6 операций на дуге аорты. 3 пациента оперированы по поводу острого расслоения аорты 1 типа. Выполнено 46 малоинвазивных операций на сердце.

При анализе летальности она составила при АКШ 1,2% (при среднем Euroscore II 2,1%), при коррекции приобретенных пороков сердца включая сочетанные операции 3,1% (при среднем Euroscore II 3,5%), что соответствует результатам по базе данных STS.

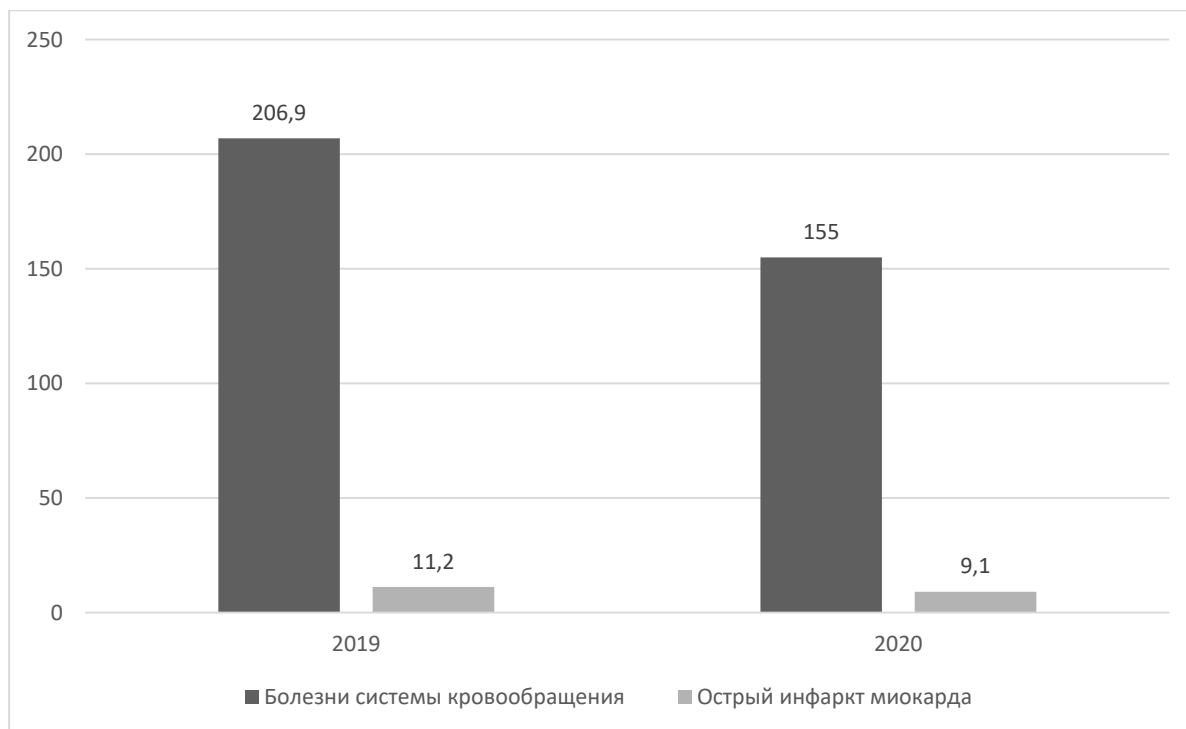


Рис. 5 – Соотношение смертности от болезней системы кровообращения и острых инфарктов миокарда на примере ОКБ города Ханты-Мансийска за 2019-2020 год

Определенная закономерность наблюдается и в ОКБ города Ханты-Мансийск, на графике представлен период 2019-2020 года. Встречаемость болезней кровообращения значительно снизилась, как и заболеваемость острым инфарктом миокарда.

К сожалению, лишь 11% населения перенесших ИМ в РФ находится на диспансерном учете, это увеличивает развития осложнений, в том числе от других систем, снижает качество жизни и значительно уменьшает её продолжительность [8].

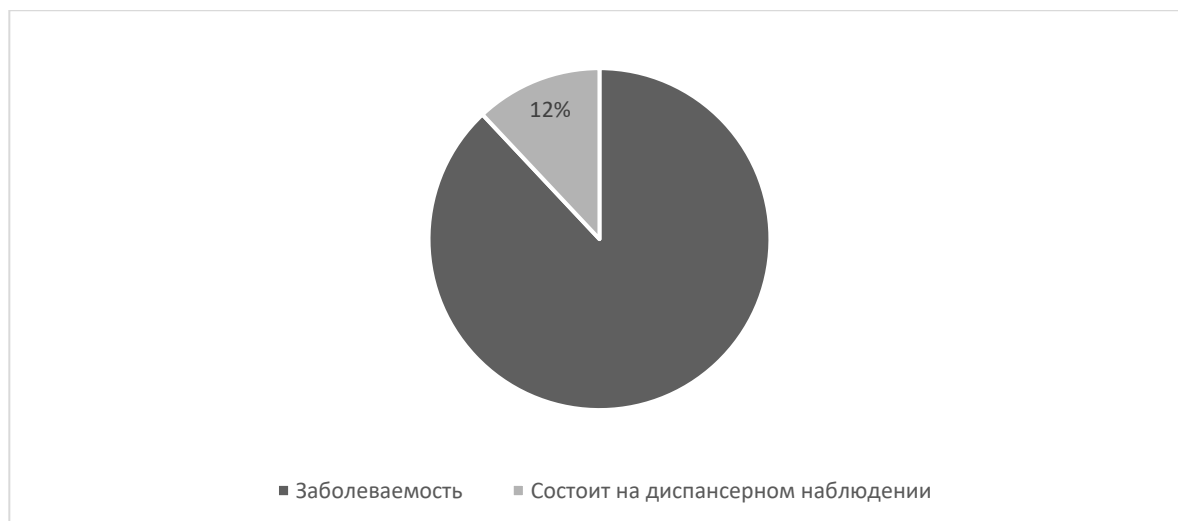


Рис. 7 - Доля состоящих на диспансерном учете от общего числа больных острым инфарктом миокарда по УрФО

В Уральском Федеральном округе ситуация несколько лучше.

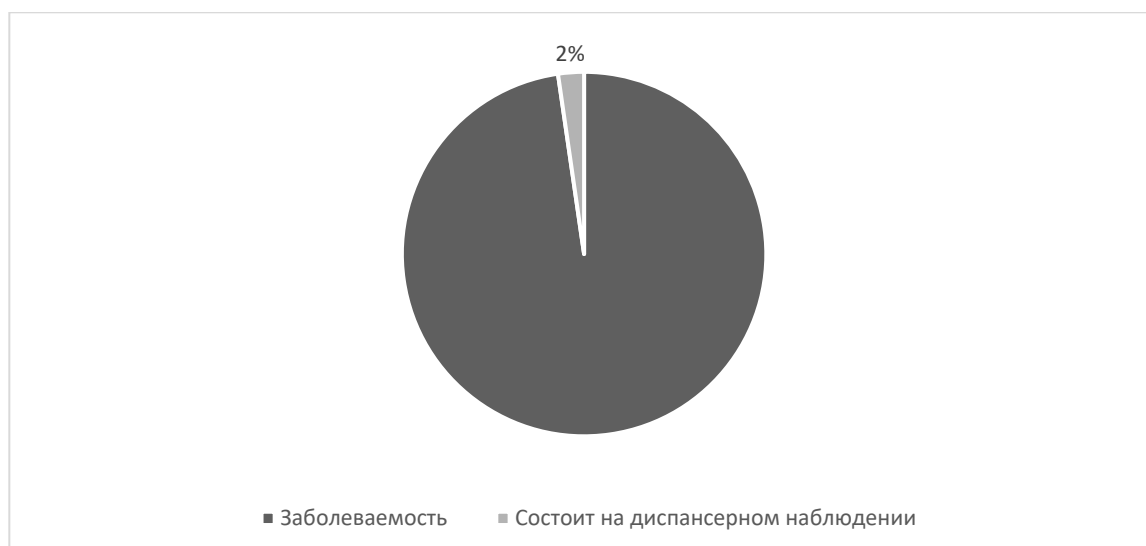


Рис. 8 - Доля состоящих на диспансерном учете от общего числа больных острым инфарктом миокарда по ХМАО

В ХМАО доля состоящих на диспансерном учете составляет 2%.

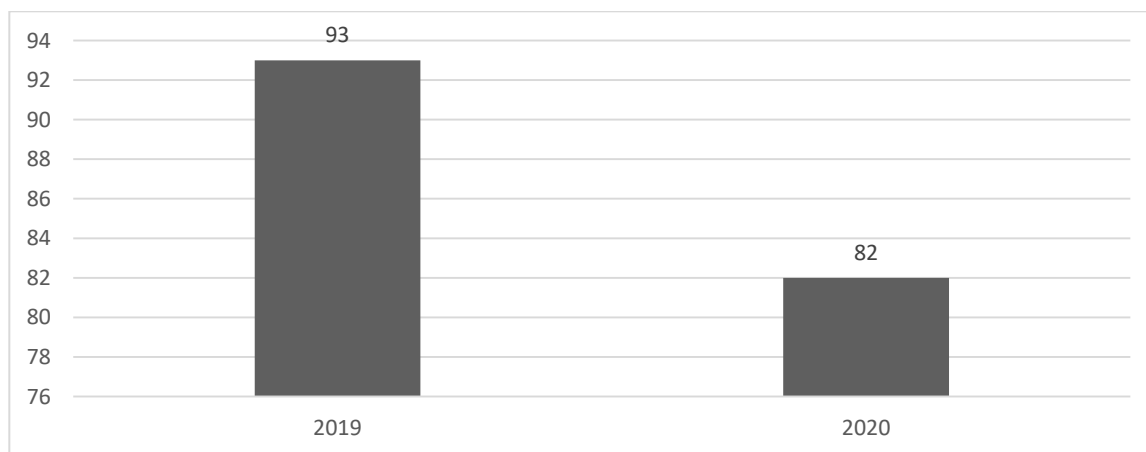


Рис. 9 - Структура диспансеризации по инфарктам по форме №12 на примере ОКБ города Ханты-Мансийска за 2019-2020 год

24 января 2020 года, утвержден приказ о “Перечни лекарственных препаратов для медицинского применения для обеспечения в течение одного года в амбулаторных условиях лиц, которые перенесли острое нарушение мозгового кровообращения, инфаркт миокарда, а также которым были выполнены аортокоронарное шунтирование, ангиопластика коронарных артерий со стентированием и катетерная абляция по поводу СС заболеваний”. Пациентам перенесшим ИМ, ОНМК, а также оперативные вмешательства на ССС на льготной основе предоставляются необходимые лекарственные препараты, направленные на снижение риска повторного развития заболеваний, профилактики осложнений после оперативных вмешательств, а также снижении затрат пациента на лекарственные препараты. На данный проект из федерального бюджета было выделено 10 миллиардов рублей.

Выводы

1. В Ханты-Мансийском АО зарегистрирован минимальный уровень заболеваемости ИМ.
2. В ОКБ ХМАО помимо консервативного выполняются высокотехнологические методы лечения пациентов, такие как: чрескожное коронарное вмешательство (ЧКВ), тромболизис, аортокоронарное шунтирование (АКШ).

3. В 2020 г правительством РФ подписан указ, направленный на снижение смертности и осложнений после перенесенного ИМ на период 2020-2021 гг. В динамике это может привести к улучшению ситуации как в ХМАО, так и по всей России.
4. Однако не всем пациентам можно оказать помощь, даже при наличии соответствующего оборудования и высококвалифицированных специалистов, это можно объяснить индивидуальным развитием человека, или поздним обращением в медицинскую организацию (МО).
5. Смертность от инфаркта миокарда в ОКБ города Ханты-Мансийска в несколько раз превышает заболеваемость, что связано с поздним обращением за медицинской помощью населения города.
6. За промежуток с 2016 года по 2020 год заметна тенденция к снижению уровня смертности от инфаркта миокарда в городе Ханты-Мансийске (на 47%).

1. Абдурашитова Ш. А. Пропаганда здорового образа жизни — одно из главных направлений гигиенического обучения и воспитания населения // Молодой ученый. 2017. №7. С. 128-131.
2. Акназаров Р.К. Здоровье населения Ханты-Мансийского автономного округа – Югры и деятельность медицинских организаций в 2017 году: статистические материалы: Т.1, 2018. 163 с.
3. Акназаров Р.К. Здоровье населения Ханты-Мансийского автономного округа – Югры и деятельность медицинских организаций в 2017 году: статистические материалы: Т.2. 2018. 146 с.
4. Данные предоставленные отделом статистики ОКБ ХМАО.
5. Какорина Е.П., Максимова М.В., Мишнев О.Д. Методическое пособие «Использование Международной статистической классификации болезней и проблем, связанных со здоровьем, десятого пересмотра (МКБ-10) в практике отечественной медицины». 2012. С. 22-25.
6. Международная классификация болезней МКБ-10. [Электронная версия.] URL:<http://www.mkb10.ru/?class=10&bloc=101&diag=4266> (дата обращения 10.08.2019)
7. Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации (с изменениями на 6 марта 2019 года) Статья №79.
8. Отчет по исполнению плана основных мероприятий, реализуемых Департаментом здравоохранения Ханты-Мансийского автономного округа - Югры за 2018 год С. 15-17.
9. Поликарпов А.В., Александрова Г.А., Леонов С.А., Голубев Н.А., Зайченко Н.М., Шелепова Е.А. Сборник статистических материалов по болезням системы кровообращения. 2018. С. 11-26.
10. Чумарина В.Ж. Общая смертность по отдельным причинам на 100 000 населения (декабрь), пересчет результатов к 1 году. 2019. 206 с.
11. Чумарина В.Ж. Смертность населения по полу и возрастным группам, 2017. 12 с.
12. Школьников В.М., Андреев Е.М. Российская база данных по рождаемости и смертности. 2017. С. 4-6.
13. Achar S. A., Kundu S., Norcross W. A. 2005. P. 26-119.
14. Сборник «Сердечно-сосудистая хирургия 2018». НМИЦ ССХ им. А.Н. Бакулева.

Леваков С.А., Азадова Г.Я., Мамедова А.Э., Ильина О.В., Лучин И.А.
Современный взгляд на этиопатогенез миомы матки

ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. Сеченова МЗ РФ (Сеченовский Университет)
(Россия, Москва)

doi: 10.18411/sr-10-08-2021-03

Аннотация

В современном мире миома матки оказывает значительное влияние на здоровье женщин. Клиническими проявлениями данного заболевания являются нарушение менструальной функции по типу гиперполименореи, мено и менометрорргии, дисменорея, нарушение функций смежных органов (такие как ощущение вздутия живота, учащенное мочеиспускание и расстройство кишечника). Кроме того, у пациенток наблюдается нарушение репродуктивной функции, что может способствовать снижению фертильности, прерыванию беременности на ранних сроках и более поздним осложнениям беременности. Несмотря на многочисленное количество исследований и большую распространенность этиопатогенез миомы матки остается

неясным. Развитие миомы матки может быть связано как с предрасполагающими факторами риска, так и с инициаторами и генетическими механизмами, промоторами и эффекторами.

Ключевые слова: миома матки, этиология, патогенез.

Abstract

Uterine fibroids have a significant impact in the modern world on women's health. Clinical manifestations of this disease are menstrual dysfunction such as hyperpolymenorrhea, meno and menometrorrhea, dysmenorrhea, dysfunctions of adjacent organs (such as a feeling of bloating, frequent urination and intestinal upset). In addition, patients have reproductive disorders, which can contribute to reduced fertility, early termination of pregnancy and later complications of pregnancy. Despite the large number of studies and the high prevalence, the etiopathogenesis of uterine fibroids remains unclear. The development of uterine fibroids can be associated with both predisposing risk factors and initiators and genetic mechanisms, promoters and effectors.

Keywords: uterine fibroid, etiology, pathogenesis.

Миома матки (ММ) представляет собой моноклональную опухоль, состоящая из гладкомышечных клеток матки. Она занимает ведущее место в структуре гинекологической заболеваемости. Клетки миоматозных узлов состоят из большого количества внеклеточного матрикса (ВКМ), содержащего коллаген, фибронектин и протеогликаны [1].

Хотя миома матки считается доброкачественной, она является источником серьезных проблем, связанных с качеством жизни примерно 25% всех женщин [2]. Несмотря на высокую распространенность, об этиологии этого заболевания известно не так много.

Помимо наследственности, несомненную роль в этиопатогенезе миомы матки определяют эпигенетические факторы. Все основные механизмы регуляции активности генов (метилование ДНК, ацетилование и метилирование гистонов, регуляторная микро-РНК, гетерохроматизация и укорочение теломер) часто нарушаются в ее патогеномике [3]. Существенную роль в эпигенетическом контроле развития ММ играют регуляторные miRNA. По данным исследования Ванг Т. и др, были выявлены значительные нарушения в профиле синтеза регуляторных микроРНК семейств let7, miR-21, miR-93, miR-106b и miR-200 [4].

Установлено, что клетки дополнительной популяции в условиях гипоксии активно делятся и экспрессируют гены стволовых клеток, типичные для эмбриональных / предшественников миометриальных клеток: OCT-4, NANOG, DNMT3B и GDF3 [5].

Согласно обновленным данным, стволовые клетки миометрия, несущие антигены CD45 (-), CD31 (-), гликофорин А (-), CD49f (+) и CD34 (+), участвуют в возникновении и развитии LM, а гены OCT-4 и NANOG экспрессируются и способны дифференцироваться в миобласты, остеобласты, липоциты, хондроциты и другие производные мезенхимы [6,7].

Карิโอтипические аномалии встречаются в 40-50% случаев UL, а опухоли из одной и той же матки часто показывают разные хромосомные изменения. Наиболее частыми аномалиями являются транслокации на хромосоме 12; делеция на хромосомах 3q и 7q; трисомия 12; и перестройки на хромосомах 6, 10 и 13 [8]. Эти хромосомные аномалии могут способствовать нарушению генов, aberrантно экспрессируемых в миоме матки, включая HGMA2, ESR2 и RAD5 [9].

Недавно внимание привлекли исследования соматической мутации в субъединице 12 медиаторного комплекса (MED12), так как это важный фактор в

этиологии миомы матки. MED12 - это высококонсервативный белок массой 250 кДа, который участвует в регуляции транскрипции комплекса РНК-полимеразы II. MED12 является частью модуля CDK8, который при активации циклином С фосфорилирует С-концевой домен большой субъединицы РНК-полимеразы II и ингибирует образование комплекса инициации транскрипции [10]. Мутации в экзоне 2 MED12 специфически присутствуют примерно в 70% миом матки, а не в окружающей ткани миометрия [11]. Большинство миом матки содержат специфические генетические мутации в MED12, предполагая, что трансформация нормальных миоцитов в аномальные миоциты требуется в какой-то момент во время генезиса миомы матки. MED12 кодирует субъединицу медиаторного комплекса, который состоит по крайней мере из 26 субъединиц и регулирует инициацию и удлинение транскрипции, соединяя регуляторные элементы в промоторах генов с комплексом инициации РНК-полимеразы II [12].

В своем исследовании Wang et al. в 2007 году показали, что 45 miRNA, включая семейство let-7, miR-21, miR-23b, miR-29b и miR-197, значительно нерегулируются в клетках миоматозных узлов по сравнению со здоровой тканью миометрия. Кроме того, было обнаружено значительное различие в экспрессии miRNA между клетками миомы матки от кавказских и афроамериканских женщин, особенно miR-21, miR-23b и miR-197 [13]. Исследование Marsh et al. также выявило 46 miRNA, дифференциально экспрессируемых между миомой матки и миометрием, многие из которых не регулируются в других опухолях [14]. Поскольку миома матки является опухолью, чувствительной к стероидным гормонам, особый интерес представляли miRNA, связанные с половыми стероидными гормонами при раке груди и простаты, которые также были увеличены в клетках миомы матки, включая miR-21, miR-34a, miR-125b и miR-150. Исследование Luo и Chegini идентифицировало 91 miRNA, дифференциально экспрессирующуюся в UL, и обнаружило, что 27 из них имеют аналогичную дисрегуляцию по крайней мере в одном из двух исследований Marsh et al или Wang et al, описанных ранее [15]. Решающее доказательство *in vivo* супрессорной функции опухоли miR29b было недавно предоставлено Qiang et al. С использованием модели трансплантата капсулы почки при UL [16].

Путь PI3K / АКТ-mTOR был идентифицирован как один из наиболее регулируемых сигнальных путей при UL на основании данных белкового и транскрипционного профилей миомы матки, а также на модели крыс Eker на животных [17]. На уровне белка повышенная активация белков и мишеней пути PI3K / АКТ, включая белки PTEN, p-AKT, p-GSK3 и CD2, в UL по сравнению с миометрием показывает участие передачи сигналов PI3K / АКТ в патогенезе миомы матки [18, 19]. Кроме того, есть доказательства того, что PI3K и mTOR необходимы для эстроген-зависимого роста клеток в культурах клеток UL и миометрия [20]. Исследования показали, что потеря опухолевого супрессора NRSF / REST и последующая экспрессия GPR10, нейрон-специфического рецептора, связанного с G-белком, активируют путь PI3K / АКТ-mTOR в миоме матки [21].

Имеются некоторые свидетельства передачи сигналов WNT в этиологии миомы матки. В канонической передаче сигналов WNT β -катенин накапливается в ядре и приводит к активации специфических факторов транскрипции [22]. Сигнальный ген WNT, включая Wnt5b, сверхэкспрессируется в клетках миоматозных узлов [23]. Экспрессия WNT11 и WNT16 специфически повышается в клетках миомы матки после лечения эстрогеном [24]. Исследования Ono et al показали, что ингибиторы WNT и β -catenin могут блокировать рост и пролиферацию миомы матки, предполагая, что каноническая передача сигналов WNT может играть роль в ее развитии [22]. Наконец, исследования Tanwar et al. показали, что конститутивно активный β -catenin управляет миоматозно-подобными опухолями в матке мышей и может способствовать активации передачи сигналов TGF- β и mTOR в этих опухолях [25].

Уровни EGF, PDGF и VEGF-A были обнаружены на значительно более высоких уровнях в ткани миомы матки по сравнению с тканью нормального миометрия, хотя рецептор EGF (EGFR) экспрессируется на аналогичных уровнях в обеих тканях [26]. Сверхэкспрессия PDGF в клетках миоматозных узлов была связана с увеличением коллагена $\alpha 1$ и ядерным антигеном пролиферирующих клеток (PCNA), оба из которых также увеличиваются в ткани миомы матки [24]. EGF стимулирует синтез ДНК и увеличивает митогенез через сигнальные пути MAPK исключительно в ткани миомы матки [27]. Важно отметить, что экспрессия EGF, по-видимому, сильно регулируется стероидными гормонами, особенно прогестероном, и уровни EGF резко снижаются при лечении агонистами гонадотропин-рилизинг-гормона [28].

Анализ мРНК и белка в тканях миомы матки показывает, что примерно одна треть образцов пациентов имеет повышенные уровни IGF-1, который, как было показано, стимулирует митогенез путем активации передачи сигналов MAPK [24, 27]. Peng et al. обнаружили корреляцию между повышенным IGF-1 и повышенной активацией p-AKT в клетках миоматозных узлов, уровни которой также коррелировали с увеличением размеров миомы матки [29]. По данным исследования Eker, проведенного на крысах, также указывают на возможное участие IGF-1 в патогенезе миомы матки. Исследование Burroughs et al. показало семикратное увеличение уровней IGF-1 в лейомиоме, а также значительное увеличение белка ниже IGF-1, субстрата-1 рецептора инсулина (IRS-1) в UL [30]. Наконец, было показано, что IGF-1 увеличивается в культивируемых клетках миомы матки после лечения эстрогеном [31]. Таким образом, измененная сигнализация IGF-1 может играть роль в значительной части миом матки.

Несколько исследований изучали распределение генотипов ряда генов, связанных с метаболизмом эстрогенов, среди различных этнических групп, чтобы увидеть, может ли это объяснить наблюдаемые различия в фенотипе заболевания. Так к примеру, активность фермента COMT значительно выше в ткани лейомиомы по сравнению с окружающим нормальным миометрием [32]. Этот фермент важен для метаболизма эстрогенов, и эта наблюдаемая ассоциация предполагает возможную причинную роль COMT в формировании миомы матки. Исследователи Al-Hendy et al обнаружили, что аллель COMT-гена (Val158), продуцирующий высокоактивный белок, значительно чаще встречается у афроамериканок по сравнению с женщинами европеоидной расы, что усиливает предполагаемую причинную связь [33]. Кроме того, эксперименты на культуре клеток *in vitro* показывают, что существует связь между высокоактивным генотипом COMT и клеточной пролиферацией и что этот эффект не зависит от этнической принадлежности. В отличие от результатов последнего культурального эксперимента, несколько исследований случай-контроль не обнаружили различий в распределении генотипов COMT-гена у афроамериканок, европеоидов, японок, бразильянок и турчанок. В популяциях Бразилии и Турции наблюдалась значительная связь между наличием крупных миомы и полиморфизмом Val158 COMT [34, 35]. Примечательно, что недавний метаанализ, включающий вышеупомянутые исследования случай-контроль, показал, что существует значительная связь между конкретным полиморфизмом гена COMT и миомой матки [36].

По данным Folkerd et al было показано, что локальная активность ароматазы, мРНК и экспрессия белка CYP19 в миоме матки значительно выше по сравнению с соседним нормальным миометрием у женщин разных этнических групп [37]. Однако уровень экспрессии мРНК у афроамериканок примерно в 2 раза выше, чем у белых и японских женщин [38]. Ароматаза, кодируемая геном CYP19A1, является ключевым ферментом, необходимым для синтеза эстрогенов из андрогенов. Высокие локальные уровни ароматазы связаны с местным повышением выработки эстрогена и, как

предполагается, являются частью положительной аутокринной петли обратной связи при фиброидных опухолях [39]. Это подтверждается наблюдением, что у женщин, которых лечили аналогом ГнРГ ацетатом лейпролида в течение 12-24 недель, наблюдается значительное снижение мРНК ароматазы, белка и функции в фиброидной ткани [40]. Аналоги ГнРН могут также ингибировать продукцию местных факторов роста, таких как эпидермальный фактор роста (EGF), инсулиноподобный фактор роста и TGF- β [41].

Заключение

Проблема миомы матки заставляет медицинскую науку и практику сосредоточиться на выявлении этиологических факторов, звеньев патогенеза и закономерностей течения заболевания. Из-за широкого распространения данное заболевание по-прежнему остается причиной номер один хирургических вмешательств среди гинекологических больных. Кроме того, эта распространенная женская патология отрицательно сказывается на качестве жизни.

В последние годы существенно поменялись взгляды на развитие миомы матки. Было установлено, что важнейшую роль в этиопатогенезе миомы матки играют такие процессы, как апоптоз, клеточная пролиферация, неоангиогенез. Дальнейшие исследования должны быть направлены на изучение данных процессов и поиск новых биомаркеров.

1. Kim JJ, Sefton EC. The role of progesterone signaling in the pathogenesis of uterine leiomyoma. *Mol Cell Endocrinol.* 2012 Jul 25; 358(2):223-31. doi: 10.1016/j.mce.2011.05.044. Epub 2011 Jun 6. PMID: 21672608; PMCID: PMC3184215.
2. McWilliams MM, Chennathukuzhi VM. Recent Advances in Uterine Fibroid Etiology. *Semin Reprod Med.* 2017; 35(2):181-189. doi:10.1055/s-0037-1599090.
3. Mas A., Cervello I., Gil-Sanchis C., Simon C. Current understanding of somatic stem cells in leiomyoma formation. *Fertil. Steril.* 2014; 102:613–620. doi: 10.1016/j.fertnstert.2014.04.051
4. Wang T., Zhang X., Obijuru L., Laser J., Aris V., Lee P., Mittal K., Soteropoulos P., Wei J.J. A Micro-RNA Signature Associated with Race, Tumor Size, and Target Gene Activity in Human Uterine Leiomyomas. *Genes Chromosomes Cancer.* 2007; 46:336–347. doi: 10.1002/gcc.20415
5. Ciavattini A., Giuseppe D.J., Storton P., Montik N., Giannubilo S.R., Litta P., Islam S., Tranquilli A.L., Reis F.M., Ciarmela P. Uterine Fibroids: Pathogenesis and Interactions with Endometrium and Endomyometrial Junction. *Obstet Gynecol Int.* 2013:1–11. doi: 10.1155/2013/173184
6. Ono M., Kajitani T., Uchida H., Arase T., Oda H., Uchida S., Ota K., Nagashima T., Masuda H., Miyazaki K., et al. CD34 and CD49f Double-Positive and Lineage Marker-Negative Cells Isolated from Human Myometrium Exhibit Stem Cell-Like Properties Involved in Pregnancy-Induced Uterine Remodeling. *Biol. Reprod.* 2015; 93:1–9. doi: 10.1095/biolreprod.114.127126
7. Yin P., Ono M., Moravek M.B., John S., Coon V., Navarro A., Monsivais D., Dyson M.T., Druschitz S.A., Malpani S.S., et al. Human Uterine Leiomyoma Stem/Progenitor Cells Expressing CD34 and CD49b Initiate Tumors In Vivo. *J. Clin. Endocrinol Metab.* 2015; 100:601–606. doi: 10.1210/jc.2014-2134
8. Bulun SE. Uterine fibroids. *N Engl J Med.* 2013;369(14):1344–1355
9. Walker CL, Stewart EA. Uterine fibroids: the elephant in the room. *Science.* 2005;308(5728):1589–1592
10. Wang H, Shen Q, Ye LH, Ye J. MED12 mutations in human diseases. *Protein Cell.* 2013;4(9):643–646
11. Makinen N, Mehine M, Tolvanen J, et al. MED12, the mediator complex subunit 12 gene, is mutated at high frequency in uterine leiomyomas. *Science.* 2011;334(6053):252–255
12. Makinen N, Mehine M, Tolvanen J, Kaasinen E, Li Y, Lehtonen HJ, Gentile M, Yan J, Enge M, Taipale M, Aavikko M, Katainen R, et al. MED12, the mediator complex subunit 12 gene, is mutated at high frequency in uterine leiomyomas. *Science.* 2011;334:252–255
13. Wang T, Zhang X, Obijuru L, et al. A micro-RNA signature associated with race, tumor size, and target gene activity in human uterine leiomyomas. *Genes Chromosomes Cancer.* 2007;46(4):336–347
14. Marsh EE, Lin Z, Yin P, Milad M, Chakravarti D, Bulun SE. Differential expression of microRNA species in human uterine leiomyoma versus normal myometrium. *Fertil Steril.* 2008;89(6):1771–1776
15. Luo X, Chegini N. The expression and potential regulatory function of microRNAs in the pathogenesis of leiomyoma. *Semin Reprod Med.* 2008;26(6):500–514
16. Qiang W, Liu Z, Serna VA, et al. Down-regulation of miR-29b is essential for pathogenesis of uterine leiomyoma. *Endocrinology.* 2014;155(3):663–669

17. Crabtree JS, Jelinsky SA, Harris HA, et al. Comparison of human and rat uterine leiomyomata: identification of a dysregulated mammalian target of rapamycin pathway. *Cancer Res.* 2009;69(15):6171–6178
18. Kovács KA, Lengyel F, Környei JL, et al. Differential expression of Akt/protein kinase B, Bcl-2 and Bax proteins in human leiomyoma and myometrium. *J Steroid Biochem Mol Biol.* 2003;87(04/05):233–240
19. Karra L, Shushan A, Ben-Meir A, et al. Changes related to phosphatidylinositol 3-kinase/Akt signaling in leiomyomas: possible involvement of glycogen synthase kinase 3 α and cyclin D2 in the pathophysiology. *Fertil Steril.* 2010;93(8):2646–2651
20. Yin XJ, Wang G, Khan-Dawood FS. Requirements of phosphatidylinositol-3 kinase and mammalian target of rapamycin for estrogen-induced proliferation in uterine leiomyoma- and myometrium-derived cell lines. *Am J Obstet Gynecol.* 2007; 196(2):176.e1–176.e5.
21. Varghese BV, Koohestani F, McWilliams M, et al. Loss of the repressor REST in uterine fibroids promotes aberrant G protein-coupled receptor 10 expression and activates mammalian target of rapamycin pathway. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 2013; 110(6):2187–2192.
22. Ono M, Yin P, Navarro A, et al. Inhibition of canonical WNT signaling attenuates human leiomyoma cell growth. *Fertil Steril.* 2014; 101(5):1441–1449. [PMC free article] [PubMed] [Google Scholar]
23. Mangioni S, Viganò P, Lattuada D, Abbiati A, Vignali M, Di Blasio AM. Overexpression of the Wnt5b gene in leiomyoma cells: implications for a role of the Wnt signaling pathway in the uterine benign tumor. *J Clin Endocrinol Metab.* 2005;90(9):5349–5355
24. Signaling Pathways in Leiomyoma: Understanding Pathobiology and Implications for Therapy. Borahay MA, Al-Hendy A, Kilic GS, Boehning D *Mol Med.* 2015 Apr 13; 21():242-56
25. Tanwar PS, Lee HJ, Zhang L, et al. Constitutive activation of Beta-catenin in uterine stroma and smooth muscle leads to the development of mesenchymal tumors in mice. *Biol Reprod.* 2009;81(3):545–552
26. Ren Y, Yin H, Tian R, et al. Different effects of epidermal growth factor on smooth muscle cells derived from human myometrium and from leiomyoma. *Fertil Steril.* 2011;96(4):1015–1020
27. Etiology, symptomatology, and diagnosis of uterine myomas. Parker WH *Fertil Steril.* 2007 Apr; 87(4):725-36.
28. Etiology and pathogenesis of uterine leiomyomas: a review. Flake GP, Andersen J, Dixon D. *Environ Health Perspect.* 2003 Jun; 111(8):1037-54.
29. Peng L, Wen Y, Han Y, et al. Expression of insulin-like growth factors (IGFs) and IGF signaling: molecular complexity in uterine leiomyomas. *Fertil Steril.* 2009;91(6):2664–2675
30. Burroughs KD, Howe SR, Okubo Y, Fuchs-Young R, LeRoith D, Walker CL. Dysregulation of IGF-I signaling in uterine leiomyoma. *J Endocrinol.* 2002;172(1):83–93
31. Swartz CD, Afshari CA, Yu L, Hall KE, Dixon D. Estrogen-induced changes in IGF-I, Myb family and MAP kinase pathway genes in human uterine leiomyoma and normal uterine smooth muscle cell lines. *Mol Hum Reprod.* 20 Synthesis of catechol estrogens by human uterus and leiomyoma.
32. Reddy VV, Hanjani P, Rajan R. *Steroids.* 1981 Feb; 37(2):195-203.05;11(6):441–450
33. Catechol-O-methyltransferase polymorphism is associated with increased uterine leiomyoma risk in different ethnic groups. Al-Hendy A, Salama SA. *J Soc Gynecol Investig.* 2006 Feb; 13(2):136-44.
34. The catechol-O-methyltransferase (COMT) gene polymorphism and prevalence of uterine fibroids. de Oliveira E, de Aquino Castro R, Gomes MT, da Silva ID, Baracat EC, de Lima GR, Sartori MG, Girão MJ. *Maturitas.* 2008 Jul-Aug; 60(3-4):235-8.
35. Polymorphism of catechol-o-methyltransferase and uterine leiomyoma. Ates O, Demirturk F, Toprak M, Sezer S. *Mol Cell Biochem.* 2013 Mar; 375(1-2):179-83.
36. The associations between the Val158Met in the catechol-O-methyltransferase (COMT) gene and the risk of uterine leiomyoma (ULM). Feng Y, Zhao X, Zhou C, Yang L, Liu Y, Bian C, Gou J, Lin X, Wang Z, Zhao X. *Gene.* 2013 Oct 25; 529(2):296-9
37. Aromatase activity in uterine leiomyomata. Folkerd EJ, Newton CJ, Davidson K, Anderson MC, James VH. *J Steroid Biochem.* 1984 May; 20(5):1195-200.
38. High aromatase expression in uterine leiomyoma tissues of African-American women. Ishikawa H, Reierstad S, Demura M, Rademaker AW, Kasai T, Inoue M, Usui H, Shozu M, Bulun SE. *J Clin Endocrinol Metab.* 2009 May; 94(5):1752-6
39. In situ estrogen synthesized by aromatase P450 in uterine leiomyoma cells promotes cell growth probably via an autocrine/intracrine mechanism. Sumitani H, Shozu M, Segawa T, Murakami K, Yang HJ, Shimada K, Inoue M *Endocrinology.* 2000 Oct; 141(10):3852-61
40. Shozu M, Sumitani H, Segawa T, Yang HJ, Murakami K, Inoue M. Inhibition of in situ expression of aromatase P450 in leiomyoma of the uterus by leuprorelin acetate. *J Clin Endocrinol Metab* 2001;86:5405–5411
41. Sims JE, Smith DE. The IL-1 family: regulators of immunity. *Nat Rev Immunol* 2010;10:89–102

Мамедова А.Э., Леваков С.А., Гелашвили А.З., Ильина О.В., Азадова Г.Я.,
Пауков С.В., Лучин И.А.

Эндометриоз и риск развития рака яичников

ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. Сеченова МЗ РФ (Сеченовский Университет)
(Россия, Москва)

doi: 10.18411/sr-10-08-2021-04

Аннотация

Несмотря на длительные и интенсивные исследования, эндометриоз остаётся одной из основных причин заболеваемости женщин в фертильном возрасте и пременопаузе. Большинство связанных с эндометриозом яичниковых карцином возникает при атипичном эндометриозе яичников. Тем не менее, несмотря на возросшую заболеваемость раком яичников у пациентов с эндометриозом, знания о факторах риска и механизмах развития все ещё не полностью изучены.

Метод. Краткий обзор, обобщающий недавние выводы литературы, извлечённых из баз данных.

Полученные результаты. Здесь рассматриваются и суммируются самые последние знания, касающиеся эндометриоза и рака яичников.

Заключение. Доказательства того, что пациенты с эндометриозом имеют более высокий риск развития рака яичников, убедительны. Однако вопрос о том, насколько высок абсолютный риск развития злокачественной трансформации, не полностью понятен.

Ключевые слова: Эндометриоз, Рак яичников, Иммунный дисбаланс, Неоангиогенез, Апоптоз.

Abstract

Despite lengthy and intensive research, endometriosis remains one of the main causes of morbidity in women of fertile age and premenopausal women. Most endometriosis-related ovarian carcinomas occur in atypical ovarian endometriosis. However, despite the increased incidence of ovarian cancer in patients with endometriosis, knowledge about risk factors and mechanisms of development is still not fully understood.

Methods. A brief overview summarizing recent findings from the literature extracted from databases.

Results. Here, the latest knowledge regarding endometriosis and ovarian cancer is considered and summarized.

Conclusion. The evidence that patients with endometriosis have a higher risk of developing ovarian cancer is strong. However, the question of how high the absolute risk of developing malignant transformation is not fully understood.

Keywords: Endometriosis, Ovarian cancer, Immune imbalance, Neoangiogenesis, Apoptosis.

Эндометриоз является хроническим, эстроген-зависимым, прогрессирующим заболеванием, характеризующимся наличием эндометриозной ткани, желёз и стромы вне полости матки [1]. Чаще всего поражаются яичники, маточные трубы и тазовая брюшина. Это заболевание связано с имплантацией эндометриозно-подобных клеток, сопровождающееся их повышенной пролиферацией и миграцией. Это одна из ведущих причин заболеваемости женщин в фертильном возрасте и пременопаузе. Сложный патогенез заболевания до сих пор остаётся загадкой, является причиной споров и обсуждений, не смотря на проведённые сложные исследования [2], которые начали почти 160 лет назад [3]. Это сложное комплексное заболевание, поражающее примерно 10% женщин репродуктивного возраста, имеет важные негативные последствия на жизнь многих пациентов. Эндометриоз может привести к самопроизвольному

прерыванию беременности и бесплодию в 50% случаев [4]. Золотым способом диагностики эндометриоза является лапароскопия и гистологическое подтверждение хирургического образца, хотя ультразвук также способен идентифицировать как эндометриоидные кисты яичников, так и глубокий инфильтрирующий эндометриоз [5]. Наиболее распространенными причинами эндометриоза являются ретроградная менструация, генетическая предрасположенность, лимфогенное распространение, иммунная дисфункция, метаплазия или экологические причины [6,7]. Помимо значительных отрицательных эффектов, касающихся здоровья и благополучия женщин, также нельзя игнорировать риск развития рака яичников [8,9]. Изначально эндометриоз считается доброкачественным заболеванием, в том числе и эндометриоз яичников, однако заболевание может увеличивать риск развития малигнизации.

Это предположение появилось в 1925 году, когда Сэмпсон (Sampson) описал эндометриоидную карциному яичника, возникшую из эндометриоидной ткани [10]. Впоследствии идея была поддержана в 1953 году, когда Скотт (Scott) описал злокачественные изменения при эндометриозе и указал, что доброкачественный эндометриоз может локализоваться в непосредственной близости от эндометриоз-ассоциированного рака [11]. Многочисленные исследования показали, что атипичный эндометриоз может быть средней ступенью в прогрессировании от доброкачественной болезни в злокачественную. Последующие исследования показали многочисленные анатомические и физиологические особенности эндометриоза, включая способность избегать апоптоза, нарушать регуляцию стволовых клеток, способствовать неоангиогенезу, распространять метастазы и влиять на микросреду, сопровождающую весь патологический процесс. Пациенты с эндометриозом имеют высокий риск развития рака, в частности, рака яичников [12-15].

На сегодняшний день предложены два основных механизма для описания связи между раком яичников и эндометриозом:

- оба заболевания сосуществуют и являются результатом общих факторов риска и их последствий;
- эндометриоидные клетки постепенно трансформируются в раковые клетки.

Учитывая возрастающее внимание во всем мире к данной проблеме [16], в этой статье обобщаются наиболее последние знания.

Риск развития рака яичников у женщин, поражённых эндометриозом

Гипотеза о том, что атипичный эндометриоз может представлять переходный этап между доброкачественным эндометриозом и раком, берет начало из гистопатологических исследований [17]. Эта гипотеза была лишь небольшим шагом к предположению о том, что эндометриоз действительно предраковое состояние. В дальнейшем это подтвердилось тем фактом, что более двух третей эндометриоз-ассоциированных опухолей яичников развивались при наличии атипичных эндометриоидных клеток в яичниках [18].

Впоследствии во многих ретроспективных исследованиях была зафиксирована более высокая частота эндометриоза у пациентов с раком яичников и наоборот (см. ниже). Имеется множество сходств между раком яичников и эндометриозом, некоторые из которых могут влиять на уровень заболеваемости. Бесплодие или поздняя менопауза являются примерами факторов, связанных с повышенным риском [19]. Гистерэктомия, использование оральных контрацептивов и лигирование маточных труб, напротив, могут снижать риск [20].

Накопленные данные свидетельствуют о том, что эндометриоз яичников может увеличивать частоту малигнизации яичников. Данное состояние обычно классифицируется как эндометриоз-ассоциированная карцинома яичника, которая включает в себя светло-клеточную карциному яичника, эндометриоидную карциному и

редко встречающуюся серомуцинозную опухоль. В целом, эндометриоз-ассоциированная карцинома яичника относится к раку яичников, который включает как злокачественные клетки, так и эндометриоидные клетки в том же яичнике, рак в одном яичнике и эндометриоз в другом, или наличие рака яичников и эндометриоза тазовой брюшины [21]. Некоторые предполагают, что эндометриоз-ассоциированный рак классифицируется отдельно от классического рака яичника, основываясь на более молодом возрасте пациентов, низком уровне маркера СА-125 и более высоком количестве светлых клеток в препарате [22]. Тем не менее, недавно предложенная классификация эндометриоз-ассоциированного рака яичников по гистотипу, учитывающая высокую изменчивость как прогностических, так и клинических факторов, не позволяет чётко различать рак яичника и эндометриоз-ассоциированный рак [23].

Способность эндометриоза подвергаться злокачественной трансформации уже хорошо установлена. Тем не менее, по-прежнему невозможно определить промежуточные прекурсоры. Наиболее явным примером может служить атипичный эндометриоз с характеристиками, которые не являются ни доброкачественными, ни полностью злокачественными [17]. Одни из последних исследований показали, что эти поражения присутствуют в 50% эндометриоидных и светлоклеточных карциномах [24]. Недавно сообщалось, что молекулярные патогенетические пути, связанные с мутациями ARID1A, предполагают прогрессирование от эндометриоза к атипичному эндометриозу и к последующему эндометриоз-ассоциированному раку яичников [25]. Светлоклеточная аденокарцинома яичника является типом хеморезистентного рака, часто связанного с эндометриозом [26]. Предполагается, что причиной этого злокачественного заболевания является наличие большого количества свободного железа в эндометриоидных кистах, приводя к стойкому окислительному стрессу и последующему канцерогенезу. Механизмы, участвующие в злокачественных преобразованиях приведены на **рис. 1**. В некоторых исследованиях предполагают, что патологический сигнальный путь Met играет важную роль в развитии светлоклеточной аденокарциномы [27].



Рис. 1. Различные механизмы, предлагаемые для объяснения злокачественной трансформации эндометриоза (по Гранди и др.)

Первое крупное эпидемиологическое исследование, включавшее более 20 000 женщины с эндометриозом, определило значительное увеличение возникновения рака

яичников [28]. Последующие крупные исследования показали наличие рака яичников у 5–10% пациентов с эндометриозом, но цифры иногда варьируются, и некоторые исследования показали, что при эндометриозе в 1,2–1,8 раза повышается риск развития рака яичников [29]. Другие исследования показали, что риск составляет от 0,2 до 2,5% [30,31]. Те же данные были опубликованы при анализе тайваньских женщин [32]. Шведское исследование, изучившее более 64 000 женщин, обнаружило, что у пациентов с эндометриозом имеется повышенный риск некоторых злокачественных новообразований (яичников, эндокринной системы, неходжкинской лимфомы и опухоли головного мозга), и этот риск возрастает при манифестации в молодом возрасте или длительном течении заболевания [33]. Исследование 45 000 датских женщин подтвердило не только повышенный риск развития рака яичников, но и повышенный риск развития рака эндометрия и молочной железы [34]. Более того, риск развития колоректального рака увеличился в 13 раз у женщин с внутренним эндометриозом [35].

Метаанализ почти 500 000 женщин с подтвержденным повышенным риском развития рака показало, что эти опухоли были в основном медленно растущими, мало инвазивными, высоко дифференцированными [29]. В обзоре литературы, опубликованном за последние 5 лет, подтверждаются эти данные и предполагается, что высокий риск развития рака может быть результатом повышенной концентрации эстрогенов. Это приводит к злокачественной пролиферации кист и / или к мутации в гене ARID1A (член семейства SWI / SNF) и последующему снижению экспрессии BAF250a [36].

Поскольку в большинстве исследований использовались данные пациентов только из одной страны, возможно, что связь между эндометриозом и раком яичников варьирует в зависимости от социально-экономической ситуации, питания или условий здравоохранения.

Было предложено два потенциальных сценария, ведущих к эндометриоз-ассоциированному раку яичников [37]. Первый сценарий включает внеклеточный гемоглобин, железо и гем (из повторяющихся кровоизлияний, возникающих при эндометриозе), которые вызывают клеточное окислительное повреждение путем увеличения активных форм кислорода с последующим повреждением ДНК и мутациями. Второй сценарий предполагает постоянное производство антиоксидантов, что способствует поддержанию опухолевой среды. Оба варианта поддерживают теорию окислительно-восстановительного дисбаланса [38].

Рассматриваются ещё несколько патологических механизмов, связывающих эндометриоз и рак яичников, в их числе окислительный стресс, распространённость определенных цитокинов, генетических мутаций и гиперэстрогения. Баланс окислителей и эндогенных антиоксидантов может играть важную роль в злокачественной трансформации (отдельные шаги суммированы и приведены на **рис. 2**). Атипичный эндометриоз особенно опасен и рассматривается некоторыми исследователями как промежуточный предшественник, связывающий классический эндометриоз и светлоклеточную аденокарциному [39]. Пациенты, прошедшие лечение по поводу рака яичников, приблизительно в 10% случаев имели сосуществующий эндометриоз яичников. Это число увеличивается до 37% у пациентов со светлоклеточным раком яичников [40]. Кроме того, есть существенные доказательства нарушенных функций почти всех типов иммунных клеток у женщин с эндометриозом: снижение реактивности Т-клеток и цитотоксичность NK-клеток [41]; полигональная активация В-клеток и увеличение выработки антител [42]; увеличенное число и активация перитонеальных макрофагов [43]; изменение путей апоптоза [44,45,46];

изменения в воспалительных медиаторах [47] (рис. 3). Потенциальный процесс развития рака яичников от эндометриозного поражения показан на рис. 4.

С клинической точки зрения рак яичников может развиваться даже после удаления очагов эндометриоза, а также наиболее вероятно развиваться из рецидивирующих эндометриозных кист [48]. Несмотря на текущие данные, необходимо больше исследований, прежде чем выносить окончательные выводы.

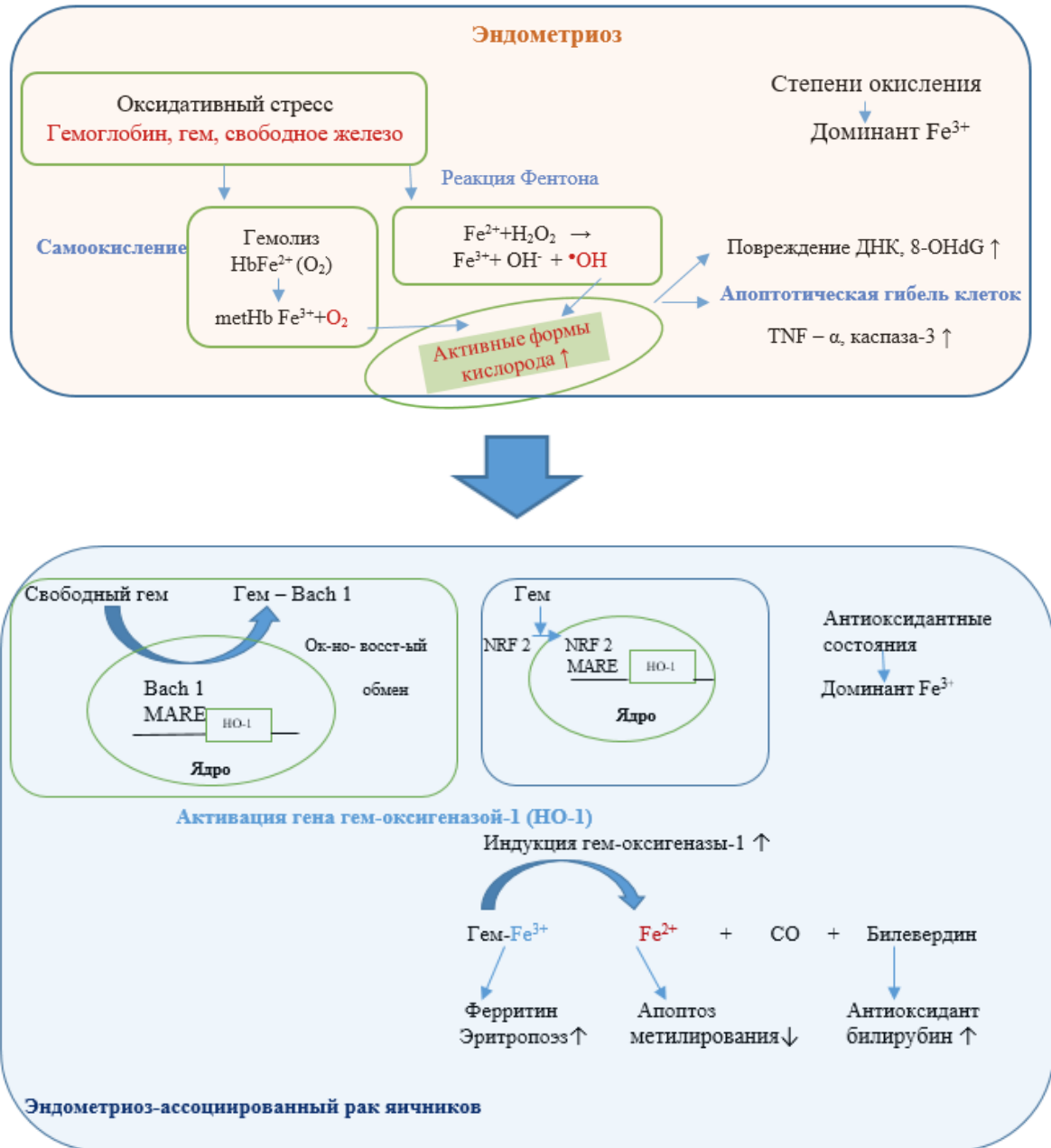


Рис. 2. Злокачественная трансформация эндометриоза: отлаженный баланс между образованием окислителей и наличием эндогенных антиоксидантов. Внеклеточный гемоглобин, гем и железо, массово выделяющиеся в флюидное пространство эндометриозной кисты во время менструации, склонны к аутоокислению и могут самопроизвольно конвертировать охуHb в metHb. Активные формы кислорода (O₂) непрерывно генерируются при аутоокислении гемоглобина. Производные железа также стимулируют реакцию Фентона, способствуя образованию АФК (•OH) в эндометриозной кисте. Кроме того, гемоглобин и гем активируют экспрессию различных антиоксидантных генов. Гем стимулирует экспрессию гена антиоксиданта HO1 путем прямого связывания с Bach1 или индукции гена NRF2. Антиоксидант считается краеугольным камнем. Избыток АФК приводит к гибели клеток. Антиоксиданты способствуют гибели клеток, удаляя АФК (O₂ и •OH), что позволяет повысить выживаемость клеток и затем канцерогенез (по Ивобучи и соавт.)

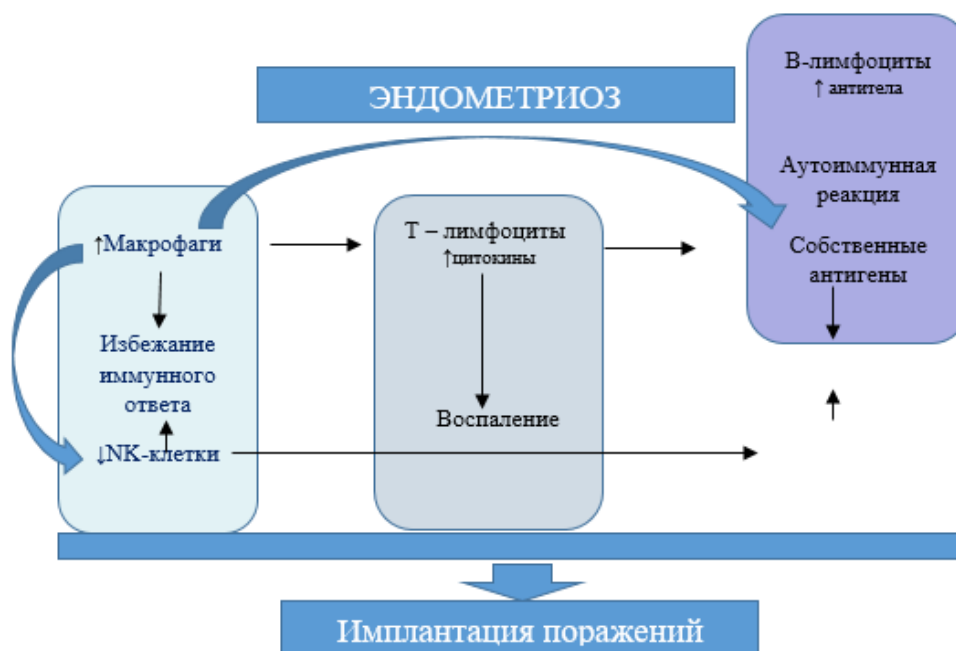


Рис. 3. Иммунные клетки, участвующие в трансформации эндометриоза в рак. (По Риччио и др.)

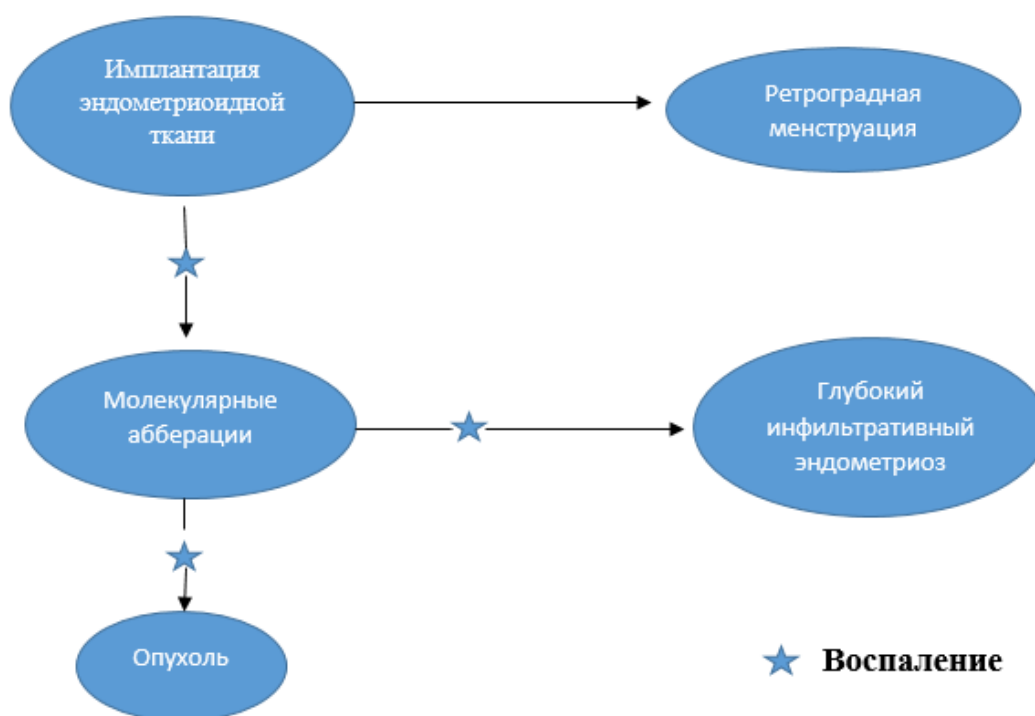


Рис. 4. Потенциальный процесс установления и развития эндометриондных поражений в рак яичников (по Доусону и др.)

Биомаркеры и генетические подходы

Разработка надёжных биомаркеров может обеспечить положительный результат при раннем выявлении эндометриоз-ассоциированного рака яичников. Одно из недавних исследований было сосредоточено на возможной клинической значимости комбинированного выявления сывороточного Smac (второй активатор каспаз, полученный из митохондрий), HE4 и СА-125 при эндометриоз-ассоциированном раке яичника. Уровни Smac в сыворотке были значительно ниже в группе пациентов,

страдающих раком, а экспрессия двух других выявляемых маркеров была значительно повышена [48]. Показатели анализов меняются в зависимости от их определения до и после оперативного лечения, поэтому комбинации этих маркеров может обеспечить раннюю диагностику рака яичников, вызванного эндометриозом. С клинической позиции, вновь возникшие симптомы или их усугубление, таких как диспареуния или дисменорея, обращают на себя внимание в связи с возможностью развития рака яичников, особенно при наличии солидной структуры в яичнике и повышенной концентрации в сыворотке крови маркера HE4 [49].

Последние данные свидетельствуют о том, что нарушение регуляции экспрессии микроРНК (miRNA) может играть важную роль в развитии эндометриоза [50]. Комплексное профилирование miRNA при раке яичников и связанном с ним эндометриозе показало, что экспрессия miRNA была существенно различна [51]. Авторы данного исследования предположили возможность использования этих микроРНК в качестве диагностического или прогностического инструмента, но в настоящий момент информация о цели и способе их применения недостаточно доступна, что делает их использование в диагностике и терапии эндометриоза ограниченной. Кроме того, вышеупомянутое исследование не определило, почему экспрессия miRNA различна, почему это актуально, и могут ли изменения в экспрессии miRNA при эндометриозе приводить к развитию рака яичников.

Некоторые исследования показали, что микроРНК могут рассматриваться как биомаркеры плазмы. Эксперимент с количественным определением обратной транскриптазы методом ПЦР идентифицировал 23 отдельных микроРНК с различной выраженностью экспрессии у пациентов, страдающих эндометриоз-ассоциированным раком яичников или классическим эндометриозом [52]. Последующие исследования подтвердили изменения экспрессии этих мРНК, которые могут служить специфическими биомаркерами, полезными в диагностической практике. Еще одно исследование, в котором, к сожалению, было небольшое число объектов изучения, обнаружены различия в экспрессии мРНК для прогестероновых рецепторов (снижение) и TGF- β 1, COX-2, VEGF, ER-1a и андрогенных рецепторов (повышение) [53].

Наличие мутаций часто связано с развитием рака. Предполагается, что генетические мутации, совместно с подходящей микроокружающей средой, могут привести к злокачественным изменениям в очагах эндометриоза [54]. Секвенирование всего генома привело к открытию новых мутаций, но множественные соматические мутации были также обнаружены путем изучения отдельных генов. Гены и сигнальные патологические пути, связанные с эндометриоз-ассоциированным раком яичника, включают PTEN, CTNNB1, PIK3CA, Src, KRAS, нестабильность микросателлитов и ARID1A [55], который, как известно, играют ключевую роль в рецидиве эпителиального рака яичников [56]. Ген TP53 является одним из самых известных опухолевых супрессоров, и мутации в TP53 присутствуют вплоть до 50% случаев рака яичников [57]. Аналогично, мутации в катенине бета 1 (CTNNB1) были обнаружены в 60% случаев эндометриоидного рака яичников [58]. Потеря экспрессии ARID1A обычно сосуществует с активацией патологического пути PI3K-Akt или с амплификацией XNF217, предполагая ранний дебют в злокачественной трансформации эндометриоидной ткани в светлоклеточную карциному [59].

Недавнее эпигенетическое исследование сфокусировало свой взгляд на возможной взаимосвязи между метилированием промотора гена RASSF2A и развитием эндометриоз-ассоциированного рака яичников [60]. Исследование включало 40 женщин и показало более низкую экспрессию в группе с эндометриоидной светлоклеточной карциномой в стадии метилирования гена, с учётом клинической классификации и распространенности. Это означает, что данный ген может служить индикатором раннего обнаружения рака.

В другом исследовании использовалась иммуногистохимия и сравнивались различные молекулярные изменения в эндометриоз-ассоциированном светлоклеточном раке яичника [61]. Авторы обнаружили, что PTEN был значительно снижен как при эндометриозе, так и при инвазивной опухоли, в то время как рецептор эстрогена не был обнаружен в эндометриоз-ассоциированной светлоклеточной карциноме яичника. Такие гены, как ZRCC5, PTCH2, EF1A2 и PP1R14B были значительно сверхэкспрессированы в эндометриоз-ассоциированном светлоклеточном раке яичника. При серозном раке яичников наблюдали потерю экспрессии маркера WT1. Авторы пришли к выводу, что потеря экспрессии PTEN представляет собой важное раннее событие в развитии эндометриоза, в то время как потеря эндокринных рецепторов и опосредованное поликомб-транскрипционное программирование могут играть роль в злокачественной трансформации.

Многочисленные исследования сравнивали соматические раково-опосредованные мутации в очагах эндометриоза и обнаружили мутации PTEN в 53% случаях. PTEN – это ген, супрессирующий опухоль, имеющий четкую ассоциацию с раком яичников, где требуется надлежащее регулирование ферментативного пути PI3K. Этот путь имеет решающее значение при переходе от эндометриоза к раку яичников [62,63].

Другие исследования не обнаружили мутаций в генах TP53 или PIK3CA, а мутация KRAS была выявлена в глубоких инфильтрирующих поражениях эндометриоза, которые очень редко подвергаются злокачественной трансформации, делая корреляцию между раковыми мутациями и развитием эндометриоз-ассоциированного рака неясной [64].

Стационарный анализ случай-контрольный исследовал 12 однонуклеотидных полиморфизмов, генотипированных с помощью анализа TaqMan Open Array, который показал, что участок rs11651755 в гене HNF1B может каким-либо образом быть вовлеченным в патогенез превращения эндометриоза в рак [65].

Стволовые клетки

Ответы на вопросы о существовании эндометриоидных поражений до конца не раскрыты, и ни одна из современных теорий о причинах развития эндометриоза полностью их не объясняет. Когда конкретная гипотеза не раскрывает все карты, очевидными становятся комбинированные механизмы. Некоторые последние предложения выдвигают концепцию того, что эндометриоидные поражения берут начало от эктопических эндометриоидных стволовых клеток-предшественников [64,65,66]. Возможно, что стволовые клетки ответственны за нетипичное перемещение эндометриоидных клеток [67]. Вопреки традиционным теориям, развитие эндометриоза может быть вызвано именно стволовыми клетками, или, по крайней мере, находится под их сильным влиянием [67]. Если эта гипотеза верна, эндометриоидные поражения могут хотя бы частично иметь клональное происхождение [68]. Эта возможность дополнительно подтверждается тем фактом, что некоторые гены НОХ встречаются как в эктопическом эндометрии, так и при раке яичников [69]. Кроме того, нельзя упускать из виду возможность того, что трансформация стволовых клеток может играть важную роль в развитии рака яичников [70]. Однако, исследования в этой области далеки от прямых доказательств, поэтому на сегодняшний день можно только предполагать о возможной роли стволовых клеток, и призывы к их прямому применению в качестве таргетной терапии пока преждевременны [71].

Выводы

Доказательства того, что пациенты с эндометриозом имеют более высокий риск развития рака яичников, являются убедительными. Эндометриоз у молодых женщин, который персистирует и переходит в старший возраст, создаёт широкое окно для злокачественных преобразований. Однако вопрос о том, насколько высок абсолютный

риск, пока до конца не понятен. Также остаётся открытым вопрос о том, насколько эта связь является причиной. Соматические мутации PIK3CA, PTEN и ARID1A, длинных некодирующих РНК вероятно, играют роль в прогрессировании заболевания и злокачественной трансформации. Чтобы определить, какие пациенты подвергаются наибольшему риску, необходимы дальнейшие исследования.

1. de Ziegler D, Borghese B, Chapron C (2010) Endometriosis and infertility: pathophysiology and management. *Lancet* 376(9742):730–738. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(10\)60490-4](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(10)60490-4)
2. Baldi A, Campioni M, Signorile PG (2008) Endometriosis: pathogenesis, diagnosis, therapy and association with cancer (review). *Oncol Rep* 19(4):843–846
3. von Rokytansky C (1860) Ueber Uterusdrüsen-Neubildung in Uterus- und Ovarial-Sarcomen. *Z Ges Artze Wein* 37:577–593
4. Dunselman GA, Vermeulen N, Becker C, Calhaz-Jorge C, D’Hooghe T, De Bie B, Heikinheimo O, Horne AW, Kiesel L, Nap A, Prentice A, Saridogan E, Soriano D, Nelen W, European Society of Human Reproduction Embryology (2014) ESHRE guideline: management of women with endometriosis. *Hum Reprod* 29(3):400–412. <https://doi.org/10.1093/humrep/det457>
5. Guerriero S, Condous G, van den Bosch T, Valentin L, Leone FP, Van choubroeck D, Exacoustos C, Instalé AJ, Martins WP, Abrao MS, Hudelist G, Bazot M, Alcazar JL, Goncalves MO, Pascual MA, Ajossa S, Savelli L, Dunham R, Reid S, Menakaya U, Bourne T, Ferrero S, Leon M, Bignardi T, Holland T, Jurkovic D, Benacerraf B, Osuga Y, Somigliana E, Timmerman D (2016) Systematic approach to sonographic evaluation of the pelvis in women with suspected endometriosis, including terms, definitions and measurements: a consensus opinion from the International Deep Endometriosis Analysis (IDEA) group. *Ultrasound Obstet Gynecol* 48(3):318–332. <https://doi.org/10.1002/uog.15955>
6. Sofo V, Gotte M, Lagana AS, Salmeri FM, Triolo O, Sturlese E, Retto G, Alfa M, Granese R, Abrao MS (2015) Correlation between dioxin and endometriosis: an epigenetic route to unravel the pathogenesis of the disease. *Arch Gynecol Obstet* 292(5):973–986. <https://doi.org/10.1007/s00404-015-3739-5>
7. Vetvicka V, Kralickova M (2015) Current theories on endometriosis pathogenesis. *Edorium J Mol Pathol* 1:1–4
8. Vitale SG, La Rosa VL, Rapisarda AMC, Lagana AS (2017) Impact of endometriosis on quality of life and psychological well-being. *J Psychosom Obstet Gynaecol* 38(4):317–319. <https://doi.org/10.1080/0167482X.2016.1244185>
9. Kralickova M, Losan P, Vetvicka V (2014) Endometriosis and cancer. *Women’s Health* 10(6):591–597. <https://doi.org/10.2217/whe.14.43>
10. Sampson JA (1925) Endometrial carcinoma of the ovary, arising in endometrial tissue in that organ. *Arch Surg* 10(1):1–72. <https://doi.org/10.1001/archsurg.1925.01120100007001>
11. Scott RB (1953) Malignant changes in endometriosis. *Obstet Gynecol* 2(3):283–289
12. Hunn J, Rodriguez GC (2012) Ovarian cancer: etiology, risk factors, and epidemiology. *Clin Obstet Gynecol* 55(1):3–23. <https://doi.org/10.1097/GRF.0b013e31824b4611>
13. Olovsson M (2011) Immunological aspects of endometriosis: an update. *Am J Reprod Immunol* 66(Suppl 1):101–104. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0897.2011.01045.x>
14. Sayasneh A, Tsivos D, Crawford R (2011) Endometriosis and ovarian cancer: a systematic review. *ISRN Obstet Gynecol* 2011:140310. <https://doi.org/10.5402/2011/140310>
15. Vlahos NF, Kalampokas T, Fotiou S (2010) Endometriosis and ovarian cancer: a review. *Gynecol Endocrinol* 26(3):213–219. <https://doi.org/10.1080/09513590903184050>
16. Kvaskoff M, Horne AW, Missmer SA (2017) Informing women with endometriosis about ovarian cancer risk. *Lancet* 390(10111):2433–2434. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(17\)33049-0](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(17)33049-0)
17. LaGrenade A, Silverberg SG (1988) Ovarian tumors associated with atypical endometriosis. *Hum Pathol* 19(9):1080–1084
18. Maiorana A, Cicerone C, Niceta M, Alio L (2007) Evaluation of serum CA 125 levels in patients with pelvic pain related to endometriosis. *Int J Biol Markers* 22(3):200–202
19. Ness RB, Cottreau C (1999) Possible role of ovarian epithelial inflammation in ovarian cancer. *J Natl Cancer Inst* 91(17):1459–1467
20. Wang C, Liang Z, Liu X, Zhang Q, Li S (2016) The association between endometriosis, tubal ligation, hysterectomy and epithelial ovarian cancer: meta-analyses. *Int J Environ Res Public Health* 13:11. <https://doi.org/10.3390/ijerph13111138>
21. Grandi G, Toss A, Cortesi L, Botticelli L, Volpe A, Cagnacci A (2015) The association between endometriomas and ovarian cancer: Preventive effect of inhibiting ovulation and menstruation during reproductive life. *Biomed Res Int* 2015:751571. <https://doi.org/10.1155/2015/751571>
22. Zorn KK, Tian C, McGuire WP, Hoskins WJ, Markman M, Muggia FM, Rose PG, Ozols RF, Spriggs D, Armstrong DK (2009) The prognostic value of pretreatment CA 125 in patients with advanced ovarian

- carcinoma: a Gynecologic Oncology Group study. *Cancer* 115(5):1028–1035. <https://doi.org/10.1002/cncr.24084>
23. Ruderman R, Pavone ME (2017) Ovarian cancer in endometriosis: an update on the clinical and molecular aspects. *Minerva Ginecol* 69(3):286–294. <https://doi.org/10.23736/S0026-4784.17.04042-4>
 24. Ogawa S, Kaku T, Amada S, Kobayashi H, Hirakawa T, Ariyoshi K, Kamura T, Nakano H (2000) Ovarian endometriosis associated with ovarian carcinoma: a clinicopathological and immunohistochemical study. *Gynecol Oncol* 77(2):298–304. <https://doi.org/10.1006/gyno.2000.5765>
 25. Wilbur MA, Shih IM, Segars JH, Fader AN (2017) Cancer implications for patients with endometriosis. *Semin Reprod Med* 35(1):110–116. <https://doi.org/10.1055/s-0036-15971-20>
 26. Mandai M, Yamaguchi K, Matsumura N, Baba T, Konishi I (2009) Ovarian cancer in endometriosis: molecular biology, pathology, and clinical management. *Int J Clin Oncol* 14(5):383–391. <https://doi.org/10.1007/s10147-009-0935-y>
 27. Yamashita Y, Akatsuka S, Shinjo K, Yatabe Y, Kobayashi H, Seko H, Kajiyama H, Kikkawa F, Takahashi T, Toyokuni S (2013) Metis the most frequently amplified gene in endometriosis-associated ovarian clear cell adenocarcinoma and correlates with worsened prognosis. *PLoS ONE* 8(3):e57724. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0057724>
 28. Brinton LA, Gridley G, Persson I, Baron J, Bergqvist A (1997) Cancer risk after a hospital discharge diagnosis of endometriosis. *Am J Obstet Gynecol* 176(3):572–579
 29. Kim HS, Kim TH, Chung HH, Song YS (2014) Risk and prognosis of ovarian cancer in women with endometriosis: a metaanalysis. *Br J Cancer* 110(7):1878–1890. <https://doi.org/10.1038/bjc.2014.29>
 30. Gadducci A, Lanfredini N, Tana R (2014) Novel insights on the malignant transformation of endometriosis into ovarian carcinoma. *Gynecol Endocrinol* 30(9):612–617. <https://doi.org/10.3109/09513590.2014.926325>
 31. Rossing MA, Cushing-Haugen KL, Wicklund KG, Doherty JA, Weiss NS (2008) Risk of epithelial ovarian cancer in relation to benign ovarian conditions and ovarian surgery. *Cancer Causes Control* 19(10):1357–1364. <https://doi.org/10.1007/s10552-008-9207-9>
 32. Chang WH, Wang KC, Lee WL, Huang N, Chou YJ, Feng RC, Yen MS, Huang BS, Guo CY, Wang PH (2014) Endometriosis and the subsequent risk of epithelial ovarian cancer. *Taiwan J Obstet Gynecol* 53(4):530–535. <https://doi.org/10.1016/j.tjog.2014.04.025>
 33. Melin A, Sparen P, Persson I, Bergqvist A (2006) Endometriosis and the risk of cancer with special emphasis on ovarian cancer. *Hum Reprod* 21(5):1237–1242. <https://doi.org/10.1093/humrep/dei462>
 34. Mogensen JB, Kjaer SK, Møller L, Jensen A (2016) Endometriosis and risks for ovarian, endometrial and breast cancers: a nationwide cohort study. *Gynecol Oncol* 143(1):87–92. <https://doi.org/10.1016/j.ygyno.2016.07.095>
 35. Kok VC, Tsai HJ, Su CF, Lee CK (2015) The risks for ovarian, endometrial, breast, colorectal, and other cancers in women with newly diagnosed endometriosis or adenomyosis: a populationbased study. *Int J Gynecol Cancer* 25(6):968–976. <https://doi.org/10.1097/IGC.0000000000000454>
 36. Brilhante AV, Augusto KL, Portela MC, Sucupira LC, Oliveira LA, Pouchaim AJ, Nobrega LR, Magalhaes TF, Sobreira LR (2017) Endometriosis and ovarian cancer: an integrative review (endometriosis and ovarian cancer). *Asian Pac J Cancer Prev* 18(1):11–16. <https://doi.org/10.22034/APJCP.2017.18.1.11>
 37. Kobayashi H (2016) Potential scenarios leading to ovarian cancer arising from endometriosis. *Redox Rep* 21(3):119–126. <https://doi.org/10.1179/1351000215Y.0000000038>
 38. Fontana J, Zima M, Vetvicka V (2018) Biological markers of oxidative stress in cardiovascular diseases: after so many studies, what do we know? *Immunol Invest*. <https://doi.org/10.1080/08820139.2018.1523925>
 39. Vercellini P, Viganò P, Buggio L, Makieva S, Scarfone G, Cribiu FM, Parazzini F, Somigliana E (2018) Perimenopausal management of ovarian endometriosis and associated cancer risk: when is medical or surgical treatment indicated? *Best Pract Res Clin Obstet Gynaecol* 51:151–168. <https://doi.org/10.1016/j.bpobgyn.2018.01.017>
 40. Dzatic-Smiljkovic O, Vasiljevic M, Djukic M, Vugdalic R, Vugdalic J (2011) Frequency of ovarian endometriosis in epithelial ovarian cancer patients. *Clin Exp Obstet Gynecol* 38(4):394–398
 41. Lagana AS, Triolo O, Salmeri FM, Granese R, Palmara VI, Ban Frangez H, Vrtcnik Bokal E, Sofo V (2016) Natural killer T cell subsets in eutopic and ectopic endometrium: a fresh look to a busy corner. *Arch Gynecol Obstet* 293(5):941–949. <https://doi.org/10.1007/s00404-015-4004-7>
 42. Riccio LGC, Baracat EC, Chapron C, Batteux F, Abrao MS (2017) The role of the B lymphocytes in endometriosis: a systematic review. *J Reprod Immunol* 123:29–34. <https://doi.org/10.1016/j.jri.2017.09.001>
 43. Hanada T, Tsuji S, Nakayama M, Wakinoue S, Kasahara K, Kimura F, Mori T, Ogasawara K, Murakami T (2018) Suppressive regulatory T cells and latent transforming growth factor-beta-expressing macrophages are altered in the peritoneal fluid of patients with endometriosis. *Reprod Biol Endocrinol* 16(1):9. <https://doi.org/10.1186/s12958-018-0325-2>

44. Salmeri FM, Lagana AS, Sofo V, Triolo O, Sturlese E, Retto G, Pizzo A, D'Ascola A, Campo S (2015) Behavior of tumor necrosis factor-alpha and tumor necrosis factor receptor 1/tumor necrosis factor receptor 2 system in mononuclear cells recovered from peritoneal fluid of women with endometriosis at different stages. *Reprod Sci* 22(2):165–172. <https://doi.org/10.1177/1933719114536472>
45. Sturlese E, Salmeri FM, Retto G, Pizzo A, De Dominicis R, Ardita FV, Borrielli I, Licata N, Lagana AS, Sofo V (2011) Dysregulation of the Fas/FasL system in mononuclear cells recovered from peritoneal fluid of women with endometriosis. *J Reprod Immunol* 92(1–2):74–81. <https://doi.org/10.1016/j.jri.2011.08.005>
46. Vetvicka V, Lagana AS, Salmeri FM, Triolo O, Palmara VI, Vitale SG, Sofo V, Kralickova M (2016) Regulation of apoptotic pathways during endometriosis: from the molecular basis to the future perspectives. *Arch Gynecol Obstet* 294(5):897–904. <https://doi.org/10.1007/s00404-016-4195-6>
47. Jorgensen H, Hill AS, Beste MT, Kumar MP, Chiswick E, Fedorcsak P, Isaacson KB, Lauffenburger DA, Griffith LG, Qvigstad E (2017) Peritoneal fluid cytokines related to endometriosis in patients evaluated for infertility. *Fertil Steril* 107(5):1191–1199. <https://doi.org/10.1016/j.fertnstert.2017.03.013>
48. Haraguchi H, Koga K, Takamura M, Makabe T, Sue F, Miyashita M, Urata Y, Izumi G, Harada M, Hirata T, Hirota Y, Wada-Hiraike O, Oda K, Kawana K, Fujii T, Osuga Y (2016) Development of ovarian cancer after excision of endometrioma. *Fertil Steril* 106(6):1432–1437. <https://doi.org/10.1016/j.fertnstert.2016.07.1077>
49. Xu XR, Wang X, Zhang H, Liu MY, Chen Q (2018) The clinical significance of the combined detection of serum Smac, HE4 and CA125 in endometriosis-associated ovarian cancer. *Cancer Biomark* 21(2):471–477. <https://doi.org/10.3233/CBM-170720>
50. Capriglione S, Luvero D, Plotti F, Terranova C, Montera R, Scaletta G, Schiro T, Rossini G, Benedetti Panici P, Angioli R (2017) Ovarian cancer recurrence and early detection: may HE4 play a key role in this open challenge? A systematic review of literature. *Med Oncol* 34(9):164. <https://doi.org/10.1007/s12032-017-1026-y>
51. Pan Q, Luo X, Toloubeydokhti T, Chegini N (2007) The expression profile of micro-RNA in endometrium and endometriosis and the influence of ovarian steroids on their expression. *Mol Hum Reprod* 13(11):797–806. <https://doi.org/10.1093/molehr/gam063>
52. Wu RL, Ali S, Bandyopadhyay S, Alosch B, Hayek K, Daaboul MF, Winer I, Sarkar FH, Ali-Fehmi R (2015) Comparative analysis of differentially expressed miRNAs and their downstream mRNAs in ovarian cancer and its associated endometriosis. *J Cancer Sci Ther* 7(7):258–265. <https://doi.org/10.4172/1948-5956.1000359>
53. Suryawanshi S, Vlad AM, Lin HM, Mantia-Smaldone G, Laskey R, Lee M, Lin Y, Donnellan N, Klein-Patel M, Lee T, Mansuria S, Elishaev E, Budiu R, Edwards RP, Huang X (2013) Plasma microRNAs as novel biomarkers for endometriosis and endometriosis-associated ovarian cancer. *Clin Cancer Res* 19(5):1213–1224. <https://doi.org/10.1158/1078-0432.CCR-12-2726>
54. Meng Q, Sun W, Jiang J, Fletcher NM, Diamond MP, Saed GM (2011) Identification of common mechanisms between endometriosis and ovarian cancer. *J Assist Reprod Genet* 28(10):917–923. <https://doi.org/10.1007/s10815-011-9573-1>
55. Wei JJ, William J, Bulun S (2011) Endometriosis and ovarian cancer: a review of clinical, pathologic, and molecular aspects. *Int J Gynecol Pathol* 30(6):553–568. <https://doi.org/10.1097/PGP.0b013e31821f4b85>
56. Pavone ME, Lyttle BM (2015) Endometriosis and ovarian cancer: links, risks, and challenges faced. *Int J Womens Health* 7:663–672. <https://doi.org/10.2147/IJWH.S66824>
57. Lagana AS, Colonese F, Colonese E, Sofo V, Salmeri FM, Granese R, Chiofalo B, Ciancimino L, Triolo O (2015) Cytogenetic analysis of epithelial ovarian cancer's stem cells: an overview on new diagnostic and therapeutic perspectives. *Eur J Gynaecol Oncol* 36(5):495–505
58. Schuijjer M, Berns EM (2003) TP53 and ovarian cancer. *Hum Mutat* 21(3):285–291. <https://doi.org/10.1002/humu.10181>
59. Matsumoto T, Yamazaki M, Takahashi H, Kajita S, Suzuki E, Tsuruta T, Saegusa M (2015) Distinct beta-catenin and PIK3CA mutation profiles in endometriosis-associated ovarian endometrioid and clear cell carcinomas. *Am J Clin Pathol* 144(3):452–463. <https://doi.org/10.1309/AJCPZ5T2POOFMQVN>
60. Ayhan A, Mao TL, Seckin T, Wu CH, Guan B, Ogawa H, Futagami M, Mizukami H, Yokoyama Y, Kurman RJ, Shih Ie M (2012) Loss of ARID1A expression is an early molecular event in tumor progression from ovarian endometriotic cyst to clear cell and endometrioid carcinoma. *Int J Gynecol Cancer* 22(8):1310–1315. <https://doi.org/10.1097/IGC.0b013e31826b5dc>
61. Xia Y, Xiong N, Huang Y (2018) Relationship between methylation status of RASSF2A gene promoter and endometriosis-associated ovarian cancer. *J Biol Regul Homeost Agents* 32(1):21–28
62. Worley MJ Jr, Liu S, Hua Y, Kwok JS, Samuel A, Hou L, Shoni M, Lu S, Sandberg EM, Keryan A, Wu D, Ng SK, Kuo WP, Parra-Herran CE, Tsui SK, Welch W, Crum C, Berkowitz RS, Ng SW (2015)

- Molecular changes in endometriosis-associated ovarian clear cell carcinoma. *Eur J Cancer* 51(13):1831–1842. <https://doi.org/10.1016/j.ejca.2015.05.011>
63. Govatati S, Kodati VL, Deenadayal M, Chakravarty B, Shivaji S, Bhanoori M (2014) Mutations in the PTEN tumor gene and risk of endometriosis: a case-control study. *Hum Reprod* 29(2):324–336. <https://doi.org/10.1093/humrep/det387>
64. Sato N, Tsunoda H, Nishida M, Morishita Y, Takimoto Y, Kubo T, Noguchi M (2000) Loss of heterozygosity on 10q2.33 and mutation of the tumor suppressor gene PTEN in benign endometrial cyst of the ovary: possible sequence progression from benign endometrial cyst to endometrioid carcinoma and clear cell carcinoma of the ovary. *Cancer Res* 60(24):7052–7056
65. Anglesio MS, Papadopoulos N, Ayhan A, Nazeran TM, Noe M, Horlings HM, Lum A, Jones S, Senz J, Seckin T, Ho J, Wu RC, Lac V, Ogawa H, Tessier-Cloutier B, Alhassan R, Wang A, Wang Y, Cohen JD, Wong F, Hasanovic A, Orr N, Zhang M, Popoli M, McMahon W, Wood LD, Mattox A, Allaire C, Segars J, Williams C, Tomasetti C, Boyd N, Kinzler KW, Gilks CB, Diaz L, Wang TL, Vogelstein B, Yong PJ, Huntsman DG, Shih IM (2017) Cancer-associated mutations in endometriosis without cancer. *N Engl J Med* 376(19):1835–1848. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1614814>
66. Burghaus S, Fasching PA, Haberle L, Rubner M, Buchner K, Blum S, Engel A, Ekici AB, Hartmann A, Hein A, Beckmann MW, Renner SP (2017) Genetic risk factors for ovarian cancer and their role for endometriosis risk. *Gynecol Oncol* 145(1):142–147. <https://doi.org/10.1016/j.ygyno.2017.02.022>
67. Maruyama T, Yoshimura Y (2012) Stem cell theory for the pathogenesis of endometriosis. *Front Biosci (Elite Ed)* 4:2754–2763
68. Lagana AS, Vitale SG, Salmeri FM, Triolo O, Ban Frangez H, Vrtacnik-Bokal E, Stojanovska L, Apostolopoulos V, Granese R, Sofo V (2017) Unus pro omnibus, omnes pro uno: a novel, evidence-based, unifying theory for the pathogenesis of endometriosis. *Med Hypotheses* 103:10–20. <https://doi.org/10.1016/j.mehy.2017.03.032>
69. Masuda H, Matsuzaki Y, Hiratsu E, Ono M, Nagashima T, Kajitani T, Arase T, Oda H, Uchida H, Asada H, Ito M, Yoshimura Y, Maruyama T, Okano H (2010) Stem cell-like properties of the endometrial side population: implication in endometrial regeneration. *PLoS ONE* 5(4):e10387. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0010387>
70. Deane JA, Gualano RC, Gargett CE (2013) Regenerating endometrium from stem/progenitor cells: is it abnormal in endometriosis, Asherman's syndrome and infertility? *Curr Opin Obstet Gynecol* 25(3):193–200. <https://doi.org/10.1097/GCO.0b013e32836024e7>
71. Cheng W, Liu J, Yoshida H, Rosen D, Naora H (2005) Lineage infidelity of epithelial ovarian cancers is controlled by HOX genes that specify regional identity in the reproductive tract. *Nat Med* 11(5):531–537. <https://doi.org/10.1038/nm1230>
72. Bapat SA, Mali AM, Koppikar CB, Kurrey NK (2005) Stem and progenitor-like cells contribute to the aggressive behavior of human epithelial ovarian cancer. *Cancer Res* 65(8):3025–3029. <https://doi.org/10.1158/0008-5472.CAN-04-3931>
73. Taylor HS, Osteen KG, Bruner-Tran KL, Lockwood CJ, Krikun G, Sokalska A, Duleba AJ (2011) Novel therapies targeting endometriosis. *Reprod Sci* 18(9):814–823. <https://doi.org/10.1177/1933719111410713>

Хлебцова Е.Б., Сулейманов Э.А., Индербиев Т.С., Батаев Х.М.

COVID-19 и изменения желудочно - кишечного тракта

ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет»

ГБУ «Республиканский госпиталь Ветеранов Войн им. М.Т. Индербиева»

(Россия, Грозный)

doi: 10.18411/sr-10-08-2021-05

Анотация

В статье рассмотрено, что у больных с COVID-19 определенное место в клинической картине занимают изменения в желудочно-кишечном тракте. Желудочно-кишечный синдром проявлялся анорексией у 89% больных, тошнотой и рвотой у 5,9%, болями в животе у 48,3%, поносом у 13,8%, извращением вкуса у 28,4% больных. Таким образом, желудочно-кишечные расстройства занимали значительное место в клинических проявлениях желудочно-кишечного тракта при COVID-19.

Ключевые слова: желудочно-кишечный синдром, эпигастральная область, раздражение брюшины, токсическое поражение центральной нервной системы.

Abstract

The article considers that in patients with COVID-19, changes in the gastrointestinal tract occupy a certain place in the clinical picture. The gastrointestinal syndrome was manifested by anorexia in 89% of patients, nausea and vomiting in 5.9%, abdominal pain in 48.3%, diarrhea in 13.8%, taste distortion in 28.4% of patients. Thus, gastrointestinal disorders occupied a significant place in the clinical manifestations of the gastrointestinal tract in COVID-19.

Keywords: gastrointestinal syndrome, epigastric region, peritoneal irritation, toxic damage to the central nervous system.

Актуальность. Прежде всего, стоит напомнить, что наряду с респираторным в настоящее время общепризнан и фекально-оральный путь передачи вируса SARS-CoV-2. По данным исследований, при инфицировании вирус обнаруживается в тканях органов системы пищеварения: желудка, печени, пищевода, тонкой и толстой кишки. При [3] этом РНК вируса может сохраняться в кале пациента даже спустя 40 дней после выздоровления, которое подтверждается лабораторными анализами. В некоторых случаях при вирусном инфицировании гастроинтестинальные проявления могут появиться даже раньше респираторных. [2] Изменения желудочно-кишечного тракта при COVID-19 занимают определенное место в клинической картине болезни. [1] С первых дней лихорадочного периода у больных отсутствует аппетит, наблюдается тошнота, иногда рвота. Анорексия в этот период настолько выражена, что у некоторых больных появляется даже отвращение к пище. С 3-5 го дня болезни при средних и тяжелых формах появляются боли в животе, повторная рвота принятой пищей или желчью, иногда рвота с примесью крови. Патогенез рвоты при COVID-19, по-видимому, сложен. Наибольшее значение имеет токсическое поражение центральной нервной системы с вовлечением в процесс рвотного центра и местное раздражение слизистой оболочки желудка и брюшины.

Материалы и методы исследования. Исследования проводились в ГБУ РКГБВ им. М.Т. Индербиева на базе КОВИД центра и ГБУ РКБ им. Ш.Ш. Эпендиева. Было обследовано 315 больных. А так же проведено исследование некоторых показателей пепсинообразующей функции желудка у больных с COVID-19 путем определения пепсиногена плазмы крови и уропепсиногена мочи. Для определения уровня пепсиногена в плазме крови использовали хемилюминесцентный иммуноанализ на микрочастицах (СМИА), в Нг/мл (нанограмм на миллилитр). Количество уропепсина вычисляют по формуле: $x = 10^{-V} / v \cdot h \cdot s \cdot V$ - все количество мочи (в мл); v - количество мочи, взятое для опыта; s - время, за которое была собрана моча; h - время створаживания молока в секундах. Результат выражают в единицах, указывающих выделение уропепсина в час.

Результаты исследования. При изучении клиники желудочно-кишечных расстройств при COVID-19 на территории ЧР у 315 больных, легкую форму болезни мы установили в 27% случаев, среднюю – у 53,1% , тяжелую – в 19,4%. Желудочно-кишечный синдром проявлялся анорексией у 89% больных, тошнотой и рвотой у 5,9%, болями в животе у 48,3%, диареей у 13,8%, извращением вкуса у 28,4% больных. Таким образом, желудочно-кишечные расстройства занимали значительное место в клинических проявлениях желудочно-кишечного тракта при COVID-19.

Тошнота и рвота возникали обычно на 3-4-й день болезни, при средних формах они продолжались 2-3 дня, а при тяжелых – до 8-10-го дня болезни. У некоторых больных рвота была неукротимой, появлялась после каждого приема пищи или жидкости, а иногда и вне приема пищи. Рвотные массы обычно содержали остатки пищи и жидкость с примесью слизи; лишь у одного больного в рвотных массах была свежая кровь, у двух других рвотные массы были цвета кофейной гущи.

Боли в животе наблюдались обычно в конце лихорадочного периода, интенсивность их варьировала от ноющих в эпигастральной области до сильных по всему животу. Продолжительность болей в животе в среднем составляла 3-4 дня, они часто сопровождалась тошнотой и рвотой. При пальпации живота, как правило, был мягким, болезненность имела лишь в эпигастральной области, умеренно выраженная ригидность мышц передней брюшной стенки наблюдалась часто, но симптомов раздражения брюшины не было.

Дифференциальная диагностика желудочно-кишечного тракта при COVID-19 и острых заболеваний желудочно - кишечного тракта обычно не вызывает особых затруднений. Ошибки диагностики чаще допускаются в тех случаях, когда не учитывают клиническую картину болезни в целом. А фиксируют внимание лишь на симптомах поражения желудочно-кишечного тракта.

Нами так же было проведено исследование некоторых показателей пепсинообразующей функции желудка у больных с поражением желудочно-кишечного тракта при COVID-19 путем определения пепсиногена плазмы крови и уропепсиногена.

У 13 больных с поражением желудочно-кишечного тракта при COVID-19 определяли натощак уровень пепсиногена в плазме крови, который в среднем ($M \pm m$) был равен $8,1 \pm 1,01$ мг%. У 16 больных в период клинических проявлений болезни содержание уропепсиногена в суточном количестве мочи было в среднем равно $82,1 \pm 8,2$ мг/сутки. В период реконвалесценции содержание уропепсиногена у тех же больных было повышено до $178,5 \pm 28,1$ мг/сутки.

Сопоставление данных нашего наблюдения показывает, что параллелизм между изменениями кислотообразующей функции желудка с одной стороны, и уровнем пепсиногена в плазме, а также выделением уропепсиногена – с другой, при этом заболевании отсутствует.

Различные изменения желудочно-кишечного тракта у больных с COVID-19 наблюдаются довольно часто. При выраженных желудочно-кишечных симптомов COVID-19 для дифференцировки с заболеваниями желудочно-кишечного тракта необходимо учитывать весь комплекс эпидемиологических, клинических и лабораторных данных.

1. Paules CI, Marston HD, Fauci AS. Coronavirus infections— more than just the common cold. JAMA. 2020; 323(8):707–8.
2. The Novel Coronavirus Pneumonia Emergency Response Epidemiology Team. The Epidemiological Characteristics of an Outbreak of 2019 Novel Coronavirus Diseases (COVID-19) — China, 2020. China CDC Weekly. 2020;2(8):113–22. 6.
3. Liu J, Zheng X, Tong Q, Li W, Wang B, Sutter K, et al. Overlapping and discrete aspects of the pathology and pathogenesis of the emerging human pathogenic coronaviruses SARS-CoV, MERS-CoV, and 2019-nCoV. J Med Virol. 2020. [Epub ahead of print] <https://doi.org/10.1002/jmv.25709>

Belov V.P., Vinokurova E.A.

Perioperative period in the radical treatment of uterine cancer: features of management

*Tyumen State Medical University
(Russia, Tyumen)*

doi: 10.18411/sr-10-08-2021-06

Abstract

Purpose of the study is to characterize the state of coagulation and state of lipid peroxidation and antioxidant potential in cases of women with uterine cancer during surgery, to evaluate the effectiveness of the of antioxidants used in order to correct changes in the hemostatic system. 104 women were examined. Women were separated into 3 groups:

healthy, receiving standard therapy and standard therapy + selmevitum. the patients showed a change in hemostasis which was mostly prevented by using additional vitamin and mineral complex – selmevitum before and after operation.

Keywords: uterine cancer, hemostatic system, antioxidants.

In recent decades, there has been a significant increase in an increase in the incidence of benign and malignant neoplasms of the uterine body. Since 1997, in Russia, maternal body cancer has taken the first place in the structure of malignant qualitative neoplasms of the female genital organs [1, 2, 6, 14]. In the structure of mortality, oncological problems occupy one of the first places, however less known is that thrombosis appears as the second most frequent cause of death of cancer patients [9, 10, 11, 12, 13, 14]. Modern literature suggests that the activation of the hemostatic system connected with the development of chronic DIC syndrome in cancer patients.

Information about the positive effect of antioxidants in the prevention of thrombohemorrhagia caused by effects that initiate hyper-thrombinemia, the relationship of thrombohemorrhagia in neoplasia with hemocoagulation shifts caused by thrombinemia, the absence of contraindications to the use of antioxidant vitamins, their availability and the possibility of outpatient use were the basis for studying the corrective effect of antioxidant vitamins on hemostasis in the surgical treatment of myoma and uterine cancer. In addition, the nature of hemostatic disorders, especially platelet disorders, cannot be considered sufficiently studied in such operations. Data on the close relationship between hemostasis and lipid peroxidation [2, 3, 5, 8, 11] confirm the need to study the state of lipid peroxidation (LPO) in malignant and benign diseases of the uterus.

Purpose of the study

To characterize the state of coagulation (biochemical) and platelet components of hemostasis, the state of lipid peroxidation and antioxidant potential in cases of women with uterine cancer during surgery, to evaluate the effectiveness of the of antioxidants used in order to correct changes in the hemostatic system.

Research objectives:

1. To assess the state of the coagulation and platelet components of hemostasis, the intensity of LPO and Antioxidant potential (AOP) of blood in patients with uterine cancer, depending on the type of preoperative preparation (traditional or supplemented with selmevitum).
2. Along with the clinical characteristics, to assess the state of hemostasis, LPO, and AOP of blood in patients with uterine cancer after hysterectomy by laparotomy access.
3. To determine the effectiveness of the use of a complex antioxidant (selmevitum) in order to correct hemostasiological disorders in the postoperative period in patients with uterine cancer before and after surgery.

Content of the work

Scientific research is of a clinical nature. 104 women were examined, including 20 healthy donors in the second phase of the menstrual cycle and 84 women with uterine cancer or uterine fibroids who received surgical treatment (extirpation of the uterus with appendages).

To study the changes in hemostasis, LPO, and AOP, and to study the effect of the vitamin-mineral complex – selmevitum on these cases, homogeneous groups of patients were formed: control group (healthy woman)(n=20), the comparison group (normal pre-operative preparation and postoperative treatment)(n=39) and the main group (women received additional selmevitum)(n=45). Vitamin and mineral complex-selmevitum (registered by the State Pharmaceutical Committee of the Russian Federation, Protocol No. 10 of September 25, 1997) was prescribed one tablet a day 14 days before the operation and 14 days after it.

The criteria for inclusion in the groups are following: the presence of indications for planned surgical intervention, informed consent of patients for follow-up and surgical intervention, and the implementation of recommendations for treatment and prevention by women in the perioperative period. Exclusion criteria – refusal of examination and implementation of recommendations for treatment in the perioperative period, the presence of severe somatic diseases that are a contraindication to surgical treatment. Observations were carried out in the gynecological departments of the Tyumen Regional Oncological Dispensary, maternity hospital No. 3 in Tyumen, and the regional perinatal center in Tyumen.

Clinical and laboratory examinations were performed one day before, 1, 3-4 and 5-7 days after the operation. The duration of the operation, the type of anesthesia, and intraoperative blood loss were taken into account. In the postoperative period, the frequency of thrombohemorrhagic complications, the length of hospital stays, and the number of days after surgery were evaluated.

Platelet hemostasis was assessed by determining: the number of P; the distribution of their forms; the number of active forms of P (the sum of DE, SE, and S); the number and size of aggregates per 100 free cells, the number of small aggregates (2-3 P) per 100 free cells and large aggregates (4 or more cells) per 100 free cells.

Coagulation hemostasis was assessed by determining: 1) activated recalcification time (ART), 2) activated partial thromboplastin time (APTT), 3) prothrombin ratio - PR; international normalized ratio (INR), 4) fibrinogen concentration, 5) soluble fibrin – monomer complexes (RFMC), 6) products of fibrin degradation (PDF) - in the modification of A. Sh. Byshevsky et al. (1989)], 7) activity of antithrombin III (AT-III), 8) the index of plasminogen reserve (IRP). LPO was evaluated by the content of lipid peroxides-diene conjugates (DC) and malondialdehyde (MDA). AOP was judged by the content of vitamin E in red blood cells, superoxide dismutase, and glutathione-S-transferase (G-S-T).

Statistical processing of the obtained data was carried out using the Excel program by the Student method. The analysis of the relationships of the variables was carried out by the Spearman rank correlation (r_s) method. The graphical analysis was carried out in the Microsoft Graf system (MS Word 2000 application) with the construction of approximation graphs, the correctness of which was characterized by the value of the approximation coefficients (R^2).

Results

Clinical characteristics, state of hemostasis, lipid peroxidation and blood antioxidant activity in patients with malignant diseases of the uterus before and after surgical treatment. 84 women with cancer of the uterus were examined. The average age in the comparison group was 53.6 ± 13.4 years, in the main group - 52.7 ± 11.5 years. According to the diagnosis and stage of the disease, both groups were comparable (Table 1).

Table 1

Localization and stage of malignant neoplasm, n ($M \pm m$ %)

Diagnosis	Comparison group, n = 39			Main group, n = 45		
	I stage	II stage	III stage	I stage	II stage	III stage
Cancer of the body of the uterus	22 (56,4±8,0)	4 (10,9±5,1)	2 (5,1±3,6)	27 (60,0±7,4)	4 (8,9±4,3)	2 (4,4±3,1)
Cervical cancer	9 (23,1±6,8)	2 (5,1±3,6)	0 (0,0)	10 (22,2±6,3)	2 (4,3±3,1)	0 (0,0)

The patients of both groups are comparable in the frequency and severity of the pathology. The size of the uterus in patients with malignant diseases of the uterus was 6.8 ± 0.4 weeks in the comparison group, and 8.0 ± 0.9 weeks in the main group. Extirpation of the uterus with appendages was performed in 76.9% of women in the comparison group and in 80% of the main group. Wertheim surgery was performed in 17.9% of women in the

comparison group and 13.3% of patients in the main group. Removal or resection of the large omentum was performed in 5.1% of patients in the comparison group and 6.7% of patients in the main group. The volume of intraoperative blood loss was 217.0±94.0 in the main group, and 205.1±65.7 ml in the comparison group.

The patients of the main group also showed an elongation of APTT (by 42%), ART (by 21.7%), an increase in PA (by 150%), INR (by 144%), an increase in fibrinogenemia (by 256%), a high level of RFMC (by 34%) and PDF (by 52.3%), a decrease in AT III (by 32%), and IRP (by 39%) when compared with healthy women. An increase in the concentration of RFMC and PDF in the blood plasma of patients with uterine cancer before surgery indicates an increase in thrombinemia.

A significant increase in the content of FG, RFMC, and PDF in women of the comparison group was revealed on the 3rd and 4th days in comparison with the indicators before the operation (by 38, 27, and 20%, respectively) and with the first days after it (by 45, 28, and 22%).

Table 2

Coagulation hemostasis after surgery in patients with cancer of the uterus on the background of taking selmevitum (M±m)

Indicators	Before the operation n=10	1st day, n=10	3-4 days, n=10	5-7 days, n=14
ART, s	71,8±5,7	84,5±6,9 *	66,2±5,2 #	54,5±4,2 *#
APTT, s	57,7±3,3	72,0±4,3 *	61,0±5,9 #	48,2±1,6 *#
TT, s	19,6±1,7	19,4±2,6	18,2±1,7	21,8±1,1
PO	3,5±0,5	1,9±0,2 *	2,2±0,5 *	2,7±0,4 #
MNO	3,9±0,6	2,1±0,3 *	2,4±0,6 *	3,2±0,5 #
FG, g/l	8,9±1,0	5,8±0,8 *	6,0±1,0 *	6,9±0,6 *
RFMC, mg %	4,7±0,7	4,9±0,5	4,9±0,6	6,1±0,3 *#
PDF, mg %	0,84±0,06	0,78±0,04	0,85±0,07	0,84±0,08
AT III, %	64,5±3,5	69,1±3,8	79,6±1,9 *#	58,5±2,9 #
IRP, %	67,1±3,4	64,6±5,9	77,5±2,4 *#	59,2±3,9 *

Note: the * sign indicates that the differences are statistically significant ($p < 0.05$) compared to the indicators before the operation, the # sign indicates the differences within the first day after the operation

In the study of the platelet component of hemostasis (Table. 4) before the operation, the patients of the comparison group showed a decrease in the number of D (by 36%, $p < 0.05$), an increase in DE (by 28%), C (by 21%), SE (by 50%), APF (by 28%), and BBA (by 180%) relative to healthy women and patients of the main group. In the main group of patients before surgery, the number of TRS (by 46%) and the concentration of PMA (by 39%) and P3 (by 38%) were reduced in comparison with healthy women.

A statistically significant decrease in the number of P (by 18% relative to the level of day 1), an increase in the APF content (by 15%) was detected on 3-4 days after surgery, and did not decrease until 5-7 days (comparison with preoperative indicators). At the same time, NMA decreased by 3 times, NA by 41%, and D by 22% (in comparison with preoperative values). Until 5-7 days after surgery the amount of Spherocytes continued to grow (68,6%), decreased NMA (45%), NA (106%) and the number of TTS in the peripheral blood (38%) (compared with the level before surgery and 1-st day after it) (Table 3).

Table 3

The state of platelet hemostasis after surgery in patients with cancer of the uterus against the background of traditional treatment (M±m)

Indicators	Before the operation n=13	1st day, n=10	3-4 days, n=10	5-7 days, n=10
------------	------------------------------	------------------	-------------------	-------------------

TC (x10 ⁹ /l)	225,7±8,7	223,3±11,7	164,6±18,0 *#	185,8±16,2 *#
D, %	29,8±0,8	29,3±1,5	30,3±1,6	32,3±1,2
DE, %	31,9±1,9	31,9±2,8	31,9±2,0	31,0±1,4
S, %	21,8±1,1	23,2±1,1	23,3±0,9	20,5±2,1
SE, %	15,8±0,6	15,6±0,4	14,6±1,0	16,3±1,3
AF, %	68,7±1,5	70,7±1,5	69,7±1,6	67,8±1,2
NSA (per 100 cells)	8,4±1,1	13,4±0,8 *	6,1±1,3 #	8,7±1,3 #
NLA (per 100 cells)	2,8±0,4	2,8±0,7	2,7±0,9	2,6±0,7
NA (per 100 cells)	11,2±1,4	16,2±1,2 *	8,9±2,2 #	11,3±1,9 #
P ₃ , %	43,9±5,0	39,1±5,0	36,4±8,4	38,9±3,2

Table 4

The state of platelet hemostasis after surgery in patients with cancer of the uterus on the background of taking selmevitum (M±m)

Indicators	Before the operation n=10	1 st day, n=10	3-4 days, n=10	5-7 days, n=14
P (x10 ⁹ /l)	133,4±10,8	138,1±11,0	113,5±6,2 #	99,8±4,6 *#
D, %	42,3±2,4	35,2±1,7 *	32,9±2,4*	33,53±1,9 *
DE, %	28,0±1,6	28,0±1,7	28,3±1,8	20,6±1,2 *#
S, %	20,4±1,1	23,9±1,1	30,1±3,7 *	34,4±1,7 *#
SA, %	9,3±0,9	12,3±0,9 *	10,7±0,7	11,1±1,0 *
AF, %	58,3±2,7	64,8±1,7 *	67,1±2,4 *	66,5 ±1,9 *
NSA (per 100 cells)	5,1±0,6	6,4±1,6	3,5±0,5	2,8±0,8 *
NLA (per 100 cells)	1,3±0,3	0,8±0,1 *	0,4±0,2 *#	0,4±0,1 *#
NA (per 100 cells)	6,4±0,8	7,2±1,6	3,9±0,5 *#	3,1±0,9 *#
P ₃ , %	27,1±5,0	36,5±4,0	26,6±2,9 #	27,1±1,6 #

From the data in Table 5, it can be seen that in the women of the main group, high activity of SOD persisted throughout the postoperative period, and this led to a compensatory decrease in the concentration of G-S-T by 3-7 days, and by 5-7 days to a decrease in the level of lipid peroxides.

Table 5

The state of LPO and AOP after radical operations in patients with uterine oncopathology on the background of selmevitis (M±m)

Indicators	Before the operation, n=16	1 st day, n=15	3-4 days, n=13	5-7 days, n=18
DC, nmol / ml	114,4±6,1	114,3±7,3	102,9±6,8 *#	100,8±3,8 *#
MDA, nmol / ml	15,3±1,3	13,7±0,9	17,1±1,5 *#	16,6±1,0 *#
Vit. E, nmol / ml	4,9±0,3	5,3±0,7	4,4±0,3	3,4±0,3 *#
SOD, c.u.	27,5±5,6	43,9±6,6 *#	31,0±6,9 #	34,1±6,7 *#
G-S-T, nmol / (min.l)	940,6±175,1	793,3±125,1	523,2±105,5 *#	675,7±127,9 *

The women in the comparison group showed a high degree of correlation between the level of LPO products and the concentration of FH, IRP, and the number of P. There was a strong positive relationship between G–S–T and ART and INR, and a strong negative relationship between G–S–T and IRP, G–S–T and the number of P.

Thus, oncopathology of the uterus, extensive gynecological surgery (removal of the uterus with appendages) contributes to the intensification of LPO and the associated activation of platelet and coagulation units of hemostasis.

In addition to traditional therapy with selmevitum, which was accompanied by an increase in AOP and inhibition of LPO, hemostatic disorders caused by malignant uterine disease and their surgical treatment are significantly weakened and hemostatic indicators quickly returned to original values. This confirms the connection of hemostasiological

changes with the intensification of LPO and provides grounds for including the antioxidant selmevitum in the complex of conventional therapy.

Conclusions

1. In patients suffering from uterine cancer, lipid peroxidation was accelerated and antioxidant protection was activated (a twofold increase in the level of glutathione–S–transferase) and signs of the development of the "transitional" stage of disseminated intravascular coagulation (elongation of APTT, TT, an increase in PR, INR, RFMC, PDF and fibrinogen levels, a decrease in AT III, IRP, an increase in the number of APF and the number of large aggregates) were found, which persisted after radical surgery for oncopathology of the uterus up to 7 days.
2. Activation of hemostasis in all surgical interventions in patients with uterine cancer is synchronized with the acceleration of LPO and a decrease in the content of vitamin E in red blood cells. The addition of traditional therapy with selmevitum limits the activation of LPO and leads to an increase in the antioxidant potential.

Practical recommendations

1. To limit hemostasiological changes in the surgical treatment of patients with uterine cancer, it is recommended to prescribe selmevitum 1 tablet per day (14 days before and 14 days after surgery against the background of traditional therapy).
2. Before performing laparotomic radical operations for the treatment of malignant diseases of the uterus, and in the postoperative period, it is recommended to establish the number of P, the number of small platelet aggregates, determine ART, APTT, TT, PR, INR, FG, RFMC, PDF, AT III, IRP, the level of primary and secondary products of LP and G-S-T.

1. Berlev I.V., Nekrasova E.A., Urmancheeva A.F., Ulrikh E.A. and others. Results of laparoscopic surgery of endometrial cancer: the experience of the FGBU "Research Institute of Oncology named after NN Petrov" // *Problems of Oncology*. 2015. T. 61. № 3. C.362-368.
2. Byshevsky A.Sh., Vinokurova E.A., Yaskevich N.N., Malkhazova M.T., Shevlyukova T.P. Influence of radical surgical treatment in patients with uterine cancer on the state of antioxidant protection and hemostasis // *Medical Science and Education of the Urals*. Tyumen: "Academy". - 2009. - 1. - C.63-66.
3. Vinokurova E.A., Gorodnicheva I.E., Kiseleva M.A. The effectiveness of menopausal hormone therapy in women with menopausal syndrome // *Doktor.Ru*. 2020. T. 19. № 1. C.38-41. DOI: 10.31550/1727-2378-2020-19-1-38-41
4. Vinokurova E.A. Hemostasis during surgical interventions in gynecological practice (monograph). - Moscow, "Medical Book" 2006. 100 c.
5. Vinokurova E.A. The state of platelet hemostasis in women with benign and malignant diseases of the uterine body // *Bulletin of the Tyumen State University*. 2006. № 6. C.226-232.
6. Dikareva E.L., Govorov I.E., Komlichenko E.V., Pervunina T.M., Ulrikh E.A. Results of successful treatment of malignant neoplasms of the uterine body in patients with burdened comorbid status (clinical cases) // *Problems of Oncology*. 2020. T. 66. № 6. C.659-666.
7. Kiseleva M.A., Evsegneeveva L.K. Study of the reproductive portrait of patients with cervical cancer // *Innovative scientific research №5-1(7) Май 2021 –С. 175-180*.
8. Lavrinovich O.E., Smirnova O.A., Meshkova I.E., Ulrikh E.A. and others. The main oncological aspects of the diagnosis of precancerous diseases and early stages of malignant tumors of the endometrium, cervix and ovary // *Obstetrics and gynecology*. 2020. № S1. C.5-17.
9. Nechushkina V.M., Kolomiets L.A., Kravets O.A., Morkhov K.Yu. and other Practical recommendations for drug treatment for the treatment of cancer of the body of the uterus and uterine sarcomas // *Malignant tumors*. 2019. T. 9. № 3S2. C.218-232.12.
10. Polyakova V.A., Byshevsky A.Sh., Vinokurova E.A., Chernova A.L. et al. Experience of pathogenetic correction of hemostasis disorders in laparoscopic gynecological operations // *Obstetrics and gynecology*. - M., - 2008. № 4. - C.39-45.

11. Abramova J.V., Kiseleva M.A. Analysis of the structure of clinical and anamnestic characteristics in Patients with the cancer of the body of the uterus // Colloquium – journal №13 (100) 2021 Część 1 (Warszawa, Polska). - P.16-21
 12. Amant F. et al. Cancer of the corpus uteri // Int. J. Gynaecol. Obstet. 2015. Vol. 131. P. 96-104.
 13. Malpica A., Euscher E.D., Hecht J.L., Ali-Fehmi R. et al. Endometrial Carcinoma, Grossing and Processing Issues: Recommendations of the International Society of Gynecologic Pathologists // Int. J. Gynecol. Pathol. 2019. 38. 1. P.9-24.
 14. Kahramanoglu I., Demirkiran F., Bese T., Meydanli M.M., Yalcin I., et al. SATEN III - splitting adjuvant treatment of stage III endometrial cancers: an international, multicenter study // International Journal of Gynecological Cancer. 2019. T. 29. № 8. C.1271-1279.
-

РАЗДЕЛ II. ПИЩЕВАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

Донецких А.Г. ^{1,2}

Показатели роста и развития бычков различного направления продуктивности

¹Всероссийский научно-исследовательский институт холодильной промышленности – филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН

²ФГБОУ ВО Российский государственный аграрный университет – Московская сельско-хозяйственная академия им. К.А. Тимирязева
(Россия, Москва)

doi: 10.18411/sr-10-08-2021-07

Аннотация

Приведены данные весового роста бычков разного направления продуктивности. Изучен рост и развитие бычков симментальской, абердин-ангусской и герефордской пород в период их выращивания и кормления. Показано изменение живой массы, коэффициент и динамика роста бычков в зависимости от породной принадлежности и направления продуктивности. Установлено, что на интенсивность роста и развития животных, а также на динамику роста живой массы определенное влияние оказывает направление продуктивности.

Ключевые слова: живая масса, рост и развитие, среднесуточный прирост, породы различного направления продуктивности.

Abstract

The data on the weight growth of bulls of different productivity directions are given. The growth and development of bulls of the Simmental, Aberdeen-Angus and Hereford breeds during their cultivation and feeding were studied. The change in the live weight, the coefficient and the dynamics of the growth of bull calves depending on the breed affiliation and the direction of productivity is established. It is established that the direction of productivity has a certain influence on the intensity of growth and development of animals, as well as on the dynamics of the growth of live weight.

Keywords: live weight, growth and development, average daily growth, breeds of various productivity directions.

В настоящее время в нашей стране одной из важнейших задач развития агропромышленного комплекса является обеспечение населения полноценным мясом и мясными продуктами с высоким содержанием белков, жиров, витаминов и минеральных веществ. Поэтому развитию мясного скотоводства в дальнейшем будет уделяться особое внимание, в связи с возросшим спросом на качественную говядину, что в дальнейшем позволит значительно увеличить поголовье мясного скота. Это возможно за счет использования комбинированных и специализированных мясных пород, таких как, симментальская, абердин-ангусская и герефордская [2,3].

Производство высококачественной говядины за счет использования отечественных пород молочного и комбинированного направления продуктивности в скрещивании со специализированными мясными породами имеет важное народно-хозяйственное значение [4, 2].

Установлено, что на качество говядины влияют порода, пол, возраст животного, его упитанность, условия кормления и содержания [6-8].

В ранее проведенных исследованиях отмечалось, что в мясе бычков симментальской породы содержание воды, белка и минеральных веществ было

высоким, а содержание жира меньше по сравнению с абердин-ангуссами и герефордами. Следовательно, мясо симменталов более постное, чем мясо у специализированных мясных пород [3].

Абердин-ангусская и герефордская породы крупного рогатого скота относятся к мясным породам и после убоя они дают говядину высокого качества [3, 5]. Симментальский скот комбинированного направления продуктивности в последние годы широко используют в чистопородном разведении и для улучшения мясной продуктивности скота молочного и комбинированного направления продуктивности. Они отличаются высокой интенсивностью роста, хорошо используют грубые корма, способны длительный период сохранять высокую энергию роста [2].

Методика исследований. Экспериментальную работу выполняли в племенном хозяйстве ООО «Фаворит» Тульской области. Объектами исследования служили чистопородные бычки симментальской, абердин-ангусской и герефордской пород. От рождения до 6-ти месячного возраста бычков симментальской породы содержали по технологии выращивания молочного скота – в индивидуальных домиках на выпоечных площадках, а абердин-ангусской и герефордской пород – по технологии выращивания мясного скота на подсосе по системе «корова-теленки» в условиях пастбищного содержания [6]. Тип кормления – силосно-сенажный (сено, солома, силос, сенаж и зерносмесь) согласно детализированными нормами и рационами кормления откормочного молодняка [7]. Живую массу бычков определяли в 6, 8, 10, 12 и 15-ти месячном возрасте.

Результаты исследований. Наибольшей живой массой при рождении обладали телята породы герефорд (32,0 кг), а наименьший – абердин-ангусской (25,0 кг), что связано с биологическими особенностями коров абердин-ангусской породы [8]. С 6-ти до 15-ти месячного возраста живая масса у бычков симментальской, абердин-ангусской и герефордской пород соответственно увеличилась на 289,8; 305,6 и 320,9 кг. В абсолютных величинах наибольший ее рост отмечен у бычков герефордской породы, по сравнению с симменталами и абердин-ангуссами соответственно на 31,1 кг и 15,3 кг. Таким образом, наиболее высокую живую массу при снятии с откорма имели бычки породы герефорд – 504,3 кг, что выше по сравнению с симменталами и абердин-ангуссами соответственно на 53,1 кг, или на 10,5 % и 26,1 кг, или на 5,2 %. Аналогичную картину наблюдали и в другие периоды выращивания бычков изучаемых пород. С 6-ти до 15-ти месячного возраста по живой массе они соответствовали классу элита.

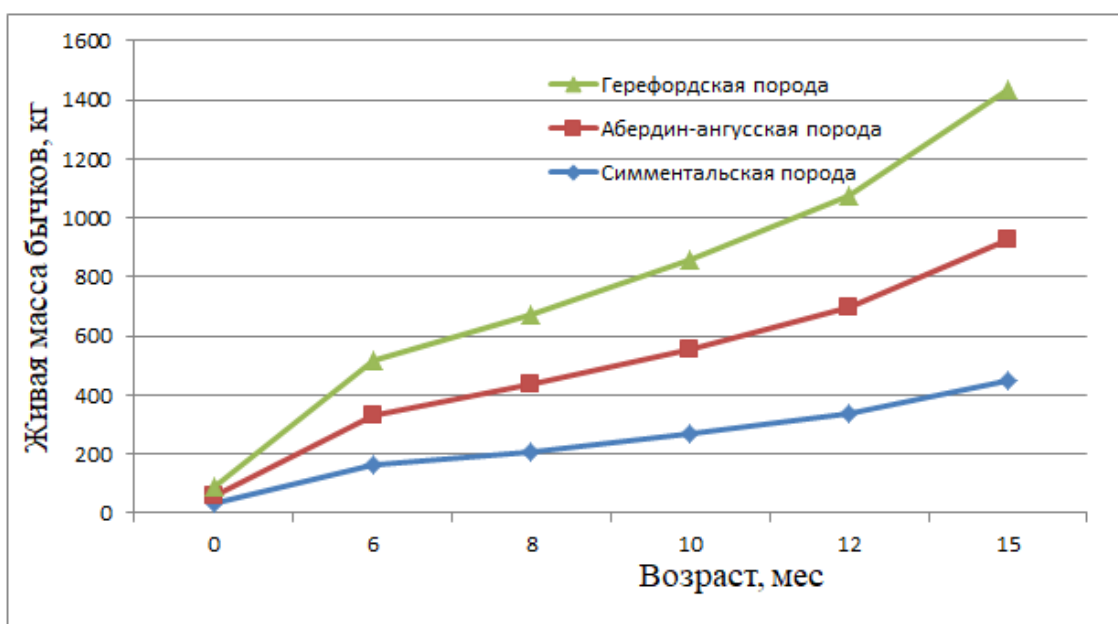


Рисунок 1 – Изменение живой массы бычков исследуемых пород

Среднесуточный прирост живой массы с 6-ти до 15-ти месячного возраста составил у бычков симментальского, абердин-ангусского и герефордского скота соответственно 1053,8; 1111,2 и 1166,9 г (рис. 2).

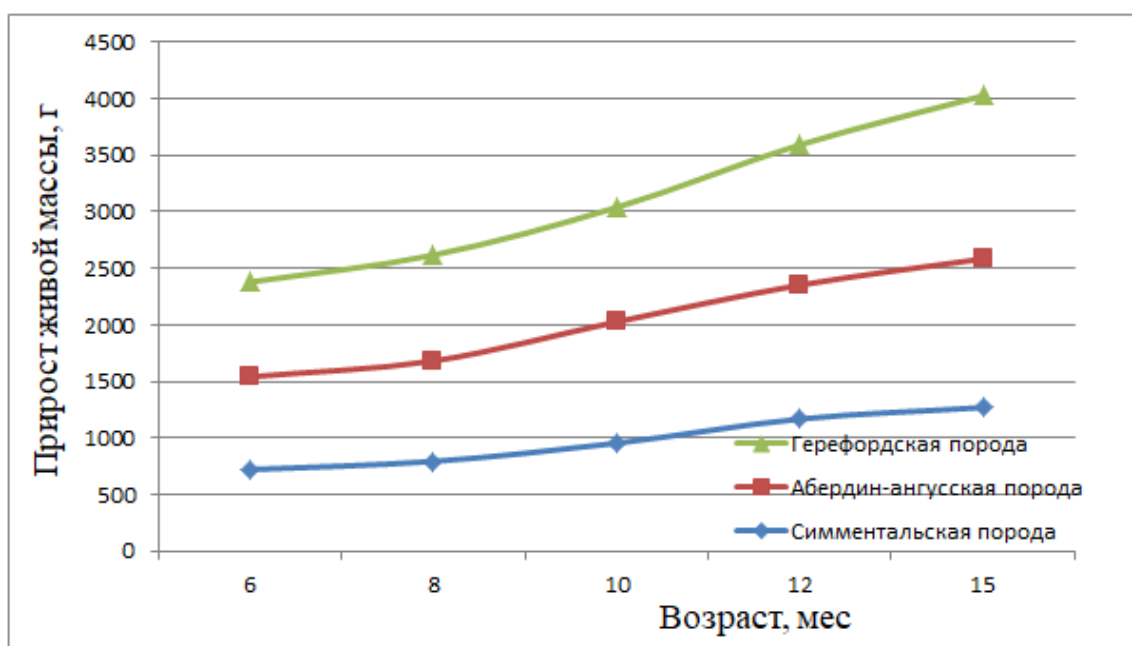


Рисунок 2 – Данные среднесуточного прироста живой массы бычков исследуемых пород с 6 до 15 мес. возраста

У последних, по сравнению с симментальской и абердин-ангусской породой, среднесуточные приросты живой массы были выше соответственно на 113,1 г, или на 9,7 % и 55,7 г, или на 4,8 %. Таким образом, бычки мясных пород абердин-ангусской и герефордской характеризовались более высокой скоростью роста, по сравнению с симменталами.

Заключение. В заключении следует отметить, что на рост и развитие животных влияют месяц рождения и сезон года, а также условия кормления и содержания. В условиях центральной зоны России бычки породы герефорд на откорме с 6-ти до 15-ти месячного возраста по среднесуточным приростам живой массы превосходили

аналогов симментальской и абердин-ангусской пород соответственно на 113,1 г, или на 9,7 % и на 55,7 г, или 4,8 %. В разные периоды роста и развития бычки исследуемых пород достигают оптимальной убойной живой массы к 15-ти месячному возрасту.

1. Исследование биологической ценности говядины, полученной от межвидовых гибридов яка и крупного рогатого скота / В. А. Багиров, И. М. Чернуха, А. Б. Лисицын и др. // Вопросы питания. 2014. Т. 83. № 6. С. 81–85.
2. Прохоров И. П., Лукьянов В. Н., Пикуль А. Н. Рост, развитие и мясная продуктивность бычков симментальской породы и ее помесей с герефордской и шаролеизской // Научно-теоретический журнал «Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии». 2014. № 4. С. 74–89.
3. Костомахин Н.М. Породы крупного рогатого скота. – Москва: Колос, 2011. – С. 60-65. – 119 с.
4. Иванкин А.Н. Анализ безопасности и качества мясного сырья как основа создания обогащенных продуктов питания / А.Н. Иванкин Т.Г. Кузнецова // Научное обеспечение инновационных процессов в мясоперерабатывающей отрасли. Сборник докладов. Том 2. – 2005. – Том 2. – С. 3–13.
5. Донник И.М. Биологические особенности и мясная продуктивность бычков чернопестрой, абердин-ангусской и герефордской пород / И.М. Донник М.М. Шамидова, С.А. Грикшас, М.Р. Аббасов // Аграрный вестник Урала. 2015. – № 6 (136). С. 47–50.
6. Some biochemical aspects pertaining to beef eating quality and consumer health: A review / V. Muchenje, K. Dzama, M. Chimonyo, etc. // Food Chemistry. 2009. Vol. 112. Pp. 279–289.
7. Biological meat value and productivity of steers in the conditions of non-chernozem zone / S. A. Griksas, M. M. Shamidova, Y. F. Yuldashbaeb, etc. // International Journal of Pharmaceutical Research. 2018. Vol. 10. Pp. 641–645.
8. Донецких А. Г. Продуктивность и биологические особенности симментальской, абердин-ангусской и герефордской пород крупного рогатого скота // Достижения науки и техники АПК. 2019. Т. 33. № 4. С. 74–76. DOI: 10.24411/0235-2451-2019-10419.
9. Mazzucco J. P. Growth, carcass and meat quality traits in beef from Angus, Hereford and cross-breed grazing steers, and their association with SNPs in genes related to fat deposition metabolism / Mazzucco J. P., Goscynski D. E., Ripoli M. V., etc. // Meat Science. 2016. Vol. 114. Pp. 121–129.
10. Raidan, Selection of performance-tested young bulls and indirect responses in commercial beef cattle heard on pastures and in feedlots / F. S. Raidan, D. C. Santos, M. M. Moraes, etc. // Genetics, Selection, Evolution 2016. 48:85.

Корниенко В.Н.^{1,2}, Сучков А.Н.¹

Аккумуляция холода как фактор энергосбережения в пищевой промышленности

¹Всероссийский научно-исследовательский институт холодильной промышленности – филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН

²ФГБОУ ВО «Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского» (Россия, Москва)

doi: 10.18411/sr-10-08-2021-08

Аннотация

Аккумуляция холода представляет собой экономически выгодную технологию сохранения тепловой энергии на более низком температурном уровне, чем окружающая среда, и является одним из путей повышения эффективности использования энергоресурсов. Применение хладоаккумуляторов в системах охлаждения предприятий пищевой промышленности позволяет рационально использовать сезонный природный холод, обеспечивать экономически выгодное накопление искусственного холода в период действия льготного тарифа на электроэнергию, и расходование его в период пиковых нагрузок.

Ключевые слова: аккумуляция холода, тепловая нагрузка, хладоаккумулятор, аккумулялирующее вещество, система охлаждения.

Abstract

Cold storage is a cost-effective technology for storing thermal energy at a lower temperature level than the environment, and is one of the ways to improve the efficiency of energy use. The use of refrigeration accumulators in the cooling systems of food industry enterprises makes it possible to use rationally the seasonal natural cold, to ensure an economically beneficial accumulation of artificial cold during the period of the preferential electricity tariff, and its consumption during peak loads.

Keywords: cold storage, heat load, cold storage, storage substance, cooling system.

Проблема экономии тепловой энергии, обусловленная в первую очередь дефицитом топливно-энергетических ресурсов, в настоящее время как никогда актуальна. Основные пути ее решения заключаются в модернизации существующих и внедрении новых энергоэффективных технологий и оборудования, разработке экономичных режимов его эксплуатации [1, 2].

Производство искусственного холода для нужд различных отраслей пищевой промышленности требует больших расходов электроэнергии, поэтому первостепенная роль отводится вопросам его рационального использования [3,4].

Наряду с внедрением мероприятий по совершенствованию процессов холодильной обработки пищевых продуктов и оборудования для их реализации, следует совершенствовать суточные и годовые графики потребления тепловой энергии (холода) [5]. При этом следует учитывать необходимость:

- создания резерва холода в случае внезапного прекращения работы холодильных установок;
- компенсации неравномерности расхода холода во многих технологических процессах;
- использования льготных тарифов на электроэнергию.

Необходимо также резко увеличить объемы использования вторичных энергоресурсов, отработанного и естественного холода, поддающихся регенерированию источников энергии, и т.д. При этом следует обращать внимание на ряд особенностей:

- вероятность несоответствия (во времени и/или в пространстве) между возможностью получения холода и потребности в нем;
- периодичность и нестабильность большинства вторичных и естественных источников холода.

Один из путей решения указанных проблем – аккумулярование энергии холода (АЭХ). АЭХ представляет собой экономически выгодную технологию сохранения тепловой энергии на более низком температурном уровне, чем окружающая среда, которая помогает повысить эффективность использования энергоресурсов. На рисунке 1 представлена принципиальная схема осуществления процесса АЭХ с помощью аккумуляторов холода (АХ).



Рисунок 1 – Принципиальная схема осуществления процесса АЭХ в системах охлаждения

Основной принцип АЭХ в охлаждающих системах с машинным охлаждением – использование недорогого электричества внепиковых периодов потребления (ночное время суток) для удовлетворения потребности в охлаждении в дневное время, когда цена за электричество выше [6].

Поэтому в настоящее время во многих странах все больше внимания обращают на совершенствование и внедрение различных видов АХ, использующих аккумулирующие вещества (АВ) емкостного (без фазового перехода АВ) или латентного (фазовым переходом АВ) типов для таких систем, которые позволяют в случае:

- неравномерного характера тепловых нагрузок на холодильное оборудование (ХО) и/или наличия их кратковременных пиковых значений:
 - уменьшить установленную мощность ХО, что приводит к снижению капитальных затрат и повышению надежности системы;
 - эксплуатировать ХО в наиболее оптимальном режиме, что приводит к увеличению их коэффициента рабочего времени и повышению КПД;
- частичного или полного производства и аккумуляции холода в ночные часы с последующим его использованием в дневное время суток:
 - осуществить разгрузку распределительных электростанций и подстанций, снизить их установочные энергогенерирующие мощности;
 - более рационально эксплуатировать имеющиеся энергомощности, и, соответственно, увеличить коэффициент продуктивного использования природных источников энергии, прежде всего нефти, газа, угля и т.д.

На рисунке 2 в качестве примера представлен график тепловой нагрузки на ХО для центрального молокоприемного пункта, который состоит из двух периодов, соответствующих поступлению молока после утренней и вечерней дойки, продолжительностью τ_1 и τ_2 [7].

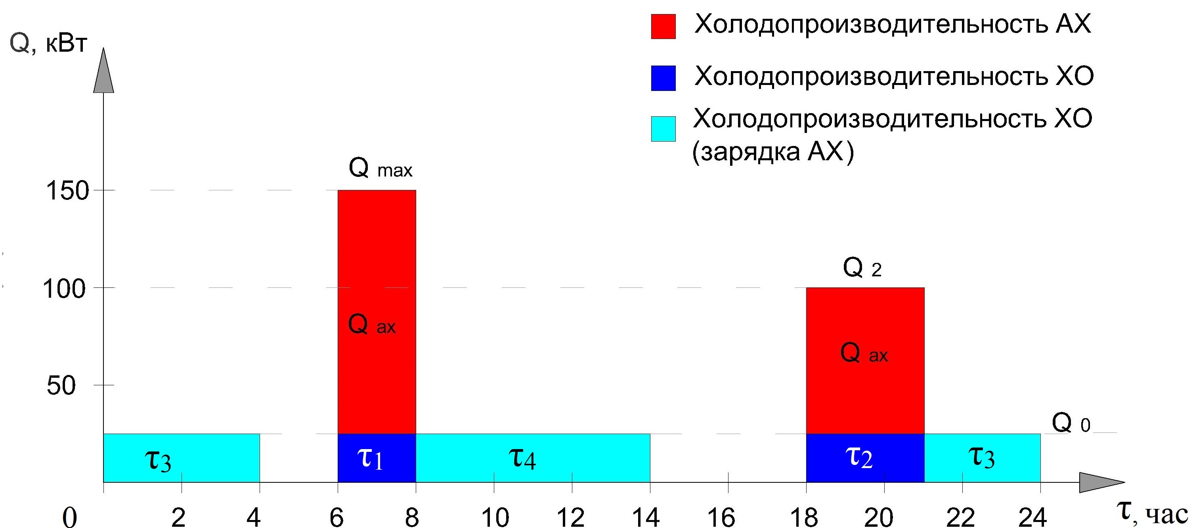


Рисунок 2 – Суточный график тепловой нагрузки для центрального молокоприемного пункта производительностью 20 тонн молока в сутки

Без использования АХ холодопроизводительность ХО должна быть равна $Q_0 \geq Q_{\max}$, а при применении АХ – $Q_0 \geq Q_{\max} - Q_{\text{ак}}$ за счет дополнительного количества холода $Q_{\text{ак}}$, накопленного при работе холодильного оборудования в периоды отсутствия тепловой нагрузки продолжительностью τ_3 и τ_4 . Соответственно, коэффициент рабочего времени ХО увеличивается с $K_{\tau} = 0,18 \dots 0,23$ до $K_{\tau} = 0,75 \dots 0,8$, а установочная мощность ХО снижается в 5 раз.

Основные выгоды, которые АЭХ дает пищевым предприятиям, как потребителям, и энергетическим компаниям, как производителям энергии, кроме перечисленных ранее преимуществ – более производительная, энергоэффективная и безопасная система функционирования предприятий на фоне положительного влияния на экологию окружающей среды за счет снижения выбросов CO_2 и хлорфторуглеродов.

Особое внимание необходимо также уделять использованию естественного холода, что позволяет решать как экологические проблемы, так и значительно снижать энергозатраты на производство искусственного холода в условиях существенного роста цен на энергоносители.

Наиболее распространенными способами осуществления АЭХ в данном случае являются:

- сезонное накопление низкопотенциальной энергии в виде льда, воды в водоемах, охлажденных грунтов и т.д. в холодный период года и использование холода в теплое время [8, 9];
- использование либо термодинамической ценности холодного наружного (зимний период), либо суточной термической неравновесности атмосферного воздуха (осенне-весенний период) [10, 11].

Однако области применения охлаждающих систем, работающих на естественном холоде, в значительной степени ограничены. Это связано с нестабильностью данного источника тепловой энергии, климатическими особенностями местности, суточной и сезонной периодичностью.

Преимущество систем охлаждения с аккумуляторами сказываются на ежегодном росте их промышленного внедрения [12]. В тоже время высокие требования, предъявляемые к современному ХО и новым технологиям холодильной обработки, не всегда могут быть выполнены с помощью традиционных АВ и существующих конструкций АХ [13]. Поэтому большинство научно-исследовательских разработок в данной области направлены на создание экономичных систем охлаждения, оснащенных эффективных АХ, работающих на новых перспективных АВ.

В агропромышленном комплексе и в пищевой промышленности аккумуляторы холода обычно используют в системах охлаждения молочных заводов и молокоприемных пунктов, предприятий по производству пива, напитков и соков, при холодильной обработке плодоовощной продукции после сбора. Неравномерный характер тепловых нагрузок на холодильное оборудование наблюдается на предприятиях в мясной и других отраслей пищевой промышленности, работающих в одну смену и имеющих отделения обработки при строго определенной температуре (таблица 1). Широко распространены аккумуляторы холода и в установках кондиционирования воздуха, являющихся крупнейшими потребителями электроэнергии в наиболее энергонапряженный (дневной) период суток [14].

Таблица 1

Области применения аккумуляторов холода в пищевой промышленности

Области применения АХ	Применяемые типы АХ	Применяемые типы АВ	Перспективные типы АВ
Системы охлаждения молочных заводов, молокоприемных пунктов	емкостные (водяные); ледяные (панельные, трубчатые, змеевиковые, батарейные); льдогенераторы;	вода; лед;	бинарный лед; спиртовые растворы; эвтектические растворы для зероторов;
Системы охлаждения предприятий по производству пива, безалкогольных напитков, соков, концентратов, сублимированных напитков.	емкостные (все типы); латентные (все типы);	вода; лед; рассолы; растворы этиленгликоля	бинарный лед; водомасляные смеси эвтектические растворы; кристаллогидраты солей;
Системы охлаждения мясокомбинатов, колбасных цехов, пищевых производств.	емкостные (водяные и рассольные); ледяные (панельные, батарейные, фригаторные);	вода;	клатратные и гидратные соединения; парафины; органические кислоты; спирты, эфиры;
Системы замораживания и сублимирования пищевых продуктов, заводов по производству быстрозамороженных блюд, ягод, овощей, и т.д.		водные растворы органических/неорганических веществ	
Системы технологического кондиционирования предприятий	емкостные (водяные и рассольные); ледяные (панельные, батарейные);	вода; лед; водные растворы солей;	бинарный лед; водомасляные смеси; гидраты органических жидкостей;

Применение АХ в системах холодоснабжения предприятий пищевой промышленности позволяет рационально использовать сезонный природный холод, обеспечивать экономически выгодное накапливание холода, вырабатываемого с помощью ХО в период действия льготного тарифа на электроэнергию, и расходование его в период пиковых нагрузок. Экономия электроэнергии на выработку холода при применении АХ может составить до 50% и выше по сравнению с традиционными системами охлаждения.

1. Корниенко В.Н. Проблемы повышения энергоэффективности холодильных процессов в мясной отрасли / В.Н. Корниенко, Н.А. Горбунова // Все о мясе.– 2020. –№ .5S – С. 153 – 156 (BAK) DOI 10.21323/2071-2499-2020-5S-153-156
2. MacCracken M. Thermal energy storage in sustainable building. / М. MacCracken // ASHRAE. – 2004. – № 46(9). – Р. 52–55.
3. Корниенко, В.Н. Энергоэффективность процесса термической обработки мясного сырья в холодильных камерах / В.Н. Корниенко, Н.С. Николаев, Г.С. Руденко // Все о мясе.– 2020. –№ 4. – С. 6 – 11 DOI 10.21323/2071-2499-2020-4-6-11.

4. Zalba B. Review on thermal energy storage with phase change: materials, heat transfer analysis, and applications. / B. Zalba, J.M. Marin, L.F. Cabeza, H. Mehling // Applied Thermal Engineering. – 2003. – №23. – P. 251–283.
5. MacCracken M. Energy storage providing for a low-carbon future. / M. MacCracken // ASHRAE. – 2010. – №2. – P. 8–36.
6. Sebzali M.J. The impact of using chilled water storage systems on the performance of air-cooled chillers in Kuwait. / M.J. Sebzali, P.A. Rubini // Energy Build. – 2007. – №39. – P. 975–984.
7. Корниенко В.Н. Методика теплотехнического расчета аккумуляторов холода для охлаждающих систем с пиковыми тепловыми нагрузками / В.Н. Корниенко. // Сборник научных трудов к 80-летию ВНИХИ. – М.: ГНУ ВНИХИ Россельхозакадемии, 2010. – С.27–37.
8. Зверев С.С. Холодильник-аккумулятор естественного холода в условиях Якутии / С.С. Зверев // Переработка сельскохозяйственной продукции. – 2010. – №10. – С. 103–108.
9. Зейгарник Ю.А. Система сезонного аккумулирования природного холода для круглогодичного холодоснабжения здания и сельскохозяйственных объектов / Ю.А. Зейгарник, Ю.А. Попель О.С., В.Л. Низовский, Л.В. Низовский // Известия РАН. Энергетика. –2012. – №5. – С. 90–97.
10. Bejarano G. Novel scheme for a PCM-based cold energy storage system. Design, modelling, and simulation / G. Bejarano, J.J. Suffo, M. Vargas, M.G. Ortega //Applied Thermal Engineering. – 2018. – Т. 132. – P. 256–274.
11. Клименко В.В. Газогидратные аккумуляторы природного холода в системах активного вентилирования плодоовощехранилищ / В.В. Клименко, А.В. Скрипник, В.Н. Корниенко. // Энерготехнологии и ресурсосбережение. – 2011. – № 2. – С. 16 – 19.
12. Dutil Y.A review on phase-change materials: Mathematical modeling and simulations / Y. Dutil, D.R. Rousse, N.B. Salah, S. Lassue, L. Zalewski // Renewable and Sustainable Energy Reviews. – 2011. – № 15. – P. 112–130.
13. Dominguez M. La acumulacion de frio, importante elemento de seguridad en instalaciones de climatizacion / M. Dominguez, J. Culubret, D. Garcia, C. Garcia, A. Soto // Instalador. – 2000. – № 361. – P. 5–10.
14. Сучков А.Н. Аналитический обзор известных технологий аккумулирования холода. / А.Н. Сучков, В.Н. Корниенко, Б.С. Бабакин, М.И. Воронин // Инновационные технологии обработки и хранения сельскохозяйственного сырья и пищевых продуктов (сборник научных трудов ученых и специалистов к 90-летию ВНИХИ). – М.: ВНИХИ; Саратов: Амирит, 2020. – С. 354 – 367.

Корниенко В.Н.^{1,3}, Николаев Н.С.², Пранцуз О.С.³, Донецких А.Г.¹

Факторы, влияющие на энергоэффективность эксплуатации холодильных камер

¹*Всероссийский научно-исследовательский институт холодильной промышленности – филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН*

²*ФГБОУ ВО «Московский государственный университет пищевых производств»*

³*ФГБОУ ВО «Московский государственный университет технологий и управления им. К. Г. Разумовского» (Россия, Москва)*

doi: 10.18411/sr-10-08-2021-09

Аннотация

Энергосбережение и повышение энергоэффективности при эксплуатации холодильных камер являются ключевыми задачами в решении проблемы рационального использования энергоресурсов холодильным хозяйством агропромышленного комплекса. В работе рассмотрены основные факторы, влияющие на потери холода в камерах холодильной обработки и хранения пищевых продуктов.

Ключевые слова: энергосбережение, энергоэффективность, потери холода, холодильная камера.

Abstract

Energy saving and energy efficiency improvement during the operation of refrigerating chambers are the key tasks in solving the problem of rational use of energy resources by the refrigerating economy of the agro-industrial complex. The paper considers the main factors affecting the loss of cold in the chambers of refrigerating processing and storage of food products.

Keywords: energy saving, energy efficiency, cold loss, cold storage.

В настоящее время холодильными системами страны потребляется 15% от общего объема электроэнергии, производимой в России [1, 2].

Среди них значительное место занимает холодильное хозяйство агропромышленного комплекса (АПК), которое насчитывает около 10 млн. т. у. единиц холодильного хранения на предприятиях мясной, молочной, рыбной, сельскохозяйственной и пищевой промышленности, торговли, системы Госрезерва и т.д. [3]. Оно является одним из самых крупных потребителей энергоресурсов в АПК – более 50% всей электроэнергии, расходуемой комплексом [4]. И приведенные цифры будут только все возрастать, что подтверждается общемировым ростом производства продуктов питания и связанных с ним повышением расходов энергетических ресурсов [5, 6].

Для снижения энергетических издержек при производстве и потреблении холода, приводящих к дополнительному износу основных фондов и ненормативным потерям энергии, необходимы четкие экономические стимулы для персонала предприятий, которые в настоящее время отсутствуют. С другой стороны, отсутствуют и эффективные меры воздействия за нерациональное использование энергоресурсов, что приводит к неэффективной работе предприятий, экологическим проблемам и повышенным энергопотерям, влияющим на себестоимость и конкурентоспособность пищевой и сельскохозяйственной продукции.

Реальные потери холода и как следствие перерасход энергоресурсов при эксплуатации холодильных камер различного назначения значительно превышает установленные отечественные нормативы и выше средневропейского уровня. Суммарные годовые потери условного топлива, расходуемого на производство электроэнергии для выработки искусственного холода, могут достигать от 10 до 35 млн. тонн [7].

Энергосбережение и повышение энергоэффективности являются ключевыми положениями ряда государственных программ, в том числе «Энергетической стратегии России на период до 2030 г.» и «Доктрины энергетической безопасности России». В этих документах проблемы рационального использования энергоресурсов определены в качестве одного из приоритетов модернизации отечественной экономики, нацеленной на активное внедрение энергосберегающих технологий, снижение энергоёмкости продукции и повышение её конкурентоспособности как на внутреннем, так и на мировом рынке [8].

Для снижения ресурсопотребления применительно к холодильной отрасли необходимо [9, 10, 11, 12]:

- проведение экспертизы проектной документации для оценки энергоэффективности технических решений при строительстве новых и реконструкции действующих холодильников на соответствие требованиям СНиП и нормативам Евросоюза;
- организация системы постоянного учета расхода энергетических ресурсов на производство холода; проведение энергетических обследований действующих объектов;
- разработка методик определения потерь электроэнергии при выработке и потреблении холода;
- организация в законодательном порядке контроля со стороны инспектирующих органов (составление энергетического паспорта) и самоконтроля предприятия (проведение энергоаудита) за рациональным использованием энергоресурсов.

Перерасход электроэнергии из-за потерь холода в холодильных объектах АПК происходят, как правило, при реализации следующих основных технологических процессов: при производстве холода; при потреблении холода на охлаждение и замораживание продукта; при поддержании заданных температурных параметров хранения продуктов [4, 13].

В качестве примера на рисунке 1 представлены факторы, в наибольшей степени влияющие на энергоэффективность холодильных камер, предназначенных для пищевой и сельскохозяйственной продукции.

На общие энергозатраты при использовании искусственного холода для обеспечения заданных температурных режимов холодильных камер первостепенную роль играют внутренние и внешние теплопритоки, влияющие на потери холода (рисунок 2).

По своему функциональному назначению все холодильные камеры, в основном, делятся на камеры хранения, охлаждения и замораживания. Потери холода в них являются эквивалентом потенциала энергосбережения. Исходя из вышеприведенной информации (рисунки 1, 2) видно, что причины потерь холода во всех камерах носят одинаковый характер, а ряд проведенных исследований [4, 7, 12, 13 – 15] показывает, что в количественном соотношении между ними имеется существенная разница.

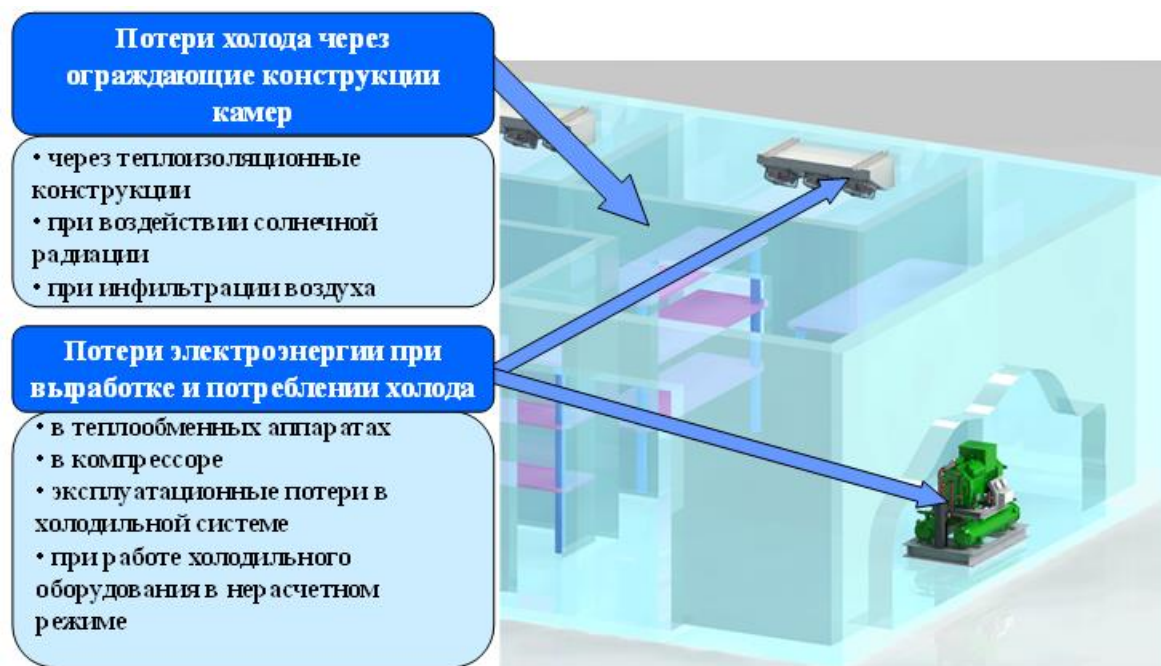


Рисунок 1 – Факторы, влияющие на энергоэффективность холодильных камер

Для камер охлаждения и замораживания пищевых продуктов основной расход холода направлен на компенсацию теплопритоков от продукции при ее холодильной обработке (рисунок 3). В этом случае важным фактором, влияющим на потери холода, является коэффициент загрузки холодильных камер, что подробно рассмотрено в работе [13]. К другим факторам можно отнести: производство массы поступившей продукции на разность ее среднеинтегральной температуры и нормативной температуры в конце процесса охлаждения или замораживания; температура воздуха в камерах, график загрузки и выгрузки продукции, вид продукта, его температура и общая загруженная масса.

При этом потери холода на компенсацию эксплуатационных теплопритоков и теплопритоков через ограждающие конструкции для таких типов камер существенно ниже, чем затраты на холодильную обработку (рисунок 3).

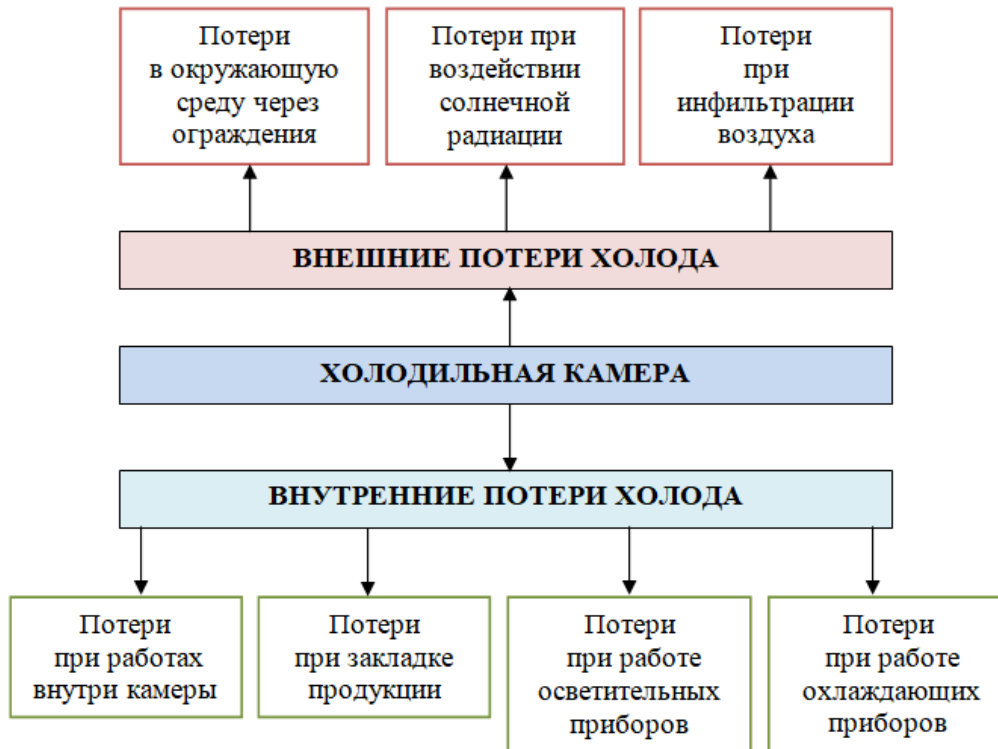
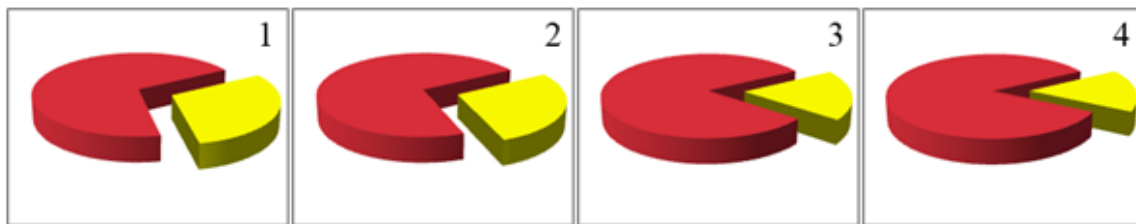


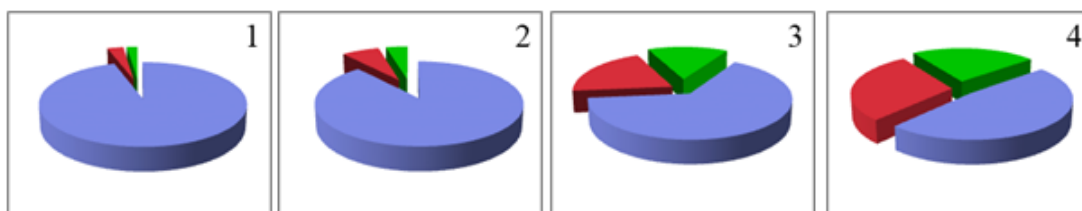
Рисунок 2 – Структура потерь холода в холодильной камере



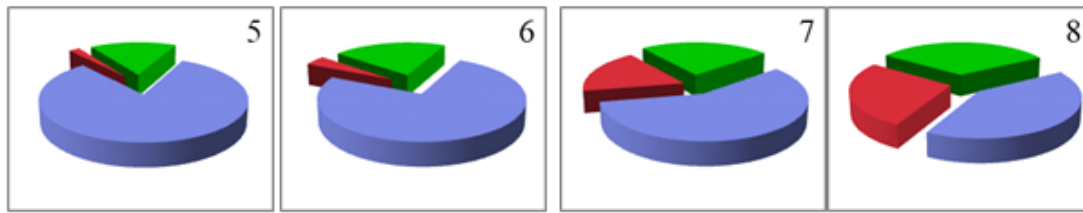
■ – теплопритоки от продукта
 ■ – эксплуатационные теплопритоки и теплопритоки через ограждающие конструкции

Рисунок 3 – Доля расхода холода на компенсацию различных теплопритоков в камерах охлаждения (1, 3) с рабочей температурой минус 3 °С и замораживания (2, 4) с рабочей температурой минус 30 °С при различных температурах наружного воздуха: 1, 2 – 30 °С; 3, 4 – 3,7 °С

Для камер хранения пищевой продукции, наоборот, определяющими являются потери холода через ее ограждающие конструкции – до 95 % от общих теплопритоков для камер длительного хранения (рисунок 4). Для камер распределительных холодильников эти потери составляют 40 ÷ 70%. Доля потерь холода при наличии теплопритоков через кровельное покрытие увеличивается на 10 ÷ 25%. В течение года доля теплопритоков через ограждающие конструкции изменяется на 20 ÷ 30 %.



а)



б)

- – теплопритоки через ограждающие конструкции
- – теплопритоки от продукта
- – эксплуатационные теплопритоки

Рисунок 4 – Структура потерь холода на компенсацию теплопритоков в камерах хранения замороженной продукции (температура минус 18 °С) с батарейным охлаждением (а) и с воздухоохладителями (б): 1, 2, 5, 6 – камеры длительного хранения; 3, 4, 7, 8 – камеры краткосрочного хранения

При более детальном рассмотрении рисунка 3 видно, что главными факторами, влияющими на потери холода через ограждающие конструкции холодильных камер, являются температура наружного воздуха и температура внутри камеры.

В связи с этим, учитывая кинетику изменения теплофизических свойств изоляции и временной перспективы, наибольшим потенциалом энергосбережения обладают камеры замораживания пищевых продуктов и их хранения при низких температурах. Если классифицировать холодильные камеры по потенциалу энергосбережения, то он будет увеличиваться от камер для охлажденных продуктов (0 ± 5) °С до камер для замороженных продуктов (минус 24 ± 6) °С. При этом энергоэффективность камер с учетом возможных холодильных потерь будет двигаться в обратном направлении.

Потери от завышенных внешних теплопритоков вызваны недостаточной теплозащитой ограждающих конструкций холодильных емкостей за счет:

- заниженных значений сопротивлений теплопередаче теплоизоляционных ограждающих конструкций (ошибки при проектировании или монтаже, неоправданная экономия при строительстве);
- повышения значений коэффициентов теплопроводности теплоизоляционных материалов в процессе эксплуатации (различные факторы, главным из которых является некачественная или недостаточная пароизоляция).

Как показывает опыт, необходимо учитывать и второстепенные, факторы, влияющие на энергопотребление холодильных камер в реальных производственных условиях. К ним относятся, например:

- несоответствие фактических теплофизических характеристик теплоизоляционных материалов справочным или паспортным данным, ухудшение этих характеристик в процессе эксплуатации [16 – 19];
- увлажнение и промерзание строительной ограждающей конструкции;
- образование на поверхностях приборов охлаждения и ограждающих конструкций ледяной шубы;
- наличие «тепловых мостов», механических повреждений и нарушений целостности строительных ограждающих конструкций;
- годовые колебания и непрогнозируемый значительный рост температуры наружного воздуха вследствие климатических аномалий;
- габаритные размеры и назначение холодильной камеры;
- тип, количество и размеры дверей, завес, наличие тамбуров;
- другие факторы.

Таким образом, основные энергосберегающие мероприятия должны быть направлены на совершенствование теплотехнических характеристик теплоизоляционных ограждающих конструкции холодильных камер и графиков

загрузки и выгрузки продукции; обеспечение нормативного коэффициента загрузки холодильных камер и оптимальной работы систем охлаждения; организацию учета и контроля расхода энергетических ресурсов на производство холода; проведение энергетических обследований и составление энергетических паспортов.

1. Гордиенко, Ю. Энергоэффективность холодильных систем / Ю. Гордиенко // Империя холода. – 2015. – № 5 (74). – С. 47 – 48.
2. Соколов, Ю.В. Аспекты энергоэффективности холодильных систем мясоперерабатывающих производств / Ю.В. Соколов, Ю.С. Гордиенко // Все о мясе. – 2014. – № 6. – С. 44–48.
3. Корешков, В.Н.. О холодильном потенциале пищевых производственных предприятий / В.Н. Корешков, В.А. Лапшин // Мясные технологии. – 2017. – № 11. – С. 44–45.
4. Корниенко, В.Н. Макроанализ энергоёмкости термической обработки мясного сырья в холодильных камерах / В.Н. Корниенко, Н.С. Николаев, Г.С. Руденко // Все о мясе. – 2020. – № 3. – С. 42–47. DOI: 10.21323/2071-2499-2020-3-42-47.
5. Nunes J. Energetic efficiency evaluation in refrigeration systems of meat industries / J. Nunes, P.D. Silva, L.P. Andrade // Conference: 23rd IIR International Congress of Refrigeration. – 2011. - August 21–26. - Prague, - Czech Republi, - ID: 911.
6. United Nations, World Economic and Social Survey 2013: Sustainable Development Challenges, United Nations publication. Retrieved May 12, 2015 Режим доступа: <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/2843WESS2013.pdf>
7. Руденко, Г.С. Энергоэффективность и энергосбережение на хладокомбинатах. Материалы Международной конференции «Современное оборудование для производства, хранения, транспортировки мороженого и замороженных продуктов / Г.С. Руденко. – М., 2003. – С. 34–38.
8. Корниенко, В.Н. Проблемы повышения энергоэффективности холодильных процессов в мясной отрасли / В.Н. Корниенко, Н.А. Горбунова // Все о мясе.– 2020. –№ .5S – С. 153 – 156 (BAK) DOI 10.21323/2071-2499-2020-5S-153-156.
9. Корешков, В.Н. Паспортизация холодильного хозяйства на предприятиях мясной промышленности / В.Н. Корешков, В.А. Лапшин // Мясная индустрия. – 2014. – № 9. – С. 58–59.
10. Корниенко, В.Н. О необходимости энергетических обследований объектов холодильной промышленности / В.Н. Корниенко // Инновационные технологии обработки и хранения сельскохозяйственного сырья и пищевых продуктов (сборник научных трудов учёных и специалистов к 90-летию ВНИХИ). – М.: ВНИХИ; Саратов: Амирит, 2020. – С. 205–218.
11. Троицкий-Марков, Т.Е., Бударин О.Н., Михайлов С.А., Потапов А.И. Научно-методические принципы энергосбережения и энергоаудита. / Т.Е. Троицкий-Марков, О.Н. Бударин, С.А. Михайлов, А.И. Потапов. – М.: Наука, 2005. – 239 с.
12. Выгодин В.А., Руденко Г.С., Бабакин С.Б. Методика определения энергоэффективности эксплуатации холодильных камер для мяса. / В.А. Выгодин, Г.С. Руденко, С.Б. Бабакин // Интернет газета «Холодильщик RU». – 2005. – вып. №2.
13. В.Н. Корниенко, В.Н. Энергоэффективность процесса термической обработки мясного сырья в холодильных камерах / В.Н. Корниенко, Н.С. Николаев, Г.С. Руденко // Все о мясе.– 2020. –№ 4. – С. 6 – 11. DOI 10.21323/2071-2499-2020-4-6-11.
14. Белозеров А.Г. Совершенствование ограждающих конструкций холодильных камер для хранения замороженных продуктов: автореф. Дис...канд. техн.наук. / А.Г. Белозеров – М., 2009. – 24 с.
15. Корниенко, В.Н. Энергетическое обследование холодильных камер / В.Н. Корниенко, Г.С. Руденко, А.В. Бобровский, А.А. Цаплин // Сб. научных трудов «Повышение энергоэффективности техники и технологии в перерабатывающих отраслях АПК». – М., 2004. – С. 135-138.
16. Калинин, В.М. Обследование и испытание конструкций зданий и сооружений / В.М. Калинин, С.Д. Сокова, А.Н. Топилин – М.: ИНФА-М, 2011. – 336 с.
17. Камзолов С.М., Корниенко В.Н., Руденко Г.С. Тепловая изоляция. / С.М. Камзолов, В.Н. Корниенко, Г.С. Руденко – М.: МГУПБ, 2010. – 120 с.
18. Корниенко, В.Н. Роль тепловой изоляции в ресурсосбережении на предприятиях мясной промышленности / В.Н. Корниенко, Н.А. Горбунова // Мясная индустрия. – 2019. – № 4. – С. 40 – 44.
19. Бобров Ю.П., Овчаренко Е.Г., Шайхет Б.М., Петухов Е.Ю. Теплоизоляционные материалы и конструкции. / Ю.П. Бобров, Е.Г. Овчаренко, Б.М. Шайхет, Е.Ю. Петухов – М.: ИНФРА-М, 2003. – 268 с.

РАЗДЕЛ III. ХИМИЯ

Алиев И.И.¹, Мамедов Е.И.², Юсубов Ф.В.², Масиева Л.Ф.²Исследование характер химические взаимодействия в системе $Sb_2S_3-CrTe_3$ ¹Институт Катализа и Неорганической Химии им.М.Ф.Нагиева Национальной АН Азербайджана²Азербайджанский Государственный Технический университет (Азербайджан, Баку)

doi: 10.18411/sr-10-08-2021-10

Аннотация

Природа химического взаимодействия в системе $Sb_2S_3-CrTe_3$ исследована методами физико-химических анализов (ДТА, XRD, MSA, а также путем измерения микротвердости и определения плотности) и построена Т-х фазовая диаграмма. Выявлено, что система $Sb_2S_3-CrTe_3$ частично является квазибинарной частью четвертичной системы Sb-Cr-S-Te. В системе образуются твердые растворы только на основе Sb_2S_3 , которые достигают 5 мол. % $CrTe_3$, а твердых растворов на основе $CrTe_3$ практически не обнаружено.

Ключевые слова: система, эвтектика, фазовая диаграмма, солидус, ликвидус.

Известно, что халькогенидные соединения сурьмы типа Sb_2X_3 ($X = S, Se, Te$) привлекают внимание исследователей благодаря своим уникальным полупроводниковым свойствам. Многие тройные и более сложные полупроводниковые соединения были получены с участием халькогенидов сурьмы. Халькогениды сурьмы и сплавы на их основе обладают оптическими, термоэлектрическими свойствами [1-8]. Эти полупроводниковые соединения являются перспективными материалами для создания нового типа термоэлементов и фоторезисторов для нужд микроэлектроники [9-11].

Халькогениды хрома и сплавы на их основе, полученные тройными соединениями меди, способны проявлять магнитные и фотоманитные свойства [12, 13].

В настоящее время очень актуален поиск новых фотоэлектрических и магнитных полупроводников с использованием построения диаграмм состояния соответствующих систем.

Целью данной работы являются физико-химические исследования в системе $Sb_2S_3-CrTe_3$ с построением фазовой диаграммы, а также поиск новых полупроводниковых фаз.

Sb_2S_3 birləşməsi $550^\circ C$ konqruent əriyir və rombik sinqoniyada kristallaşır, qəfəs parametrləri: $a = 11,229$; $b = 11,310$; $c = 3,83 \text{ \AA}$, fəza qr. Pbnm- D_{2h}^{16} , sıxlığı $\rho = 4,63 \text{ q/sm}^3$, mikrobərkliyi $H\mu = 1400 \text{ MPa}$ [13].

$CrTe_3$ birləşməsi $480^\circ C$ -də konqruent əriyir və rombik sinqoniyada kristallaşır, qəfəs parametrləri: $a = 7,887$; $b = 11,22$; $c = 11,56 \text{ \AA}$, пр.гр. $P2_1/c$ $\rho = 6,55 \text{ г/см}^3$ [15].

Экспериментальная часть

Сплавы системы $Sb_2S_3-CrTe_3$ синтезировали из компонентов Sb_2S_3 и $CrTe_3$ в вакуумированных до $0,133 \text{ Па}$ кварцевых ампулах в интервале температур $700-900^\circ C$. В качестве исходных элементарных веществ использовали сурьмы марки Sb-000, теллур марки В4 и хрома 99,97, сера ОСЧ. С целью, получение равновесного состояния сплавов проводили отжиг при $350^\circ C$ в течение 150 ч.

Сплавов системы $\text{Sb}_2\text{S}_3\text{-CrTe}_3$ изучали методами дифференциально-термического (ДТА), рентгенофазового (РФА), микроструктурного (МСА) анализов, а также измерением микротвердости и определением плотности.

ДТА сплавов системы проводили на приборе TERMOSKAN-2 со скоростью нагревания 10 град/мин. Использовали калиброванные хромель-алюмелевые термопары, эталоном служил Al_2O_3 .

Рентгенофазовый анализ сплавов проводили на рентгеновском приборе модели D-2 PHSER с использованием CuK_α -излучение, Ni-фильтр. МСА сплавов системы исследовали с помощью металлографического микроскопа МИМ-8.

Микротвердость сплавов системы измеряли, на микротвердомере ПМТ-3. При измерении микротвердости погрешность составляла 2,2-4,3%. Плотность сплавов системы определяли пикнометрическим методом, в качестве рабочей жидкости использовали толуол.

Результаты и их обсуждение

Сплавы системы $\text{Sb}_2\text{S}_3\text{-CrTe}_3$ получаются в виде компактных слитков от серого до черного цвета. Полученные сплавы устойчивы к воздействию воздуха и воды. Их разлагают сильные минеральные кислоты (H_2SO_4 , HNO_3). Равновесные сплавы исследованы методами физико-химического анализа.

Дифференциально-термический анализ сплавов системы $\text{Sb}_2\text{S}_3\text{-CrTe}_3$ показывает, что на термограммах сплавов обнаружены два и три эндотермических эффекта.

Все фиксированные эффекты на кривых нагрева и охлаждения обратимы. Проведен микроструктурный анализ сплавов системы. В результате было установлено, что сплавы системы $\text{Sb}_2\text{S}_3\text{-CrTe}_3$ в интервале 0-5 мол. % CrTe_3 однофазны, остальные сплавы двухфазные.

Для уточнения результатов ДТА и МСА был проведен рентгенофазовый анализ сплавов, содержащих 5, 50 и 70 CrTe_3 . Результаты рентгеноструктурного анализа сплавов представлены в виде дифрактограммы на рис. 1. Как видно из рис. 1, дифракционные линии на дифрактограмме образца, содержащего 5 мол. % CrTe_3 аналогичны дифракционным линиям соединения Sb_2S_3 .

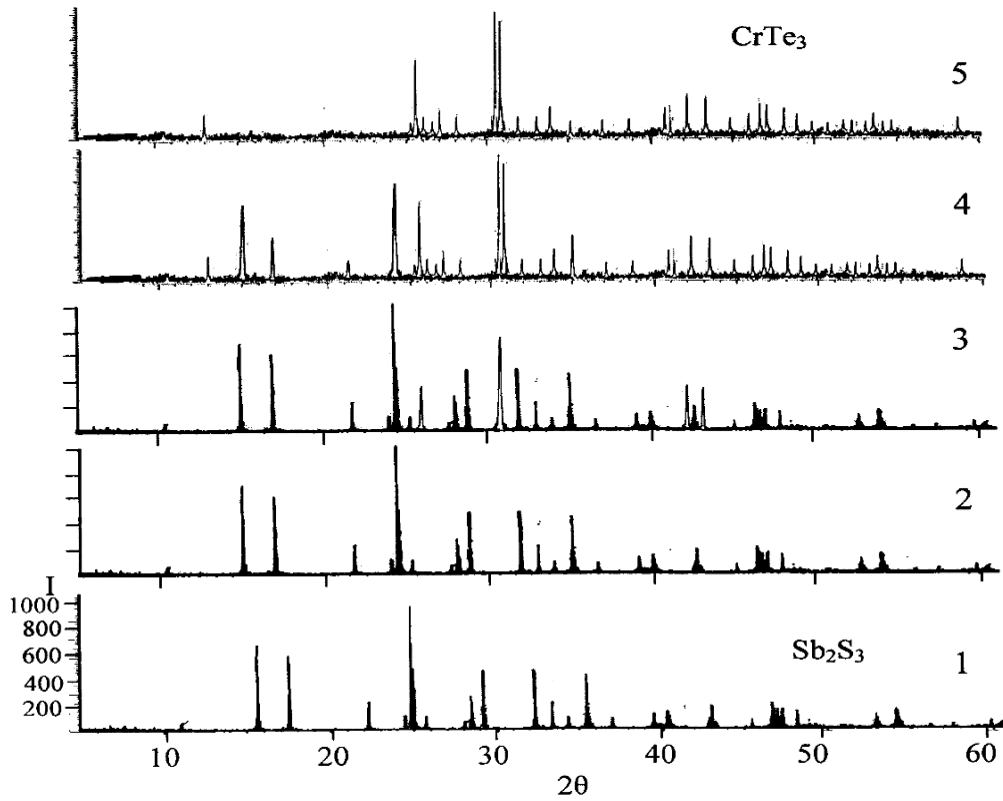


Рис. 1. Дифрактограммы сплавов системы $Sb_2S_3-CrTe_3$:
1- Sb_2S_3 , 2-5 $CrTe_3$, 3- 50, 4-70, 5-100 мол. % $CrTe_3$

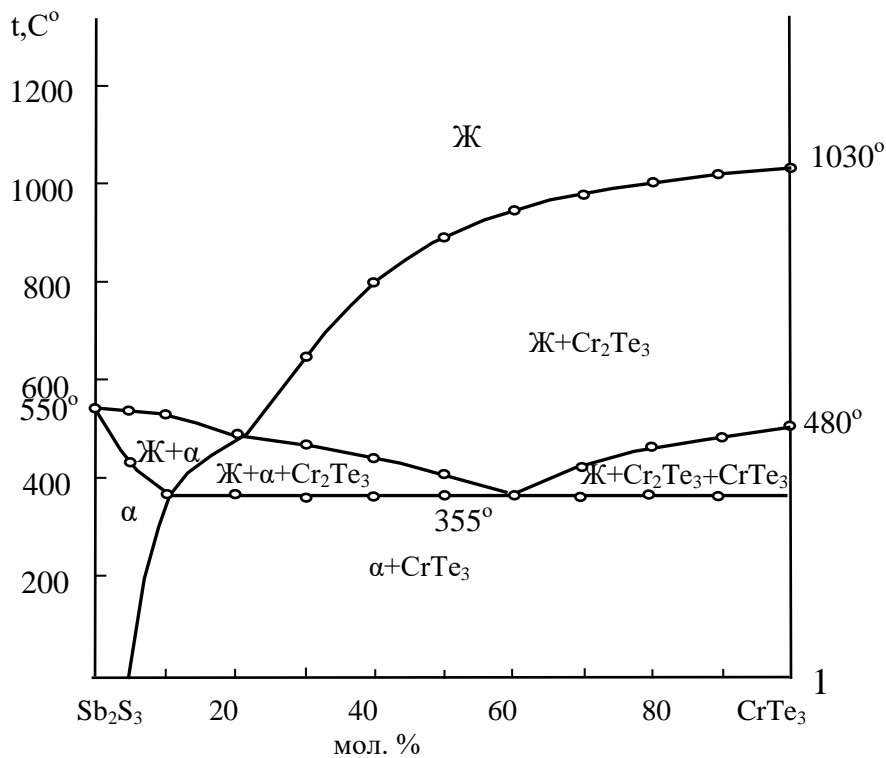


Рис.2. T-x фазовая диаграмма системы $Sb_2S_3 - CrTe_3$

То есть сплав 5 мол. % $CrTe_3$ относится к области твердого раствора на основе соединения Sb_2S_3 . На дифрактограмме сплавов, содержащих 50 и 70 $CrTe_3$,

дифракционные линии состоят из дифракционных линий исходных компонентов. Это указывает на то, что сплавы двухфазные.

По результатам ДТА, МСА, РФА, значений микротвердости и плотности удалось построить Т-х фазовую диаграмму системы $Sb_2S_3-CrTe_3$ (рис. 2).

Обнаружено, что система $Sb_2S_3-CrTe_3$ частично квазибинарная. В системе происходит процесс эвтектического равновесия и перитектического преобразования.

Ликвидус системы $Sb_2S_3-CrTe_3$ состоит из двух ветвей первичной кристаллизации: α -фазы (твердые растворы на основе Sb_2S_3) и соединения Cr_2Te_3 . В интервале концентраций 0-30 мол. % $CrTe_3$ первичная кристаллизация α -фазы происходит по линии ликвидуса. В интервале концентраций 30-100 мол. % $CrTe_3$ кристаллы Cr_2Te_3 в основном осаждаются из жидкости. Соединение $CrTe_3$ инконгруэнтно плавится при $480^\circ C$. Выше перитектической температуры $CrTe_3$ разлагается по реакции: $CrTe_3 \leftrightarrow M + Cr_2Te_3$. Следовательно, над линией солидуса образуются трехфазные области: $(Ж + \alpha + Cr_2Te_3)$ и $(Ж + CrTe_3 + Cr_2Te_3)$.

Таблица 1

Результаты ДТА, измерения микротвердости и определения плотности сплавов системы $Sb_2S_3-CrTe_3$

Состав, мол %		Термические эффекты нагрева, °C	Плотность, 10^3 кг/м^3	Микротвердость фаз, МПа	
Sb_2S_3	$CrTe_3$			α	$CrTe_3$
				P=0,15 Н	
100	0,0	550	4,63	1400	-
95	5,0	435,540	4,73	1430	-
90	10	355,530	4,82	1450	-
80	20	355,500	5,00	1450	-
70	30	355,420,650	5,20	1450	-
60	40	355,450,800	5,40	1450	-
50	50	355,415,890	5,60	1450	-
40	60	355,950	5,78		1680
30	70	355,425,980	5,97	-	1680
20	80	355,470,1000	6,17	-	1680
10	90	355,490,1020	6,36	-	1670
0,0	100	480,1030	6,55	-	1650

В интервале концентраций 0-5 мол. % $CrTe_3$ ниже линии солидуса образуются однофазные сплавы α -твердых растворов на основе $GeTe$. В диапазоне концентраций 5-100 мол. % $CrTe_3$, кристаллизуются двухфазные сплавы $\alpha+CrTe_3$. Некоторые физико-химические свойства сплавов системы $Sb_2S_3-CrTe_3$ приведены в таблице.1. При определении микротвердости сплавов системы $Sb_2S_3-CrTe_3$ были получены два значения. Как видно из таблицы. 1 микротвердость сплавов из области α -твердых растворов на основе Sb_2S_3 колеблется в пределах (1400-1450) МПа. Для соединения $CrTe_3$ значение микротвердости составляет (1650-1680) МПа.

Заключение

Методами физико-химические анализов (ДТА, РФА, МСА, а также путем измерения микротвердости и определения плотности) исследованы характер химическое взаимодействия в системе $Sb_2S_3-CrTe_3$ и построена Т-х фазовая диаграмма. Выявлено, что система $Sb_2S_3-CrTe_3$ является частично квазибинарным сечением четверной системы $Sb-Cr-S-Te$. В системе только в стороны Sb_2S_3 образуется твердые растворы которые доходят до 5 мол. % $CrTe_3$, а на основе $CrTe_3$ твердые растворы практически не обнаружены. Для сплавов системы исследованы микротвердость и плотность в зависимости от состава.

1. Hari P., Cheneya C., Luepkea G., Singha S., Tolka N., Sanghera J.S., Aggarwal D. Wavelength selective materials modification of bulk As₂S₃ and As₂Se₃ by free electron laser irradiation // Journal of Non-Crystalline Solids. 2000. V. 270. P.265-268.
2. Полищук В.А. Структурные состояния и фотоэлектрические и электретные свойства аморфных конденсаторов на основе Sb₂S₃ Автореф. дис. канд. физ.-мат. наук: Харьковский политехн. ин-т. 1987. 20 с.
3. Maghraoui-Meherzi H., Ben Nasr T., Dachraoui M. Synthesis, structure and optical properties of Sb₂Se₃ // Materials Science in Semiconductor Processing. V. 16. Issue 1, February 2013. P. 179-184 <https://doi.org/10.1016/j.mssp.2012.04.019>
4. Chen C, Li W, Zhou Y, Chen C, Luo M, Liu X, Zeng K, Yang B, Zhang C, Han J, Tang J. Optical properties of amorphous and polycrystalline Sb₂Se₃ thin films prepared by thermal evaporation // Applied Physics Letters. 2015. V. 107. № 4. P. 043905.
5. Zhou Y, Wang L, Chen S, Qin S, Liu X, Chen J, Xue D J, Luo M, Cao Y, Cheng Y, Sargent E H, Tang J. Thin-film Sb₂Se₃ photovoltaics with oriented one-dimensional ribbons and benign grain boundaries // Nature Photonics, 2015. V.9. № 6. P. 409–415.
6. Liangjun Xie, Haixu Qin, Jianbo Zhu, Li Yin, Dandan Qin, Fengkai Guo, Wei Cai, Qian Zhang, Jiehe Sui. Realizing Excellent Thermoelectric Performance of Sb₂Te₃ Based Segmented Leg with a Wide Temperature Range Using One-Step Sintering // Advanced Electronic Materials 2019. V. 83. P. 1901178. DOI: 10.1002/aelm.201901178
7. Haixu Qin, Jianbo Zhu, Bo Cui, Liangjun Xie, Wei Wang, Li Yin, Dandan Qin, Wei Cai, Qian Zhang, Jiehe Sui. Achieving a High Average zT Value in Sb₂Te₃-Based Segmented Thermoelectric Materials // ACS Applied Materials & Interfaces 2020. V. 12. № 1. P. 945-952. DOI: 10.1021/acsami.9b19798
8. Morikawa S1, Inamoto T, Takashiri M. Thermoelectric properties of nanocrystalline Sb₂Te₃ thin films: experimental evaluation and first-principles calculation, addressing effect of crystal grain size // Nanotechnology. 2018. V. 9. № 7. P. 075701. doi: 10.1088/1361-6528/aaa31f
9. Zhou, Y.; Wang, L.; Chen, S.; Qin, S.; Liu, X.; Chen, J.; Xue, D.-J.; Luo, M.; Cao, Y.; Cheng, Y.; et al. Thin-film Sb₂Se₃ photovoltaics with oriented one-dimensional ribbons and benign grain boundaries // Nat. Photonics 2015. № 9. P. 409–415.
10. Kutasov, V.A. Shifting the maximum figure-of-merit of (Bi, Sb)₂(Te, Se)₃ thermoelectrics to lower temperatures. In Thermoelectrics Handbook CRC Press // Boca Raton, FL, USA, 2005; P. 37-18–37-31.
11. Fernandez, A.; Merino, M. Preparation and characterization of Sb₂Se₃ thin films prepared by electrodeposition for photovoltaic applications // Thin Solid Films 2000, 366, 202–206.
12. Takeshi Suzuyama, Junji Awaka, Hiroki Yamamoto, Shuji Ebisua, Masakazu Ito, Takashi Suzuki, Takao Nakama, Katsuma Yagasaki, Shoichi Nagata. Ferromagnetic-phase transition in the spinel-type CuCr₂Te₄ // Journal of Solid State Chemistry. 2006. V. 179, № 1., P. 140-144. doi.org/10.1016/j.jssc.2005.10.07
13. Kononov V.P., Komalov A.S., Gavrichkov S.A., Popov G.P. Synthesis and properties of CuCr₂Te₄ films // Izv. Akad. Nauk SSSR, Neorg. Mater. 1986. V. 22. № 2. P.687-690.
14. Физико-химические свойства полупроводниковых веществ. Справочник. // М., Изд-во Наука, 1979, 339 с.
15. Диаграммы состояния двойных металлических систем. Справочник: В 3Т: Т.2 // Под. Ред. Н.П. Лякишева. М.: Машиностроение. 1997. 2Т. 1022 с.

Казакова А.В., Толстунев М.И., Нестеров А.А.

Влияние допирования базовых фаз пьезоматериала ЦТС-19 на его электрофизические свойства

*Южный федеральный университет
(Россия, Ростов-на-Дону)*

doi: 10.18411/sr-10-08-2021-11

Аннотация

Керамические материалы на основе некоторых из фаз со структурой типа перовскита обладают практически важными электрофизическими свойствами. В частности, керамические материалы на основе фаз цирконата-титаната свинца (ЦТС). Их основной технологической проблемой является несовершенство известных способов синтеза порошков базовой фазы, вызванное удалением из системы PbO в процессе высокотемпературной обработки исходной шихты. В данной работе представлен способ улучшения технологии спекания керамики на основе ЦТС-19 за счет допирования базовой фазы с использованием в качестве добавки PbSO₄. Также

исследовано влияние $PbSO_4$ на электрофизические характеристики пьезокерамики ЦТС-19.

Ключевые слова: пьезокерамика, цирконат-титанат свинца, допирование базовых фаз.

Керамика на основе фаз системы цирконата-титаната свинца (ЦТС) широко используется как базовый пьезоматериал в современной электронике, благодаря высоким значениям их диэлектрических и пьезоэлектрических параметров. Одним из таких материалов является ЦТС-19 [1-2].

Синтез порошков сегнетофаз, формирующих материал ЦТС-19, как и многих других свинецсодержащих фаз, осложнен испарением оксида свинца, что приводит к нарушению состава исходной шихты и, в последующем, к снижению электрофизических параметров (ЭФП) изготавливаемой пьезокерамики [3-4]. В связи с этим, целью данной работы является совершенствование технологии спекания прессзаготовок, изготовленных из порошков фаз материала ЦТС-19, за счет введения в исходную шихту специальных добавок. Нами, в качестве такой добавки был выбран сульфат свинца, что обусловлено его меньшей летучестью, а также температурой разложения, близкой к температуре формирования керамического каркаса материала ЦТС-19. В данном случае сульфат свинца выступает в качестве компонента, способного удерживать оксид свинца в составе шихты, а также, при температуре спекания, выступать источником ионов свинца.

Синтез целевого продукта проводился традиционным методом твердофазных реакций из промышленной шихты состава ЦТС-19 (НКТБ «Пьезоприбор»), к которой добавляли рассчитанное количество сульфата свинца $PbSO_4$ (марки «ч.д.а.») в диапазоне 0,5–5 масс.%. Помол прекурсоров осуществляли в планетарной мельнице в среде изобутилового спирта в течение 30 минут. На следующем этапе к полученной шихте добавляли 3 %-ный раствор поливинилового спирта, и затем их порошков формовали пресс-заготовки, спекание которых проводили в течение 2 часов при температуре 1230 °С (скорость нагрева 100 °С/ч).

По данным электронной микроскопии SEM (электронный микроскоп JSM-6390LA) средний размер частиц керамики, шихта которой содержала 0,5 масс.% и 2 масс.% $PbSO_4$ составляет 2 мкм (рис.1-2.), а в присутствии 5 масс.% $PbSO_4$ – 2,6 мкм (рис.3.).

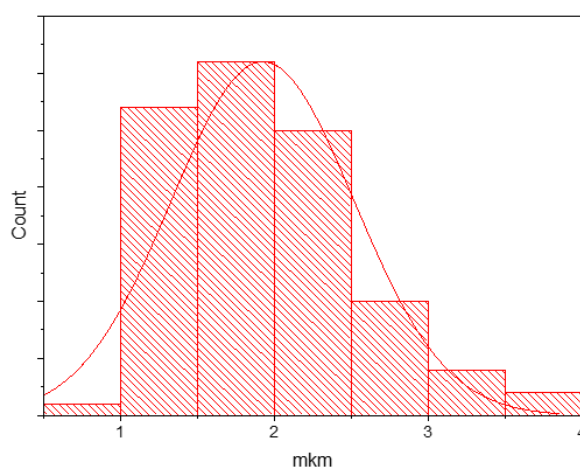


Рис. 1. Гистограммы распределения размеров частиц для ЦТС-19, легированного 0,5 масс.% $PbSO_4$

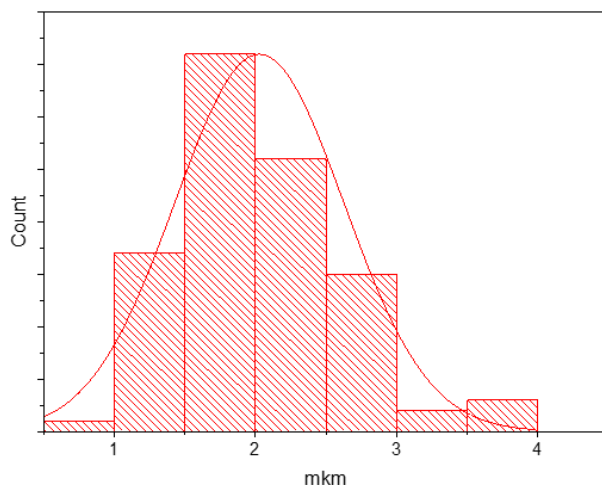


Рис. 2. Гистограммы распределения размеров частиц для ЦТС-19, легированного 2 масс.% $PbSO_4$

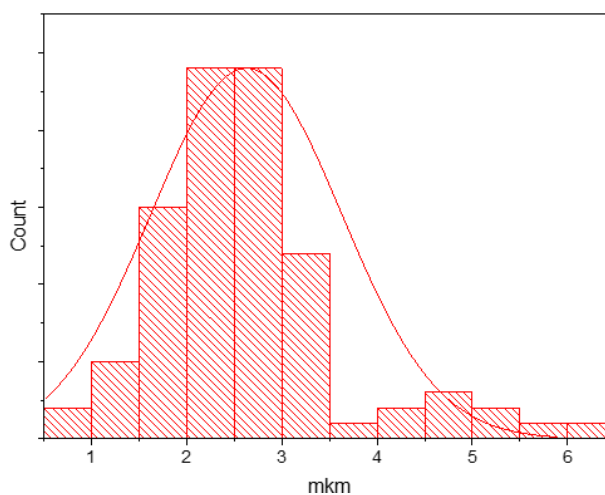


Рис. 3. Гистограммы распределения размеров частиц для ЦТС-19, легированного 5 масс.% $PbSO_4$

Таблица 1

ЭФП для образцов на основе ЦТС-19, легированных $PbSO_4$.

Параметр	0 масс.% $PbSO_4$	0,5 масс.% $PbSO_4$	2 масс.% $PbSO_4$	5 масс.% $PbSO_4$
ρ , г/см ³	7,50	7,67	7,67	7,70
$tg\alpha$, %	2,50	2,48	2,48	2,66
$\epsilon_{33}^T / \epsilon_0$	1750	1876	1888	1724
d_{31} , пКл/Н	-192	-231	-228	-225
d_{33} , пКл/Н	400	484	480	478
d_v , пКл/Н	15	22	24	28

Плотность полученных образцов определяли расчетным методом. Согласно полученным данным (табл. 1) увеличение количества $PbSO_4$ приводит к увеличению плотности получаемой керамики. Значения продольного пьезомодуля d_{33} определяли квазистатическим методом с помощью установки $d_{33}meter$ (APC International, Ltd, США). По сравнению с материалом ЦТС-19, пьезокерамика, изготовленная с добавлением сульфата свинца, в количестве 0,5 – 2 масс.% обладает более высокими значениями этого пьезомодуля и диэлектрической проницаемости. Дальнейший рост массовой доли $PbSO_4$ в системе (до 5 масс.%) несколько снижает значения d_{33} , а значения $\epsilon_{33}^T / \epsilon_0$ уменьшаются до уровня исходного материала.

Таким образом, введение в шихту материала ЦТС-19 сульфата свинца способствует улучшению ЭФП этого пьезоматериала.

1. Зацерклянный О.В., Панич А.Е. Пьезоэлектрические материалы для вибрационных преобразователей плотности вязких жидкостей //Физические основы приборостроения. – 2020. – Т. 9. – №. 3. – С. 46-51.
2. Дыкина Л.А. и др. Исследование генерирующей способности пьезокерамических элементов на основе цирконата-титаната свинца с низким содержанием титана //Известия Южного федерального университета. Технические науки. – 2020. – №. 6 (216). – С. 172-179.
3. Нестеров А.А., Современные проблемы материаловедения керамических пьезоэлектрических материалов / А.А. Нестеров, А.А. Панич. – Ростов н/Д.: Изд-во ЮФУ, 2010. – С. 226.
4. Яффе В. Пьезоэлектрическая керамика / В. Яффе, У. Кук, Г. Яффе. – М.: Мир, 1974. – С. 288.

РАЗДЕЛ IV. МАТЕМАТИКА

Есикова И.В., Козлов В.А.

Уравнения и системы уравнений, содержащие обратные тригонометрические функции

Армавирский государственный педагогический университет
(Россия, Армавир)

doi: 10.18411/sr-10-08-2021-12

Аннотация

В статье изучаются уравнения и системы уравнений, содержащие обратные тригонометрические функции. Подробно описаны методы решения таких уравнений и систем уравнений. Приведено множество примеров использования описанных методов и приемов решения уравнений и систем, содержащих обратные тригонометрические функции.

Ключевые слова: тригонометрические функции, арксинус, арккосинус, арктангенс, арккотангенс, тригонометрическое уравнение, система тригонометрических уравнений.

Уравнения, содержащие обратные тригонометрические функции.

1.1. Простейшие уравнения.

а) $\arcsin x = m$

По определению $|\arcsin x| \leq \frac{\pi}{2}$ поэтому при $|m| > 1$ данное уравнение решений не имеет а при $|m| \leq 1$ $x = \sin m$

Примеры. Решить уравнение:

1. $\arcsin x = \frac{\pi}{4}$ Так как $\frac{\pi}{4} \in \left[-\frac{\pi}{2}; \frac{\pi}{2}\right]$, то $x = \sin \frac{\pi}{4} = \frac{\sqrt{2}}{2}$

2. $\arcsin x = \frac{3\pi}{5}$ Так как $\frac{3\pi}{5} \notin \left[-\frac{\pi}{2}; \frac{\pi}{2}\right]$, то $x = \emptyset$

б) $\arccos x = m$

По определению $0 \leq \arccos x \leq \pi$ поэтому при $m < 0$ или $m > \pi$ данное уравнение решений не имеет, а при $0 \leq m \leq \pi$ $x = \cos m$

Примеры. Решить уравнение:

1. $\arccos x = -1$ Так как $-1 \notin [0; \pi]$, то $x = \emptyset$

2. $\arccos x = 3$ Так как $3 \in [0; \pi]$, то $x = \cos 3$

в) $\arctg x = m$

По определению $|\arctg x| < \frac{\pi}{2}$ поэтому при $|m| \geq \frac{\pi}{2}$ данное решение не имеет, а при $|m| \leq \frac{\pi}{2}$ $x = \operatorname{tg} m$

Примеры. Решить уравнение:

1. $\arctg x = -0,8$ Так как $-0,8 \in \left]-\frac{\pi}{2}; \frac{\pi}{2}\right[$, то $x = \operatorname{tg}(-0,8) = -\operatorname{tg} 0,8$

2. $\arctg x = 1,9$ Так как $1,9 \notin \left]-\frac{\pi}{2}; \frac{\pi}{2}\right[$, то $x = \emptyset$

г) $\operatorname{arcsctg} x = m$

По определению $0 \leq \operatorname{arcsctg} x \leq \pi$ поэтому при $m \leq 0$ или $m \geq \pi$ данное уравнение решений не имеет, а при $0 < m < \pi$ $x = \operatorname{ctg} m$

Примеры решить уравнения:

1. $\operatorname{arcsctg} x = -0,3\pi$ Так как $-0,3\pi \notin]0; \pi[$, то $x = \emptyset$

2. $\operatorname{arcsctg} x = 0,6\pi$ Так как $0,6\pi \in]0; \pi[$, то $x = \operatorname{ctg} 0,6\pi$

1.2. Уравнение, содержащие аркфункции из сложного аргумента, или различные аркфункция.

Такие уравнения можно решать сведением их к равносильной им системе уравнений и неравенств (характеризующих область определения данного уравнения) или непосредственные вычисления значений какой-либо тригонометрической функции обеих его частей. В последнем случае проверка найденных значений переменной является составной частью решения, так как указанная преобразование может привести к уравнению с более широкой областью определения, чем той, которая была у исходного уравнения, и поэтому возможно появление посторонних корней.

Примеры.

а) Решить уравнение сведение их к равносильной им системе уравнений и неравенств.

$$1. \arccos(x^2 - 2) = \pi$$

Данное уравнение равносильно такой системе:

$$\begin{cases} |x^2 - 2| \leq 1, \\ x^2 - 2 = -1 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} |x^2 - 2| \leq 1, \\ \begin{cases} x = -1 \\ x = 1 \end{cases} \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} x = -1 \\ x = 1 \end{cases}$$

Ответ: $\{-1; 1\}$

$$2. \arcsin x = \arccos \sqrt{1-x}$$

Область определения данного уравнения удовлетворяют условию:

$$\begin{cases} -1 \leq x \leq 1, \\ 0 \leq 1-x \leq 1 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} -1 \leq x \leq 1, \\ 0 \leq x \leq 1 \end{cases} \Leftrightarrow 0 \leq x \leq 1$$

На $[0; 1]$ $\arcsin x = \arccos \sqrt{1-x^2}$. Поэтому данное уравнение можем свести к такой, равносильно ему системе:

$$\begin{cases} 0 \leq x \leq 1, \\ \arccos \sqrt{1-x^2} = \arccos \sqrt{1-x} \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} 0 \leq x \leq 1, \\ \sqrt{1-x^2} = \sqrt{1-x} \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} 0 \leq x \leq 1, \\ 1-x^2 = 1-x \end{cases} \\ \Leftrightarrow \begin{cases} 0 \leq x \leq 1, \\ x(x-1) = 0 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} x = 0, \\ x = 1 \end{cases}$$

Ответ: $\{0; 1\}$.

$$3. \arcsin x + \arcsin \frac{x}{2} = \frac{\pi}{2}$$

Если уравнение содержит сумму (разность) двух аркфункций, то целесообразно одну из них уединить:

$$\arcsin x = \frac{\pi}{2} - \arcsin \frac{x}{2}$$

Область определения данного уравнения удовлетворяют условию:

$$\begin{cases} -1 \leq x \leq 1, \\ -1 \leq \frac{x}{2} \leq 1 \end{cases} \Leftrightarrow -1 \leq x \leq 1$$

Из данного уравнения видим, что при $x < 0$ оно решение не имеет. Поэтому берём $0 \leq x \leq 1$

$$\text{На } [0; 1] \frac{\pi}{2} - \arcsin \frac{x}{2} = \arcsin \frac{x}{2}, \text{ а } \arcsin x = \arccos \sqrt{1-x^2}$$

Поэтому исходное уравнение можем заменить равносильно ему системой:

$$\begin{cases} 0 \leq x \leq 1, \\ \arccos \sqrt{1-x^2} = \arccos \frac{x}{2} \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} 0 \leq x \leq 1, \\ \sqrt{1-x^2} = \frac{x}{2} \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} 0 \leq x \leq 1, \\ 1-x^2 = \frac{x^2}{4} \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} 0 \leq x \leq 1, \\ x = -\frac{2\sqrt{5}}{5} \\ x = \frac{2\sqrt{5}}{5} \end{cases} \Leftrightarrow x = \frac{2\sqrt{5}}{5}$$

ответ: $\left\{\frac{2\sqrt{5}}{5}\right\}$.

$$4. 3(\arcsin x)^2 - 10 \arcsin x + 3 = 0$$

С помощью подстановки $\arcsin x = t$ сведём данное уравнение равносильно ему системе:

$$\begin{cases} \arcsin x = t, \\ 3t^2 - 10t + 3 = 0 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} \arcsin x = t, \\ t = \frac{1}{3} \\ t = 3 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} \arcsin x = t, \\ \arcsin 3 \end{cases} \Leftrightarrow \left\{ s = \sin \frac{1}{3} \right.$$

Ответ: $\left\{ \sin \frac{1}{3} \right\}$.

б) Решить уравнения непосредственным вычислением значения какой-либо тригонометрической функции обеих его частей.

1. $\operatorname{arccctg} x + \operatorname{arccctg} 2x = \frac{3\pi}{4}$

Вычислим, например, котангенс обеих частей уравнения. Получим уравнение – следствие данного уравнения:

$$\begin{aligned} \operatorname{ctg} x (\operatorname{arccctg} x + \operatorname{arccctg} 2x) &= \operatorname{ctg} \frac{3\pi}{4} = \frac{\operatorname{ctg} x (\operatorname{arccctg} x) \cdot \operatorname{ctg} x (\operatorname{arccctg} 2x) - 1}{\operatorname{ctg} x (\operatorname{arccctg} x) + \operatorname{ctg} x (\operatorname{arccctg} 2x)} = -1 \\ \Leftrightarrow \frac{x \cdot 2x - 1}{x + 2x} &= -1 \Leftrightarrow \frac{2x^2 - 1}{3x} = -1 \Leftrightarrow \frac{2x^2 + 3x - 1}{3x} = 0 \\ \Leftrightarrow \begin{cases} 2x^2 + 3x - 1 = 0 \\ 3x \neq 0 \end{cases} &\Leftrightarrow \begin{cases} x = \frac{-3 \pm \sqrt{17}}{4} \\ x \neq 0 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} x = \frac{-3 - \sqrt{17}}{4} \\ x = \frac{-3 + \sqrt{17}}{4} \end{cases} \end{aligned}$$

Проверка. Так как при $x < 0$, $\operatorname{arccctg} x \in \left] \frac{\pi}{2}; \pi \right[$ и $\operatorname{arccctg} 2x \in \left] \frac{\pi}{2}; \pi \right[$, то $\operatorname{arccctg} \frac{-3 - \sqrt{17}}{4} + \operatorname{arccctg} \frac{-3 - \sqrt{17}}{2} > \pi$. Поэтому $\frac{-3 - \sqrt{17}}{4}$ не корень данного уравнения.

Вычислим:

$$\begin{aligned} \operatorname{ctg} x \left(\operatorname{arccctg} \frac{-3 + \sqrt{17}}{4} + \operatorname{arccctg} \frac{-3 + \sqrt{17}}{2} \right) &= \left(\frac{-3 + \sqrt{17}}{4} \cdot \frac{-3 + \sqrt{17}}{2} - 1 \right) : \left(\frac{-3 + \sqrt{17}}{4} + \frac{-3 + \sqrt{17}}{2} - 1 \right) \\ &= \frac{18 - 6\sqrt{17}}{6\sqrt{17} - 18} = -1 \end{aligned}$$

Тогда $\operatorname{arccctg} \frac{-3 + \sqrt{17}}{4} + \operatorname{arccctg} \frac{-3 + \sqrt{17}}{2} = \operatorname{arccctg}(-1) = \frac{3\pi}{4}$

Поэтому $x = \frac{-3 + \sqrt{17}}{4}$ корень данного уравнения.

Ответ: $\left\{ \frac{-3 + \sqrt{17}}{4} \right\}$.

2. $\arcsin 2x + \operatorname{arctg} \frac{1-x}{2x} = \frac{\pi}{2}$

Уединим $\arcsin 2x$, а $\operatorname{arctg} \frac{1-x}{2x}$ заменим на $\operatorname{arccctg} \frac{1-x}{2x}$ и возьмём синусы от обеих частей уравнения. Получим уравнение – следствие данного уравнения:

$$\begin{aligned} \sin(\arcsin 2x) &= \sin \left(\operatorname{arccctg} \frac{1-x}{2x} \right) \Leftrightarrow 2x = 1 : \sqrt{1 + \frac{(1-x)^2}{4x^2}} \Leftrightarrow \begin{cases} x \neq 0, \\ x(5x - 2) \end{cases} \\ \Leftrightarrow 5x - 2 &= 0 \Leftrightarrow x = \frac{2}{5} \end{aligned}$$

Проверка. При $x = \frac{2}{5}$ левая часть данного уравнения имеет вид: $\arcsin \frac{4}{5} + \operatorname{arctg} \frac{3}{4}$ и заключена на промежутке $]0; \pi[$

Вычислим его косинус:

$$\begin{aligned} \cos\left(\arcsin\frac{4}{5} + \operatorname{arctg}\frac{3}{4}\right) &= \cos\left(\arcsin\frac{4}{5}\right) \cdot \cos\left(\operatorname{arctg}\frac{3}{4}\right) - \sin\left(\arcsin\frac{4}{5}\right) \cdot \sin\left(\operatorname{arctg}\frac{3}{4}\right) \\ &= \sqrt{1 - \left(\frac{4}{5}\right)^2} - \frac{4}{5} \cdot \frac{\frac{3}{4}}{\sqrt{1 + \left(\frac{3}{4}\right)^2}} = \frac{3 \cdot 4}{5 \cdot 5} - \frac{4 \cdot 3}{5 \cdot 5} = 0 \end{aligned}$$

Тогда $\arcsin\frac{4}{5} + \operatorname{arctg}\frac{3}{4} = \arccos 0 = \frac{\pi}{2}$

Поэтому $x = \frac{2}{5}$ – корень данного уравнения.

Ответ: $\left\{\frac{2}{5}\right\}$

2. Системы уравнений, содержащих обратные тригонометрические функции.

Примеры. Решить систему уравнений:

$$1. \begin{cases} \arcsin x \cdot \arccos y = \frac{\pi^2}{12}, \\ \arccos x \cdot \arcsin y = \frac{\pi^2}{24} \end{cases}$$

Решение.

Выведём постановку $\arcsin x = u, \arccos y = v$

Тогда $\arccos x = \frac{\pi}{2} - \arcsin x = \frac{\pi}{2} - u, \arcsin y = \frac{\pi}{2} - \arccos y = \frac{\pi}{2} - v$

В результате приходим к такой, равносильной данной системе:

$$\begin{cases} \arcsin x = u, \\ \arccos y = v, \\ uv = \frac{\pi^2}{12}, \\ \left(\frac{\pi}{2} - u\right)\left(\frac{\pi}{2} - v\right) = \frac{\pi^2}{24} \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} \arcsin x = u, \\ \arccos y = v, \\ uv = \frac{\pi^2}{12}, \\ u + v = \frac{7\pi^2}{12} \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} \arcsin x = u, \\ \arccos y = v, \\ \begin{cases} u = \frac{\pi}{3}, \\ v = \frac{\pi}{4}, \end{cases} \\ \begin{cases} u = \frac{\pi}{3}, \\ v = \frac{\pi}{3} \end{cases} \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} \arcsin x = \frac{\pi}{3}, \\ \arccos y = \frac{\pi}{4}, \\ \arcsin x = \frac{\pi}{3}, \\ \arccos y = \frac{\pi}{3} \end{cases}$$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} x = \frac{\sqrt{3}}{2}, \\ y = \frac{\sqrt{2}}{2}, \\ x = \frac{\sqrt{2}}{2}, \\ y = \frac{\sqrt{3}}{2} \end{cases}$$

Ответ: $\left\{\left(\frac{\sqrt{3}}{2}; \frac{\sqrt{2}}{2}\right), \left(\frac{\sqrt{2}}{2}; \frac{\sqrt{3}}{2}\right)\right\}$.

$$2. \begin{cases} \operatorname{arctg} x + \operatorname{arcctg} y = \frac{\pi}{4}, \\ xy = 6 \end{cases}$$

Решение.

Возьмём котангенс от обеих частей первого уравнения. Получим систему – следствие данной системы уравнений:

$$\begin{cases} \operatorname{ctg}(\operatorname{arctg} x + \operatorname{arcctg} y) = \operatorname{ctg} \frac{\pi}{4}, \\ xy = 6 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} \frac{xy - 1}{x + y} = 1, \\ xy = 6 \end{cases}$$

Из второго уравнения системы видим, что x и y отличны от нуля и имеют одинаковые знаки. Поэтому $x + y \neq 0$ и, следовательно, полученная система равносильна такой:

$$\begin{cases} xy - 1 = x + y, \\ xy = 6 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} x + y = 5, \\ xy = 6 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} x = 2, \\ y = 3, \\ x = 3, \\ y = 2 \end{cases}$$

Проверка показывает, что обе пары $(2; 3)$ и $(3; 2)$ удовлетворяют данной системе уравнений.

Ответ: $\{(2; 3), (3; 2)\}$.

Есикова И.В., Козлов В.А.

Доказательство тождеств, содержащих обратные тригонометрические функции

*Армавирский государственный педагогический университет
(Россия, Армавир)*

doi: 10.18411/sr-10-08-2021-13

Аннотация

В статье изучаются тождества, содержащие обратные тригонометрические функции. Подробно описаны свойства таких функций и методы доказательства тождеств их содержащих. Приведено также большое количество примеров.

Ключевые слова: тригонометрические функции, арксинус, арккосинус, арктангенс, арккотангенс, тригонометрическое тождество.

1. Аркфункции, их свойства, графики.

1.1. Арксинус.

На отрезке $\left[-\frac{\pi}{2}; \frac{\pi}{2}\right]$ функция \sin непрерывна и возрастает, а поэтому имеет себе обратную функцию. Её называют арксинус и обозначают \arcsin .

Свойства функции, заданной формулой $y = \arcsin x$.

1. Область определения: $D(\arcsin) = [-1; 1]$
2. Множество значений: $E(\arcsin) = \left[-\frac{\pi}{2}; \frac{\pi}{2}\right]$
3. Функция \arcsin – непрерывна на $[-1; 1]$
4. Функция \arcsin – нечетная: $\arcsin(-x) = -\arcsin x$

1.2. Арккосинус.

На отрезке $[0; \pi]$ функция \cos непрерывна и убывает, а поэтому имеет в себе обратное. Её называют арккосинус и обозначают \arccos .

Свойства функции, заданной формулой $y = \arccos x$

1. Область определения: $D(\arccos) = [-1; 1]$
2. Множество значений: $E(\arccos) = [0; \pi]$
3. Функция \arccos непрерывна на $[-1; 1]$
4. Имеет место равенство: $\arccos(-x) = \pi - \arccos x$

1.3. Арктангенс.

В интервале $\left]-\frac{\pi}{2}; \frac{\pi}{2}\right[$ функция tg непрерывна возрастает, а поэтому имеет себе обратную функцию. Её называют арктангенс и обозначают arctg

Свойства функции, заданной формулой $y = \operatorname{arctg} x$

1. Область определения: $D(\operatorname{arctg}) =]-\infty; \infty[$
2. Множество значений: $E(\operatorname{arctg}) = \left]-\frac{\pi}{2}; \frac{\pi}{2}\right[$
3. Функция arctg непрерывна на $]-\infty; \infty[$
4. Функция arctg – нечетная: $\operatorname{arctg}(-x) = -\operatorname{arctg} x$

1.4. Арккотангенс

В интервале $[0; \pi]$ функция ctg непрерывна и убывает, а поэтому имеет себе обратную. Её называют арккотангенс и обозначают $arcctg$

Свойства функции, заданной формулой $y = arcctg x$

1. Область определения: $D(arcctg) =]-\infty; \infty[$
2. Множество значений: $E(arcctg) =]0; \pi[$
3. Функция $arcctg$ непрерывна на $]-\infty; +\infty[$
4. Имеет место равенства: $arcctg(-x) = \pi - arcctg x$

1.5. Графики обратных тригонометрических функций.

2. Операции над аркфункциями.

- 2.1. Вычисление значений тригонометрических функций от обратных одноимённых тригонометрических функций.

Непосредственно из определения аркфункции следует равенство:

1. $\sin(\arcsin x) = x$, на $[-1; 1]$
2. $\cos(\arccos x) = x$, на $[-1; 1]$
3. $\text{tg}(\text{arctg } x) = x$, на $]-\infty; +\infty[$
4. $ctg(arcctg x) = x$, на $]-\infty; +\infty[$

- 2.2. Вычисление значений тригонометрических функций от обратных другим тригонометрическим функциям.

- а) Аркфункции принимает табличное значение.

Примеры. Вычислить:

1. $\sin\left(\arccos\frac{1}{2}\right)$

Так как $arcctg 1 = \frac{\pi}{4}$, то $\sin\left(\arccos\frac{1}{2}\right) = \sin\frac{\pi}{3} = \frac{\sqrt{3}}{2}$;

2. $\cos(\text{arctg } 1)$

Так как $\text{arctg } 1 = \frac{\pi}{4}$, то $\cos(\text{arctg } 1) = \cos\frac{\pi}{4} = \frac{\sqrt{2}}{2}$;

3. $\text{tg}(arcctg(-1))$

Так как $arcctg(-1) = \frac{3\pi}{4}$, то $\text{tg}(arcctg(-1)) = \text{tg}\frac{3\pi}{4} = -1$;

4. $ctg\left(\arcsin\left(-\frac{\sqrt{3}}{2}\right)\right)$

5. Так как $\arcsin\left(-\frac{\sqrt{3}}{2}\right) = -\frac{\pi}{3}$, то $ctg\left(\arcsin\left(-\frac{\sqrt{3}}{2}\right)\right) = ctg\left(-\frac{\pi}{3}\right) = -\frac{\sqrt{3}}{3}$.

- б) Аркфункции принимают произвольные допустимые значения.

В общем случае надо использовать формулы, выражающие значение тригонометрических функций данного аргумента через значение любой другой тригонометрические функции того же аргумента.

Примеры. Вычислить:

1. $ctg(\text{arctg } \sqrt{2})$

В формуле $ctg \alpha = \frac{1}{\text{tg } \alpha}$ положим $\alpha = \text{arctg } \sqrt{2}$.

Тогда $ctg(\text{arctg } \sqrt{2}) = \frac{1}{\text{tg}(\text{arctg } \sqrt{2})} = \frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{2}}{2}$;

2. $\cos\left(\arcsin\frac{1}{3}\right)$

В формуле $\cos \alpha = \pm\sqrt{1 - \sin^2 \alpha}$ положим $\alpha = \arcsin\frac{1}{3}$.

Так как при этом $\alpha \in]0; \frac{\pi}{2}[$, где $\cos \alpha > 0$, то перед квадратным корнем берём знак «+».

Поэтому $\cos\left(\arcsin\frac{1}{3}\right) = \sqrt{1 - \sin^2\left(\arcsin\frac{1}{3}\right)} = \sqrt{1 - \left(\frac{1}{3}\right)^2} = \frac{2\sqrt{3}}{3}$;

$$3. \sin\left(\operatorname{arccctg}\left(-\frac{1}{2}\right)\right)$$

В формуле $\sin \alpha = 1/\pm\sqrt{1+\operatorname{ctg}^2\alpha}$ положим $\alpha = \operatorname{arccctg}\left(-\frac{1}{2}\right)$.

Так как при этом $\alpha \in \left] \frac{\pi}{2}; \pi \right[$, где $\sin \alpha > 0$, то

$$\sin\left(\operatorname{arccctg}\left(-\frac{1}{2}\right)\right) = \frac{1}{\sqrt{1+\operatorname{ctg}^2\left(\operatorname{arccctg}\left(-\frac{1}{2}\right)\right)}} = \frac{1}{\sqrt{1+\left(-\frac{1}{2}\right)^2}} = \frac{2\sqrt{5}}{5};$$

$$4. \operatorname{tg}(\operatorname{arccos}(-0,8))$$

В формуле $\operatorname{tg} \alpha = \frac{\pm\sqrt{1-\cos^2\alpha}}{\cos \alpha}$ положим $\alpha = \operatorname{arccos}(-0,8)$.

Так как при этом $\alpha \in \left] \frac{\pi}{2}; \pi \right[$, где $\operatorname{tg} \alpha$ и $\cos \alpha$ имеют одинаковые знаки, то перед квадратным корнем берём знак «+».

$$\operatorname{tg}(\operatorname{arccos}(-0,8)) = \frac{\sqrt{1-\cos^2(\operatorname{arccos}(-0,8))}}{\cos(\operatorname{arccos}(-0,8))} = \frac{\sqrt{1-(-0,8)^2}}{-0,8} = -0,75;$$

$$5. \sin\left(\operatorname{arccctg}\left(-\frac{3}{4}\right)\right)$$

В формуле $\sin \alpha = \frac{\sin \alpha}{\pm\sqrt{1-\operatorname{tg}^2\alpha}}$ положим $\alpha = \operatorname{arctg}\left(-\frac{3}{4}\right)$. Так как при этом $\alpha \in \left] -\frac{\pi}{2}; 0 \right[$, где $\sin \alpha$ и $\operatorname{tg} \alpha$ имеют одинаковые значения, то

$$\sin\left(\operatorname{arccctg}\left(-\frac{3}{4}\right)\right) = \frac{\operatorname{tg}(\operatorname{arctg}\left(-\frac{3}{4}\right))}{\sqrt{1-\operatorname{tg}^2(\operatorname{arctg}\left(-\frac{3}{4}\right))}} = \frac{-\frac{3}{4}}{\sqrt{1+\left(-\frac{3}{4}\right)^2}} = -\frac{3}{5}.$$

3. Соотношения между аркфункциями.

1.1. Соотношения первого рода.

Соотношениями первого рода называются соотношения между аркфункциями, вытекающие из выражения зависимости между тригонометрическими функциями дополнительных дуг.

Доказать:

а) $\operatorname{arcsin} x + \operatorname{arccos} x = \frac{\pi}{2}$, на $[-1; 1]$

б) $\operatorname{arctg} x + \operatorname{arccctg} x = \frac{\pi}{2}$, на $]-\infty; +\infty[$

При доказательстве каждого из этих соотношений достаточно показать, что, во-первых, дуги $\operatorname{arcsin} x$ и $\frac{\pi}{2} - \operatorname{arccos} x$ ($\operatorname{arctg} x$ и $\frac{\pi}{2} - \operatorname{arccctg} x$) заключены на одном и том же промежутке монотонного изменения в синуса (тангенса) и, во-вторых, что синусы (тангенсы) этих дуг равны. Тогда и рассматриваемые дуги будут равны.

Докажем первое соотношение.

1. $-\frac{\pi}{2} \leq \operatorname{arcsin} x \leq \frac{\pi}{2}$ – по определению арксинуса.

$0 \leq \operatorname{arccos} x \leq \pi$, по определению арккосинуса.

Поэтому $0 \leq \operatorname{arccos} x \leq \pi$, а $-\frac{\pi}{2} \leq \frac{\pi}{2} - \operatorname{arccos} x \leq \frac{\pi}{2}$.

Теперь видим, что дуги $\operatorname{arcsin} x$ и $\frac{\pi}{2} - \operatorname{arccos} x$ заключены на промежутке $\left[-\frac{\pi}{2}; \frac{\pi}{2}\right]$ возрастания синуса.

2. $\sin(\operatorname{arcsin} x) = x$ и $\sin\left(\frac{\pi}{2} - \operatorname{arccos} x\right) = \cos(\operatorname{arccos} x) = x$ т.е. синус этих дуг равны.

Поэтому $\operatorname{arcsin} x = \frac{\pi}{2} - \operatorname{arccos} x$, т.е. $\operatorname{arcsin} x + \operatorname{arccos} x = \frac{\pi}{2}$.

Второе соотношений доказывается аналогично.

1.2. Соотношения второго рода.

Соотношениями второго рода называется соотношениям между аркфункциями, вытекающие из соотношений между значениями тригонометрических функций одного

и того же аргумента. Они преобразуют одну аркфункцию в другую. При выводе таких соотношений могут представиться два случая:

а) Аргумент, данный от функции не отрицателен.

В этом случае значение аркфункций расположена на промежутке $\left]0, \frac{\pi}{2}\right[$ или совпадают с одним из его концов, и каждая из аркфункций может быть выражена через любую другую аркфункцию (если её значение принадлежит множество значений данной аркфункции).

Примеры.

1. Выразить $\arcsin \frac{1}{3}$ через другие аркфункции.

$$\text{Вычислим } \cos \left(\arcsin \frac{1}{3} \right) = \sqrt{1 - \sin^2 \left(\arcsin \frac{1}{3} \right)} = \sqrt{1 - \left(\frac{1}{3} \right)^2} = \frac{2\sqrt{2}}{3}.$$

Так как дуги $\arcsin \frac{1}{3}$ и $\arccos \frac{2\sqrt{2}}{3}$ заключены на промежутке $\left[0; \frac{\pi}{3}\right]$ убывания косинуса и косинусы их равны, то равны и сами дуги: $\arcsin \frac{1}{3} = \arccos \frac{2\sqrt{2}}{3}$.

Аналогично рассуждая, найдём, что из равенства:

$$\text{tg} \left(\arcsin \frac{1}{3} \right) = \frac{\sin \left(\arcsin \frac{1}{3} \right)}{\sqrt{1 - \sin^2 \left(\arcsin \frac{1}{3} \right)}} = \frac{\frac{1}{3}}{\sqrt{1 - \left(\frac{1}{3} \right)^2}} = \frac{\sqrt{2}}{4}$$

следует: $\arcsin \frac{1}{3} = \text{arctg} \frac{\sqrt{2}}{4}$.

Из равенства:

$$\text{ctg} \left(\arcsin \frac{1}{3} \right) = \frac{\sqrt{1 - \sin^2 \left(\arcsin \frac{1}{3} \right)}}{\sin \left(\arcsin \frac{1}{3} \right)} = \frac{\sqrt{1 - \left(\frac{1}{3} \right)^2}}{\frac{1}{3}} = 2\sqrt{2}$$

следует: $\arcsin \frac{1}{3} = \text{arcctg} 2\sqrt{2}$.

2. Выразить $\arccos 0$ через другие аркфункции.

$\arccos 0 = \frac{\pi}{2} = \arcsin 1 = \text{arctg} 0$, но через арктангенс это дуга не выражается, так как $-\frac{\pi}{2} < \text{arctg} x < \frac{\pi}{2}$.

С помощью известных свойств аркфункций сведём аркфункцию от отрицательного аргумента к той же аркфункции от положительного аргумента и придём к предыдущему случаю.

4. Выполнение обратных тригонометрических операций над тригонометрическими функциями.

Вычисления выражения вида:

$$\arcsin(\sin x); \arccos(\cos x); \text{arctg}(\text{tg} x); \text{arcctg}(\text{ctg} x);$$

Рассмотрим два возникших случая:

а) Аргумент тригонометрической функции заключен на промежутке изменения её аркфункции.

Примеры. Вычислить:

1. $\arcsin \left(\sin \frac{\pi}{8} \right)$;

Так как дуги $\arcsin \left(\sin \frac{\pi}{8} \right)$ и $\frac{\pi}{8}$ заключены на промежутки возрастания синуса и синусы дуг равны: $\sin \left(\arcsin \left(\sin \frac{\pi}{8} \right) \right) = \sin \frac{\pi}{8}$, то равны и сами дуги:

$$\arcsin \left(\sin \frac{\pi}{8} \right) = \sin \frac{\pi}{8}$$

2. $\text{arcctg} \left(\text{ctg} \frac{3\pi}{5} \right)$;

Так как дуги $\text{arcctg}\left(\text{ctg}\frac{3\pi}{5}\right)$ и $\frac{3\pi}{5}$ заключены на промежутке $]0; \pi[$ убывания котангенс и котангенс дуг равны: $\text{ctg}\left(\text{arcctg}\left(\text{ctg}\frac{3\pi}{5}\right)\right) = \text{ctg}\frac{3\pi}{5}$, то равны и сами дуги: $\text{arcctg}\left(\text{ctg}\frac{3\pi}{5}\right) = \text{ctg}\frac{3\pi}{5}$.

б) Аргумент тригонометрической функции не принадлежит промежутку изменения её аркфункции.

В этом случае, принимая формулы приведения, или понятия перевода тригонометрических функций, или четность (нечетность) тригонометрических функций, сводим её аргумент к аргументу, заключённому на промежутке изменения её аркфункций, т.е. к предыдущему случаю.

Примеры. Вычислить:

$$1. \arccos\left(\cos\left(-\frac{\pi}{5}\right)\right);$$

$$-\frac{\pi}{5} \notin [0; \pi], \text{ но } \cos\left(-\frac{\pi}{5}\right) = \cos\frac{\pi}{5}, \text{ а } \frac{\pi}{5} \in [0; \pi].$$

$$\text{Поэтому } \arccos\left(\cos\left(-\frac{\pi}{5}\right)\right) = \arccos\left(\cos\frac{\pi}{5}\right) = \frac{\pi}{5}.$$

$$2. \arctg(\text{tg } 3,2\pi);$$

$$3,2\pi \notin \left]-\frac{\pi}{2}; \frac{\pi}{2}\right], \text{ но } \text{tg } 3,2\pi = \text{tg}(3\pi + 0,2\pi) = \text{tg } 0,2\pi.$$

$$0,2\pi \in \left]-\frac{\pi}{2}; \frac{\pi}{2}\right]. \text{ Поэтому } \arctg(\text{tg } 3,2\pi) = \arctg(\text{tg } 0,2\pi) = 0,2\pi.$$

$$3. \arcsin(\sin(-5));$$

$$-5 \notin \left[-\frac{\pi}{2}; \frac{\pi}{2}\right], \text{ но } \sin(-5) = \sin(2\pi - 5) \text{ и } 2\pi - 5 \in \left[-\frac{\pi}{2}; \frac{\pi}{2}\right].$$

$$\text{Поэтому } \arcsin(\sin(-5)) = \arcsin(\sin(2\pi - 5)) = 2\pi - 5.$$

Замечания. Если аргумент тригонометрической функции принимает «табличное» значение или сводится к нему, то вычисление можно производить непосредственно.

Леонова О.В.

Вероятностные характеристики продолжительности жизни

Байкальский государственный университет
(Россия, Иркутск)

doi: 10.18411/sr-10-08-2021-14

Аннотация

В статье рассматриваются вероятностные характеристики продолжительности жизни, которые являются основой построения таблиц смертности.

Ключевые слова: страховая математика, функция выживания, кривая смертей, интенсивность смертности, таблицы смертности.

Функция выживания

Пусть X означает продолжительность жизни, X_i – продолжительность жизни i – го индивидуума. В других видах страхования под X можно понимать, например:

- 1) Время до наступления заболевания;
- 2) Время безаварийной работы автомобиля;
- 3) Время до причинения ущерба и т.п.

Неопределенность или непредсказуемость момента смерти, заболевания аварии является основным источником случайности при страховании, что позволяет использовать случайные события, величины, процессы при математическом анализе различных аспектов страхования жизни, здоровья, имущества и т.п.

Относительно момента смерти конкретного человека трудно сказать что-то определенное. Однако, если рассматривается достаточно большая *однородная* группа людей, то для нее уже будут справедливы закономерности, присущие массовым случайным явлениям, например, устойчивость частот, сходимость к нормальному или пуассоновскому законам распределения и т.д. Поэтому, привлекая терминологию теории вероятностей, можно говорить о продолжительности жизни как о случайной величине X , причем $X \geq 0$.

Исчерпывающей характеристикой случайной величины X является функция распределения $F(x) = P\{X \leq x\}$. В актуарной математике вместо функции распределения обычно используют *функцию выживания* [1]

$$s(x) = P\{X > x\} = 1 - F(x), \tag{1}$$

которая есть вероятность того, что человек доживет до возраста x лет. Индивидуума в возрасте x лет в актуарной математике обозначают (x) . Функция выживания $s(x)$ является основным из терминов в актуарной математике и обладает следующими свойствами:

- 1) $s(x)$ убывает;
- 2) $s(0) = 1, s(\infty) = 0$;
- 3) $s(x)$ непрерывна справа.

В какой-то степени о характере реальных зависимостей функции выживания от возраста x можно судить по таблицам:

Мужчины (СССР, 1984-1985)

x	0	14	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
$s(x)$	1	0,954	0,947	0,922	0,878	0,795	0,651	0,434	0,188	0,003	0	0

Женщины (СССР, 1984-1985)

x	0	14	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
$s(x)$	1	0,964	0,961	0,953	0,939	0,908	0,841	0,7	0,417	0,008	0	0

Так как реальная продолжительность жизни X ограничена *предельным возрастом* (limiting age) $\omega = 100 - 120$ лет, то $s(x) = 0, x > \omega$. В связи с этим ТПЖ составляются обычно для целых $x \leq \omega$. Однако для функций $s(x)$, задаваемых аналитически, время жизни, как правило, неограниченно, причем параметры для $s(x)$ подбирают так, чтобы вероятность $P\{X > x\}$ была достаточно малой.

Выясним, как функция выживания $s(x)$ связана с одной из основных характеристик l_x общих таблиц смертности. Рассмотрим достаточно большую группу из l_0 новорожденных ($l_0 = 10000$) и будем фиксировать их продолжительности жизни или моменты смерти X_1, X_2, \dots, X_{l_0} . Введем для события A индикатор $I(A) = \begin{cases} 1, A \\ 0, \bar{A} \end{cases}$.

Тогда число представителей этой группы, доживших до возраста x лет, есть случайная величина

$$L(x) = \sum_{i=1}^{l_0} I(X_i > x),$$

математическое ожидание которой и определяет величина

$$l_x = ML(x) = \sum_{i=1}^{l_0} MI(X_i > x) = \sum_{i=1}^{l_0} P(X_i > x) = \sum_{i=1}^{l_0} s(x) = l_0 s(x),$$

то есть

$$l_x = l_0 s(x). \tag{2}$$

Из формулы (2) следует, что:

- 1) Кривая l_x изменяется в зависимости от возраста x аналогично функции выживания $s(x)$ с точностью до множителя-константы l_0 ;
- 2) $s(x) = \frac{l_x}{l_0}$ – это средняя доля доживших до возраста x из рассматриваемой группы новорожденных.

Кривая смертей

Рассмотрим данные ТПЖ для населения США

x	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
$s(x)$	1	0,983	0,977	0,965	0,949	0,915	0,837	0,682	0,432	0,142	0,012	0

Если взять $l_0 = 1000$, то в первые 10 лет жизни умрет в среднем 17 человек, от 10 до 20 лет – 6 человек, от 20 до 30 лет – 12 человек, от 30 до 40 лет – 16 человек, от 40 до 50 – 34 человека и т.д. Очевидно, что эти данные, разбитые на интервалы, более наглядно характеризуют смертность, чем данные из таблицы. Например, в первом десятилетии смертность втрое выше, чем во втором, самом безопасном, или период от 70 до 90 лет, за который умирает 540 человек, что составляет более половины исходной группы $l_0 = 1000$ человек.

Введем для интервала возрастов $(x, x + t)$ случайную величину

$${}_t D_x = L(x) - L(x + t) = \sum_{i=1}^{l_0} I(x < X_i \leq x + t), \tag{3}$$

которая равна числу умерших в возрасте от x до $x + t$ лет из фиксированной группы l_0 новорожденных. Математическое ожидание этой случайной величины определяет еще одну из основных характеристик ${}_t d_x$ ТПЖ

$${}_t d_x = M {}_t D_x. \tag{4}$$

Очевидно, что

$${}_t d_x = M {}_t D_x = M(L(x) - L(x + t)) = l_x - l_{x+t} = l_0(s(x) - s(x + t)),$$

где $s(x) - s(x + t) = P(x < X_i \leq x + t)$ – вероятность смерти в промежутке $(x, x + t]$.

Отметим, что индекс $t = 1$ обычно опускается, поэтому $d_x = l_x - l_{x+1}$, т.е. d_x выражается через l_x и l_{x+1} , имеющиеся в таблицах смертности. Тем не менее, величина d_x также приводится в таблицах смертности в качестве основной характеристики.

Функция $f(x) = F'(x) = -s'(x)$ называется плотностью распределения случайной величины X и за ней в актуарной математике закреплен термин *кривая смертей* (the curve of deaths). Кривая d_x от переменной возраста x изменяется приближенно как кривая смертей $f(x)$ с точностью до множителя-константы l_0 , т.е.

$d_x \approx l_0 f(x)$. Резюмируя, можно сказать, что кривая смертей в каком-то смысле является более тонкой характеристикой по сравнению с функцией выживания.

Функция интенсивности смертности

В свою очередь, по сравнению с кривой смертей более тонкой характеристикой является функция интенсивности смертности [2]. Найдем вероятность смерти человека, дожившего до x лет, в течение ближайших t лет, то есть в промежутке $(x, x + t]$:

$$\begin{aligned} P(x < X \leq x + t / X > x) &= \frac{P(x < X \leq x + t \cap X > x)}{P(X > x)} = \frac{P(x < X \leq x + t)}{P(X > x)} = \\ &= \frac{s(x) - s(x + t)}{s(x)} = \frac{F(x + t) - F(x)}{1 - F(x)}. \end{aligned} \tag{5}$$

Применяя формулу Тейлора к функции $F(x + t)$, получим $F(x + t) - F(x) = F(x) + F'(\xi) \cdot t - F(x) = f(\xi) \cdot t$, $\xi \in (x, x + t)$. Если величина t мала или функция $f(\xi)$ слабо изменяется в промежутке $(x, x + t)$, то из (5) получается равенство

$$P(x < X \leq x + t / X > x) \approx \frac{f(x)}{1 - F(x)} \cdot t. \tag{6}$$

Отношение в правой части (6)

$$\mu_x = \frac{f(x)}{1 - F(x)} = \frac{f(x)}{s(x)} \tag{7}$$

называется *функцией интенсивности смертности* и является важной характеристикой страховой математики. Согласно (6) и (7) величина $\mu_x \cdot t$ приближенно равна вероятности смерти человека возраста x лет в интервале $(x, x + t)$.

Важность функции μ_x подтверждается и тем, что ее приближенное значение q_x приводится в таблицах смертности также в качестве основной

$$q_x = \frac{d_x}{l_x} \approx \frac{l_0 f(x)}{l_0 s(x)} = \mu_x.$$

Функция интенсивности смертности обладает следующими свойствами:

- 1) $\mu_x \geq 0$;
- 2) $\int_0^{+\infty} \mu_u du = +\infty$;
- 3) $s(x) = e^{-\int_0^x \mu_u du}$;
- 4) $F(x) = 1 - e^{-\int_0^x \mu_u du}$.

Из этих свойств следует, что функция интенсивности смертности может быть использована как основная характеристика продолжительности жизни наряду с функцией распределения, функцией выживания и плотностью распределения.

1. Архипов, А.П. Андеррайтинг в страховании: Теоретический курс и практикум: учебное пособие / А.П. Архипов. - М.: Юнити-Дана, 2015. - 240 с.
 2. Никулина, Н.Н. Страховой маркетинг: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности «Финансы и кредит» / Н.Н. Никулина, Л.Ф. Суходоева, Н.Д. Эриашвили. - М.: Юнити-Дана, 2015. - 503 с.
-

РАЗДЕЛ V. БИОЛОГИЯ

Гришин Е.А.

Гематологические показатели молодняка гусей, потреблявших витаминную добавку

ФГБОУ ВО «Курганская ГСХА имени Т.С.Мальцева»
(Россия, Курган)

doi: 10.18411/sr-10-08-2021-15

Аннотация

Целью исследований являлось изучение гематологических показателей молодняка гусей при использовании кормовой добавки Витаммин. Гуси контрольной группы получали основной рацион, 1 опытной – рацион с добавлением Витаммин в дозировке 0,2 мл/л воды; а 2 опытной – 0,5 мл/л воды. В результате проведенных исследований установлено, что использование кормовой добавки Витаммин для гусей способствовало более интенсивному обмену веществ, и как следствие лучшее снабжение кислородом органов и тканей, в сравнении со сверстниками из контроля. В опытных группах, при увеличении дозировки кормовой добавки у гусят отмечено повышение уровня тканевого дыхания, что характерно при увеличении обменных процессов и как следствие, повышении продуктивности.

Ключевые слова: молодняк гусей, комбикорма, добавка Витаммин, гематологические показатели.

«Современное птицеводство – одна из самых динамично развивающихся отраслей животноводства. Птица отличается интенсивным ростом, большой продуктивностью и хорошей оплатой корма. Разведение сельскохозяйственной птицы обеспечивает равномерное снабжение населения высокопитательными продуктами на протяжении года» [1]. Для обеспечения стабильного роста отрасли птицеводства необходимо увеличение продуктивности птицы, ее сохранности и качества получаемой продукции. Продуктивность птицы зависит от многих факторов – генетических, селекционной работы, условий кормления и содержания. «Необходимо поддержание продуктивности птицы, определяемой ее генетическим потенциалом» [2, 3].

«Большое значение в вопросе увеличения продуктивности отводится кормлению птицы, которое необходимо балансировать по обменной энергии, питательным веществам, витаминам, минералам» [4, 5]. «Основными биологически активными веществами, необходимыми для жизнедеятельности организма птицы являются витамины. Их недостаток наносит существенный ущерб птицеводству, приводя к нарушению биохимических процессов и морфологическим изменениям в органах и тканях птицы» [6].

Обмен витаминов в организме не является стабильным и зависит от вида птицы, кросса, возраста, продуктивности, условий содержания, стресс-факторов, сочетания питательных веществ и витаминов в комбикормах и др. Каждый из этих факторов может изменять степень использования витаминов и влиять на зоотехнические показатели и иммунную систему организма птицы.

В связи с этим использование витаминной кормовой добавки Витаммин для молодняка гусей является актуальным и имеет практическое значение.

Целью работы являлось изучение гематологических показателей молодняка гусей при использовании кормовой добавки Витаммин.

Исследования выполнены на базе КФХ «Попов С.Н.» Шумихинского района, Курганской области. Для научно-хозяйственного опыта формировали группы птицы

методом сбалансированных групп, с учетом возраста, живой массы, физиологического состояния. Опыт провели на 1500 гусятах, разделенных в 3 группы. В каждую группу было отобрано по 500 голов суточных гусят. Срок выращивания 60 суток. Молодняк гусей контрольной группы кормили с использованием комбикорма ПК-31 (с 1 по 3 неделю выращивания) и ПК-32 (с 4 по 9 неделю выращивания); 1 опытной дополнительно ввели добавку Витаммин в дозе 0,2 мл/л воды; а 2 опытной – 0,5 мл/л воды. Кормление гусей проводили с учетом норм ВНИТИП. Условия содержания, плотность посадки, фронт кормления и поения, параметры микроклимата во всех группах были равны [7]. Полученный в опытах цифровой материал подвергли биометрической обработке с использованием программы Microsoft Excel [8]. Разницу считали достоверной при $P \leq 0,05$.

В целях изучения морфологических и биохимических показателей крови у подопытного молодняка гусей, утром за час до кормления птицы была взята кровь из крыловой вены конце выращивания (в возрасте и 60 суток).

Морфобиохимические показатели крови подопытных гусят-бройлеров в различные возрастные периоды приведены в таблице 1.

Таблица 1

Гематологические показатели молодняка гусей ($\bar{X} \pm S\bar{x}$)

Показатель	Группа		
	контрольная	1 опытная	2 опытная
Эритроциты, $\times 10^{12}$ /л	2,26 \pm 0,06	2,36 \pm 0,06	2,54 \pm 0,05*
Лейкоциты, $\times 10^9$ /л	20,02 \pm 0,50	20,45 \pm 0,90	21,86 \pm 0,83
Гемоглобин, г/л	124,48 \pm 1,89	133,19 \pm 2,42	134,51 \pm 2,31*
Щелочной резерв, мг%	704,38 \pm 9,36	714,86 \pm 11,93	762,18 \pm 10,76*
Общий белок, г/л	56,83 \pm 2,46	62,17 \pm 2,20	62,08 \pm 2,38
Общий азот, мг%	933,67 \pm 18,87	986,88 \pm 17,64	1016,22 \pm 16,78*
Кальций, ммоль/л	2,68 \pm 0,18	2,64 \pm 0,21	2,51 \pm 0,16
Неорганический фосфор, ммоль/л	2,69 \pm 0,13	2,35 \pm 0,11	2,25 \pm 0,16
Альбумины	32,52 \pm 1,25	38,15 \pm 1,57	39,48 \pm 1,27*
Глобулины	67,48 \pm 1,25	61,85 \pm 1,57	60,52 \pm 1,27*
α -глобулины	13,44 \pm 0,96	18,10 \pm 2,65	13,50 \pm 1,56
β -глобулины	11,78 \pm 1,62	10,66 \pm 1,51	10,15 \pm 1,04
γ -глобулины	47,70 \pm 2,71	39,72 \pm 4,45	46,92 \pm 0,87
A/G коэффициент	0,45 \pm 0,01	0,56 \pm 0,03*	0,56 \pm 0,02*

* $P < 0,05$

Исследованиями установлено, в контрольной группе количество эритроцитов было меньше, чем у аналогов остальных групп на 4,42 и 12,39 % ($P < 0,05$) соответственно. Гусята 2 опытной группы превосходили сверстников из 1 опытной по количеству эритроцитов на 7,63 %. Гусята контрольной группы имели гемоглобина в среднем 124,48 г/л, что меньше по сравнению с опытными на 7,00 и 8,06 % ($P < 0,05$) соответственно, что указывает на интенсивный рост молодняка данных групп.

Количество лейкоцитов у гусят, получавших добавку Витаммин, больше по сравнению с контрольными. Количество лейкоцитов в крови значительно увеличивается при более интенсивном обмене веществ, связанном с повышением продуктивности, а именно с приростом живой массы. Так, в 1 и 2 опытных группах количество лейкоцитов на 2,15 и 9,19 % соответственно больше, по сравнению с

контрольной. Во 2 опытной группе количество лейкоцитов было больше на 6,89 %, по сравнению с 1 опытной группой. Некоторое увеличение количества лейкоцитов у гусят, получавших добавку Витамин, указывает на усиление деятельности аппарата кроветворения, что связано с более интенсивным ростом птицы.

Содержание кальция в сыворотке крови гусят было наибольшим у контрольной группы – 2,68 ммоль/л, что на 1,49 % больше, чем в 1 опытной и - на 6,34 %, в сравнении со 2 опытной. Содержание неорганического фосфора в сыворотке крови было максимальным у гусят контрольной группы – 2,69 ммоль, что на 12,64 % больше, чем в 1 опытной, и на 16,36 %, в сравнении со 2 опытной.

Щелочной резерв в контрольной группе был меньше, чем в опытных, на 1,49 и 8,21 % ($P < 0,05$) соответственно. Наибольший щелочной резерв отмечен у гусят 2 опытной группы, в сравнении с 1 опытной на 6,62 %.

Содержание общего азота в контрольной группе составило 933,67 мг% и было меньше, чем в опытных на 5,70 и 8,84 ($P < 0,05$) % соответственно. Данный показатель в 1 опытной группе был меньше, чем во 2 опытной – на 2,97 %. Содержание общего белка у гусят контрольной группы было меньше, чем в опытных на 9,40 и 9,24 %. Содержание общего белка в 1 опытной группе было на 0,14 % меньше, по сравнению со 2 опытной. Полученные результаты свидетельствуют об активном протекании окислительно-восстановительных процессов в организме гусят опытных групп, что вероятно, связано с действием кормовой добавки Витамин.

Установлено, что у гусят контрольной группы на долю альбуминовой фракции приходилось на 5,63 % и 6,96 % ($P < 0,05$), меньше в сравнении с опытными соответственно. При этом у гусей 1 опытной группы данный показатель был меньше, чем у 2 опытной на 1,33 %. Глобулинов у гусят контрольной группы было больше, чем у опытных на 5,63 % и 6,96 % ($P < 0,05$) соответственно. У птицы 1 опытной группы данный показатель был больше, чем во 2 опытной на 1,33 %.

Выявлено, что на долю α -глобулинов у гусят приходилось от 14,44 до 18,10 %, причем меньшее их количество отмечено у гусят контрольной группы: разница с 1 и 2 опытной 4,66 и 0,06 % соответственно. У птицы 1 опытной группы α -глобулинов было больше, чем у сверстников из контроля на 4,66 %, из 2 опытной - на 4,60 %. β -глобулинов у гусят контрольной группы было больше, чем у аналогов из опытных на 1,12 и 1,63 %, а γ -глобулинов – на 7,98 и 0,78 % соответственно. Разница между опытными группами по содержанию β -глобулинов была больше у птицы 1 опытной группы на 0,51 %, чем во 2 опытной, а по содержанию γ -глобулинов больше у 2 опытной, чем в 1 опытной на 7,20 %. Альбумин-глобулиновый (А/Г) коэффициент был наибольшим (0,56) в опытных группах, или на 24,44 % ($P < 0,05$) в сравнении с контролем. Между опытными группами разницы по данному показателю не установлено, они были равны.

Следовательно, использование кормовой добавки Витамин для гусей способствовало более интенсивному обмену веществ, и как следствие лучшее снабжение кислородом органов и тканей, в сравнении со сверстниками из контроля. Проведенные в наших исследованиях гематологические анализы подтверждают особенности обмена веществ у гусей, потреблявших добавку Витамин. В опытных группах, при увеличении дозировки кормовой добавки Витамин у гусят отмечено повышение уровня тканевого дыхания, что характерно при увеличении обменных процессов и как следствие, повышении продуктивности. Полученные результаты согласуются с мнением ученых, экспериментально установившим, что использование различных кормовых добавок, в том числе витаминных, позволяет улучшить продуктивность и физиологические показатели птицы [9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16].

1. Крылова С.А., Лежнина Т.А. Анализ состояния и перспективы развития мясного и яичного птицеводства //Аллея науки. - 2019. - Т.1. - № 11(38). - С. 298 - 301.
2. Булдакова Н.Д. Оценка реализации продуктивного потенциала цыплят-бройлеров //Сб. статей "Научные труды студентов Ижевской ГСХА". - Ижевск: Изд-во Ижевская ГСХА, 2018. - С. 19 - 22.
3. Астраханцев А.А., Казанцева Н.П., Санникова Н.А. Реализация потенциала продуктивности яичных и мясных кроссов кур в промышленном птицеводстве // Материалы Международной научно-практической конференции "Современному АПК - эффективные технологии". - Ижевск: Ижевская государственная сельскохозяйственная академия, 2019. - С. 40 - 45.
4. Hamdia J.F., Pérez M., Létourneau-Montminy P., Franco-Rosselló R., Aligües R., Solà-Oriol D. The effects of microbial phytases and dietary calcium and phosphorus levels on the productive performance and bone mineralization of broilers // Animal Feed Science and Technology - 2018. - № 248. - P.41-51.
5. Widodo A.E., Nolan J.V. Response of Broiler Chickens to Triticale-Based Diets Supplemented with Microbial Enzymes // Poultry Science Journal – 2018. – № 6. – P.25-40.
6. Ахметова Л. и др. Влияние добавки Винивет на рост и развитие цыплят кросса «Конкурент-2» // Птицеводство. - 2012. - № 11. - С.19-21.
7. Суханова С.Ф., Азаубаева Г.С., Махалов А.Г. Планирование и организация эксперимента. - Курган: Изд-во Курганская ГСХА, 2015. - 210 с.
8. Суханова С.Ф., Азаубаева Г.С., Лешук Т.Л., Коцаев А.Г. Биометрические методы в животноводстве. - Краснодар: КубГАУ, 2017. - 162с.
9. Азаубаева Г.С., Суханова С.Ф., Баскаев В.К. Продуктивность гусынь родительского стада при использовании кормовой добавки Лив 52 // Вестник Курганской ГСХА. – 2014. - № 1. – С. 31 – 35.
10. Суханова С.Ф., Кожевников С.В. Морфологические и биохимические показатели крови цыплят-бройлеров // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. – 2009. - № 1-2. – С. 46 – 50.
11. Суханова С.Ф., Кармацких Ю.А. Морфологические показатели у гусят, получавших бентонит // Птицеводство. – 2004. - № 6. – С. 16 – 17.
12. Суханова С., Кожевников С., Шульгин С. Влияние пробиотических препаратов на биохимические показатели крови гусят-бройлеров // Главный зоотехник. – 2012. - № 4. – С.55 - 57.
13. Суханова С.Ф., Махалов А.Г. Авизим 1100 в составе кормосмесей для гусят-бройлеров // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. – 2008. - № 4. – С. 39 - 43.
14. Кожевников С.В., Суханова С.Ф. Биологически активные вещества в кормах для цыплят-бройлеров // Зоотехния. – 2010. - № 4. – С. 16 - 17.
15. Temiraev R.B., Sukhanova S.F., Tarchokov T.T., Osepchuk D.V., Baeva Z.T., Kubatieva Z.A., Kozhokov M.K., Kaloeva Z.Yu., Khmelevskaya A.V. Effect of adsorbents in diets on production efficiency of broiler with high nutritional and ecological characteristics //Journal of livestock science. – Vol. 11, number 1. – 2020. – pp. 26-32. (DOI: 10.33259/JLivestSci.2020.26-32)
16. Sukhanova S.F., Kurskaya Yu.A., Bischokov R.M., Temiraev R.B. Exchange processes in the organism of goslings of different ages feeding with selenium-containing fodder supplement // International Conference on World Technological Trends in Agribusiness: IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 624 (2021) 012096. - IOP Publishing. doi: 10.1088/1755-1315/624/1/012096

Тарасова А.О.

Влияние льняного жмыха на продуктивные показатели молодняка лошадей

ФГБОУ ВО «Курганская ГСХА имени Т.С.Мальцева»

(Россия, Курган)

doi: 10.18411/sr-10-08-2021-16

Аннотация

Целью работы являлось изучение продуктивности молодняка лошадей, потреблявшего льняной жмых. Полученные результаты свидетельствуют о том, что использование льняного жмыха в рационе молодняка лошадей русской тяжеловозной породы положительно повлияло на прирост живой массы, привело к увеличению основных промеров телосложения. При этом наилучшие результаты по всем исследуемым показателям были у подопытных животных, в рационы которых включали льняной жмых в возрасте 9 – 12 мес. в дозе 500 г на голову в сутки, а в возрасте 12 – 18 мес. - 800 г на голову в сутки.

Ключевые слова: Лошади, рационы, льняной жмых, живая масса, промеры тела.

«Одно из условий дальнейшего развития коневодства, улучшение качества и снижения себестоимости продукции – полноценное кормление» [1]. «Полное удовлетворение потребностей животных в высококачественных кормах всех видов – это основное условие повышения их продуктивности» [2], поскольку она зависит на 50 – 60 % от уровня кормления. Установлено, что обеспечение полноценного, сбалансированного кормления лошадей, использование в рационах различных кормовых средств позволяет улучшить физиологические показатели животных и повысить их продуктивность [3 - 16].

«В последние годы во всем мире возрос интерес к использованию льняного масла в пищу в связи с его лечебными свойствами, обусловленными высоким содержанием линоленовой кислоты. В практике кормления сельскохозяйственных животных льняной жмых признается одним из лучших» [17]. Введение льняного жмыха в рацион животных позволяет сбалансировать его по протеину, жиру и незаменимым аминокислотам. Питательные вещества льняного жмыха легко усваиваются животными, повышают продуктивность, он благотворно воздействует на пищеварительную систему.

В связи с этим использование льняного жмыха в составе рационов для молодняка лошадей русской тяжеловозной породы является актуальным и имеет практическую значимость.

Целью работы являлось изучение продуктивных показателей молодняка лошадей русской тяжеловозной породы при использовании разных дозировок льняного жмыха в составе рационов.

Научно-хозяйственные опыты проводились в ООО «Логиново» Курганской области на молодняке лошадей русской тяжеловозной породы. В каждом опыте молодняк распределяли в три группы по принципу аналогов (с учетом возраста, происхождения, живой массы). В первом научно-хозяйственном опыте контрольная группа молодняка 9 – 12 месячного возраста получала основной рацион, 1 опытная - рацион с добавлением льняного жмыха в дозировке 300 г/гол, а 2 опытной - 500 г/гол в сутки. Во втором научно-хозяйственном опыте контрольная группа молодняка 12 - 18 месячного возраста получала основной рацион, 1 опытная - рацион с добавлением льняного жмыха в дозировке 600 г/гол, а 2 опытной - 800 г/гол в сутки. Льняной жмых давали в смеси с овсом. Полученный в опытах цифровой материал подвергли биометрической обработке с использованием программы Microsoft Excel [18]. Разницу считали достоверной при $P \leq 0,05$.

Динамика живой массы и основных промеров молодняка лошадей в возрасте 9 – 12 мес. показана в таблице 1.

Таблица 1

Живая масса лошадей в возрасте 9 – 12 мес, кг ($\bar{X} \pm S^{\bar{x}}$)

Возраст, мес.	Группа		
	контрольная	1 опытная	2 опытная
9	282,56 ± 6,04	283,67 ± 5,01	283,00 ± 5,38
10	303,56 ± 6,72	309,67 ± 5,31	312,00 ± 6,07
11	325,11 ± 6,86	335,00 ± 5,74	340,44 ± 5,83
12	351,89 ± 6,18	362,00 ± 5,15	370,67 ± 5,44*
Валовой прирост	69,33 ± 2,16	78,33 ± 3,05*	87,76 ± 1,83***
Среднесуточный прирост, г	770,37 ± 24,00	870,37 ± 33,84*	974,07 ± 20,29***

* $P < 0,05$; *** $P < 0,001$

Молодняк лошадей, потреблявший льняной жмых характеризовался большей живой массой по сравнению с аналогами из контроля. Валовой прирост у молодняка

лошадей контрольной группы был меньше, чем у сверстников из 1 опытной на 9,00 кг, или 12,98 % ($P < 0,05$), из 2 опытной – на 18,43 кг, или 26,58 % ($P < 0,001$).

Данные по изучению основных промеров молодняка лошадей в различные возрастные периоды показаны в таблице 2.

Таблица 2

Основные промеры молодняка лошадей, см ($\bar{X} \pm S\bar{x}$)

Промеры	Группа		
	контрольная	1 опытная	2 опытная
Возраст 9 месяцев			
Высота в холке	130,67 ± 0,53	131,33 ± 0,47	130,56 ± 0,34
Обхват груди	142,57 ± 1,38	142,89 ± 1,59	142,11 ± 1,05
Обхват пясти	17,97 ± 0,07	17,91 ± 0,07	17,94 ± 0,06
Возраст 10 месяцев			
Высота в холке	131,78 ± 0,60	132,39 ± 0,33	131,89 ± 0,42
Обхват груди	146,67 ± 1,29	147,44 ± 1,61	148,00 ± 0,93
Обхват пясти	18,09 ± 0,08	18,09 ± 0,07	18,20 ± 0,08
Возраст 11 месяцев			
Высота в холке	132,89 ± 0,59	134,06 ± 0,54	134,33 ± 0,58
Обхват груди	150,33 ± 1,31	151,11 ± 1,56	153,33 ± 1,15
Обхват пясти	18,19 ± 0,09	18,20 ± 0,08	18,44 ± 0,06*
Возраст 12 месяцев			
Высота в холке	134,78 ± 0,64	135,06 ± 0,38	136,22 ± 0,40
Обхват груди	153,44 ± 1,13	155,33 ± 1,22	158,22 ± 1,08*
Обхват пясти	18,43 ± 0,12	18,52 ± 0,13	18,96 ± 0,10**

* $P < 0,05$; ** $P < 0,01$

В конце опыта, в возрасте животных 12 месяцев, установлено, что по высоте в холке молодняк контрольной группы был меньше, чем 1 опытной на 0,28 см, или 0,21 %, в сравнении со 2 опытной – на 1,44 см, или 1,07 %. По обхвату груди контрольная группа была меньше, чем 1 опытная на 1,89 см, или 1,23 %, чем 2 опытная – на 4,78 см, или 3,12 % ($P < 0,05$). Обхват пясти у молодняка лошадей контрольной группы был меньше в сравнении с 1 опытной на 0,09 см, или 0,49 %, а со 2 опытной – на 0,53 см, или 2,88 % ($P < 0,01$).

Полученные результаты свидетельствуют о том, что использование льняного жмыха в рационе молодняка лошадей русской тяжеловозной породы положительно повлияло на прирост живой массы, привело к увеличению основных промеров телосложения. При этом наилучшие результаты по всем исследуемым показателям были у подопытных животных, в рационы которых включали льняной жмых в дозе 500 г на голову в сутки.

К концу второго опыта (в 18-месячном возрасте) разница в живой массе между животными контрольной и 1 опытной группы составила 18,23 кг, или 4,26 % ($P < 0,05$), а с животными 2 опытной 24,89 кг, или 5,82% ($P < 0,01$).

Основные промеры и индексы телосложения подопытных животных в возрасте 12 – 18 мес (табл.3). В возрасте животных 18 месяцев, по высоте в холке молодняк контрольной группы был меньше, чем в 1 опытной на 0,78 см, или 0,54 %, в сравнении со 2 опытной – на 2,00 см, или 1,38 % ($P < 0,05$). По обхвату груди животные в контрольной группе уступали 1 опытной на 2,11 см, или 1,20 % ($P < 0,05$), чем 2 опытная – на 2,22 см, или 1,26 % ($P < 0,05$). Обхват пясти у молодняка лошадей контрольной группы был меньше в сравнении с 1 опытной на 0,32 см, или 1,56 %, а со 2 опытной – на 0,44 см, или 2,15 %. По изученным промерам тела животные из 2 опытной группы, потреблявшие жмых в дозировке 800 г/гол в сутки превосходили сверстников 1 опытной группы, потреблявших 600 г/гол в сутки льняного жмыха.

Таблица 3

Основные промеры молодняка лошадей, см ($\bar{X} \pm S\bar{x}$)

Промеры	Группа		
	контрольная	1 опытная	2 опытная
Возраст 12 месяцев			
Высота в холке	134,78 ± 0,40	134,89 ± 0,39	134,67 ± 0,44
Обхват груди	155,78 ± 1,19	155,22 ± 1,13	155,44 ± 1,16
Обхват пясти	18,50 ± 0,13	18,50 ± 0,11	18,51 ± 0,11
Возраст 14 месяцев			
Высота в холке	138,11 ± 0,79	139,00 ± 0,78	139,11 ± 0,75
Обхват груди	161,00 ± 0,85	162,00 ± 0,82	162,56 ± 0,93
Обхват пясти	18,61 ± 0,20	18,96 ± 0,18	19,08 ± 0,17
Возраст 16 месяцев			
Высота в холке	142,22 ± 0,62	143,33 ± 0,67	144,33 ± 0,69*
Обхват груди	168,78 ± 1,05	172,00 ± 0,90*	172,11 ± 0,99*
Обхват пясти	19,67 ± 0,21	20,01 ± 0,26	20,09 ± 0,29
Возраст 18 месяцев			
Высота в холке	144,44 ± 0,58	145,22 ± 0,60	146,44 ± 0,65*
Обхват груди	175,78 ± 0,68	177,89 ± 0,63*	178,00 ± 0,69*
Обхват пясти	20,70 ± 0,22	21,02 ± 0,28	21,14 ± 0,27

* $P < 0,05$

Полученные в эксперименте результаты указывают на то, что использование льняного жмыха в рационах молодняка лошадей положительно повлияло на прирост живой массы и промеры. Лучшие результаты по изучаемым показателям были у подопытных животных, в рационы которых включали льняной жмых в дозе 800 г на голову в сутки.

На основании проведенных исследований можно сделать выводы:

1. Живая масса в конце первого опыта у молодняка лошадей (возраст 12 мес потреблявшего льняной жмых в дозировках 300 и 500 г/гол в сутки, была больше сверстников на 2,87 и 5,34% ($P < 0,05$) соответственно. К концу второго опыта (возраст 18-мес.) у животных, потреблявших льняной жмых в дозировках 600 и 800 г/гол в сутки живая масса была больше на 4,26 % ($P < 0,05$) и 5,82% ($P < 0,01$).
2. У молодняка лошадей, потреблявшего льняной жмых отмечены большие промеры тела. В конце первого опыта (возраст 12 мес.), по высоте в холке молодняк контрольной группы был меньше, чем в опытных, на 0,21 % и 1,07 %, по обхвату груди - на 1,23 % и 3,12 % ($P < 0,05$), по обхвату пясти - на 0,49 % и 2,88 % ($P < 0,01$) соответственно. В конце второго опыта (возраст 18 мес.) животные контрольной группы были меньше опытных по основным промерам тела: высоте в холке на 0,54 % и 1,38 % ($P < 0,05$), обхвату груди - на 1,20 % ($P < 0,05$) и 1,26 % ($P < 0,05$), обхвату пясти - на 1,56 % и 2,15 % соответственно при использовании в рационах льняного жмыха в дозировках 600 и 800 г/гол в сутки.

1. Калашников В.В., Соколов Ю.А., Пустовой В.Ф. и др. Практическое коневодство: Учебник/ Под ред. В.В. Калашникова и В.Ф. Пустового. - М.: Колос, 2000. - 376 с.
2. Калашников А.П. Теория кормления и продуктивности животных // Оптимизация кормления сельскохозяйственных животных. - М.: Агропромиздат. - 1991. - С. 3-6.
3. Суханова С.Ф., Дворянцев А.В. Бентонит в рационах молодняка лошадей Орловской рысистой породы // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. - 2008. - № 10. - С. 55-60.

4. Суханова С.Ф., Кармацких Ю.А. Влияние бентонита зырянского месторождения на морфобиохимические показатели крови кобыл Орловской рысистой породы в период жеребости // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. – 2008. – № 3. – С. 38-41.
 5. Суханова С.Ф. Использование препаратов Сел-Плекс и Кайод в рационах кобыл // Актуальные проблемы и научное обеспечение развития современного животноводства: Сб. статей по матер. Всеросс. (национальной) науч.-практич. конф., 11 апреля 2019 года. – Курган: Курганская ГСХА, 2019. – С. 106-112.
 6. Суханова С.Ф., Азаубаева Г.С., Лещук Т.Л. Определение степени влияния внешних факторов на биологические системы // Методы механики в решении инженерных задач: Матер. I Всероссийской научно-практической конф., 12 октября 2017 года. – Лесниково: Курганская ГСХА, 2017. – С. 136-144.
 7. Суханова С.Ф., Кармацких Ю.А. Бентонит в рационах молодняка лошадей орловской рысистой породы // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2008. – № 7(187). – С. 53-60.
 8. Суханова С.Ф. Установление степени выраженности связей в биологическом объекте под влиянием различных факторов // Инновационные достижения науки и техники АПК: Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции, Самара, 18 декабря 2018 года. – Самара: Самарская государственная сельскохозяйственная академия, 2018. – С. 143-148.
 9. Суханова С.Ф., Лещук Т.Л., Бисчоков Р.М. Математическое обоснование действия внешних факторов, влияющих на биологический объект // Вестник Курганской ГСХА. – 2019. – № 1(29). – С. 46-50.
 10. Булатов А.П., Суханова С.Ф. Бентонит для животных и птицы // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. – 2008. – № 1. – С. 65.
 11. Суханова С.Ф. Определение воздействия кормового фактора на показатели биологических систем // Актуальные проблемы экологии и природопользования: Сб. статей по матер. III Всероссийской (национальной) научно-практической конф., 10 апреля 2019 года. – Курган: Курганская ГСХА, 2019. – С. 204-214.
 12. Суханова С.Ф., Кармацких Ю.А. Морфобиохимические показатели крови жеребят, потреблявших бентонит // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. – 2008. – № 4. – С. 53-57.
 13. Суханова С.Ф., Кармацких Ю.А. Экономические показатели использования бентонита в рационах кобыл и жеребят // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. – 2008. – № 6. – С. 44-47.
 14. Суханова С.Ф., Лещук Т.Л., Корниенко И.Г., Бисчоков Р.М. Отбор факторов и показателей, обуславливающих действие биологической системы // Инновационные технологии в АПК: материалы Международной научно-практической конференции, Мичуринск, 21–23 ноября 2018 года / Общ. ред. В.А. Бабушкин. – Мичуринск: Мичуринский ГАУ, 2018. – С. 137-140.
 15. Суханова С.Ф., Бисчоков Р.М. Разработка версии моделей влияния внешних факторов на показатели биологических систем // Роль аграрной науки в устойчивом развитии сельских территорий: Сборник III Всероссийской (национальной) научной конференции, Новосибирск, 20 декабря 2018 года. – Новосибирск: Новосибирский ГАУ, 2018. – С. 417-418.
 16. Бисчоков Р.М., Суханова С.Ф. Основные факторы, оказывающие влияние на биологические объекты // Научно-техническое обеспечение агропромышленного комплекса в реализации Государственной программы развития сельского хозяйства до 2020 года: Сб. статей по материалам международной научно-практической конф., посвященной 75-летию Курганской ГСХА имени Т.С. Мальцева, 18–19 апреля 2019 года. – Курган: Курганская ГСХА, 2019. – С. 413-418.
 17. Дорогобед А.А. Сортоиспытание льна масличного в условиях Саратовской области // Фермер. Поволжье. – 2017. – № 6(59). – С. 46 – 47.
 18. Биометрические методы в животноводстве / С.Ф. Суханова, Г.С. Азаубаева, Т.Л. Лещук, А.Г. Коцаев. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2017. – 162 с.
-

РАЗДЕЛ VI. МАШИНОСТРОЕНИЕ

Кузнецов Ю.П., Химич В.Л., Хрунков С.Н., Чуваков А.Б., Погодин Р.А.
Тенденции и перспективы развития ручных шлифовальных пневматических машин

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева
(Россия, Нижний Новгород)

doi: 10.18411/sr-10-08-2021-17

Аннотация

Проанализированы результаты эволюции параметров пневматических шлифовальных машин на протяжении значительного интервала времени. Выявлены тенденции изменения удельной мощности и удельного расхода машин. Проведен сравнительный анализ перспектив развития машин с ротационным и турбинным приводом. Сделан вывод о большей перспективности применения многоступенчатых турбин в качестве привода. Обоснована конструктивная схема радиальных многоступенчатых турбин для привода машин.

Ключевые слова: Многоступенчатая турбина, пневматическая шлифовальная машина, удельная мощность, удельный расход.

Ручные шлифовальные пневматические машины широко применяются во многих отраслях промышленности для выполнения различных работ подготовительного цикла: зачистки сварных швов, удалении сварочного грата и литейного облоя, при доводке прессформ и штампов и т.д. Первые машины появились еще в конце 19 века и длительное время их параметры оставались практически неизменными. Однако в течение последних нескольких десятков лет произошло стремительное развитие большинства отраслей техники, что отразилось и на такой традиционной, даже консервативной отрасли, как производство пневмоинструмента. Современные шлифовальные машины намного легче, мощнее и экономичнее своих предшественниц. В настоящее время мировыми лидерами в производстве шлифовальных пневмомашин являются крупные корпорации, такие как Atlas Copco, Ingersall Rand, Daewoo, а также специализированные фирмы – Air Turbine Tools, Deprag, Biax, ATA-group и многие другие.

Выявить тенденции развития шлифовальных машин можно, отследив их эволюцию на протяжении значительного интервала времени. С этой целью сопоставим параметры современных машин с требованиями ГОСТ 12634-80 «Машины ручные шлифовальные пневматические. Технические условия» [1], в котором фактически зафиксированы характеристики машин, достигнутые в отрасли к 1980 году. Для сравнения машин будем использовать три параметра:

- удельную мощность $\frac{N_e}{m}$, кВт/кг, где N_e – эффективная мощность привода, m – масса машины;
- удельный расход воздуха $q = \frac{Q}{N_e}$, м³/мин*кВт, где Q – объемный расход воздуха при нормальных условиях;
- частота вращения ротора машины $n = \frac{60}{\pi} * \frac{U}{D}$, где U , м/с – скорость резания шлифовального круга; D – диаметр шлифовального круга, м.

Параметры рассматриваемых машин внесены в таблицу 1, в порядке возрастания номинальной мощности. Дополнительно вычислены среднеарифметические значения

указанных параметров для каждого модельного ряда, а также для совокупности представленных машин.

Таблица 1

№ п/п	Индекс модели машины	Наименование параметров		
		Удельная мощность, кВт/кг	Удельный расход, м ³ / (мин*кВт)	Частота вращения, об/мин
		N_e/m	$q = Q/N_e$	n
1	2	3	4	
Данные ГОСТ 12634-80 [1, с.2].				
В качестве индекса машины использована мощность N_e , кВт				
1	0,03	0,03/0,3 = 0,10	3,00	79583
2	0,16	0,16/0,8 = 0,20	1,55	29844
3	0,25	0,25/1,0 = 0,25	1,90	19100
4	0,35	0,35/1,4 = 0,25	2,00	19100
5	0,50	0,50/1,9 = 0,26	2,04	12127
6	0,70	0,70/2,6 = 0,27	1,75	9550
7	0,85	0,85/3,5 = 0,24	1,55	7640
8	1,3	1,30/4,8 = 0,27	1,40	6112
9	1,5	1,50/5,4 = 0,28	1,35	5093
10	1,7	1,70/7,0 = 0,24	1,30	3820
Среднеарифм. значение параметров модельного ряда		0,24	1,78	-
Фирма Air Turbine Tools [2, с. 3-5, 9], машины с турбинным приводом				
1	201SV	0,15/0,17 = 0,88	0,20/0,15 = 1,32	40...90000
2	204XSV	0,30/0,23 = 1,30	0,26/0,30 = 1,17	30...50000
3	525SV	0,34/0,40 = 0,85	0,56/0,34 = 1,63	30...40000
4	202DM	0,41/0,37 = 1,11	0,57/0,41 = 1,36	30...65000
5	525XDM	0,68/0,58 = 1,17	0,85/0,68 = 1,25	30...40000
Среднеарифм. значение параметров модельного ряда		1,06	1,35	0,32
Фирма Biah [3, с. 4, 8, 10, 12], машины с ротационным приводом				
1	TSD 385	0,10/0,19 = 0,53	0,17/0,10 = 1,7	85000
2	SARD 830	0,26/0,50 = 0,52	0,40/0,26 = 1,5	30000
3	SRD 8-20/2	0,30/0,57 = 0,53	0,50/0,30 = 1,7	20000
4	SRH 10-15/2	0,40/0,97 = 0,41	0,70/0,40 = 1,8	15000
Среднеарифм. значение параметров модельного ряда		0,50	1,68	-
Фирма ATA-group [4, с. 5, 7, 8, 10, 11], машины с ротационным приводом				
1	SP75R	0,11/0,15 = 0,73	0,20/0,11 = 1,8	75000
2	SD45R	0,15/0,24 = 0,63	0,23/0,15 = 1,5	45000
3	S50	0,19/0,36 = 0,53	0,45/0,19 = 2,4	50000
4	SD37L	0,30/0,46 = 0,65	0,57/0,30 = 1,9	37000
5	S22L	0,63/0,93 = 0,68	0,85/0,63 = 1,4	22000
6	SV27LR	0,75/0,85 = 0,88	0,92/0,75 = 1,2	25000
Среднеарифм. значение параметров модельного ряда		0,68	1,7	-
Фирма Atlas Copco [5, с. 22, 28, 30], машины с ротационным приводом				
1	LSF19 S300-1	0,50/0,50 = 1,00	0,68/0,50 = 1,4	30000
2	LSF28 S250	0,86/0,80 = 1,08	1,11/0,86 = 1,3	25000
3	LSF38 S250E-01	1,35/1,50 = 0,90	1,68/1,35 = 1,2	25000
4	LSR48 S090-CW	1,50/2,30 = 0,65	1,70/1,50 = 1,1	9000
5	LSR48 S060-15	2,30/5,40 = 0,43	2,46/2,30 = 1,1	6000
6	LSR64 S100-15	2,90/5,80 = 0,50	3,18/2,90 = 1,1	10000
Среднеарифм. значение параметров		0,76	1,20	-

модельного ряда			
Обобщенное среднеарифм. значение параметров	0,76	1,44	-

Оценим величину изменения параметров модельных рядов машин, представленных в таблице 1, по отношению к требованиям [1]:

- Фирма Air Turbine Tools, шлифмашины с турбинным приводом. Тип турбины – центробежная реактивная турбина. Удельная мощность машин увеличилась в среднем в 4,4 раза; удельный расход воздуха снизился в среднем на 24%.
- Фирма Viax, шлифмашины с ротационным приводом. Удельная мощность увеличилась в среднем в 2,1 раза; удельный расход воздуха снизился в среднем на 5,6%.
- Фирма ATA-group, шлифмашины с ротационным приводом. Удельная мощность увеличилась в среднем в 2,8 раза; удельный расход воздуха снизился в среднем на 4,5%.
- Фирма Atlas Copco, шлифмашины с ротационным приводом. Удельная мощность увеличилась в среднем в 3,2 раза; удельный расход воздуха снизился в среднем на 32%.

Полученные результаты выявили два наиболее значимых направления в эволюции параметров пневматических машин — повышение удельной мощности и снижение удельного расхода воздуха. Удельный расход воздуха за рассматриваемый интервал времени снизился в среднем на 20%, а удельная мощность - выросла в среднем в 3 раза. Третий параметр, выбранный для сравнения машин – это частота вращения ротора n . Вычисление средней величины частоты вращения ротора для всего рассматриваемого модельного ряда машин не имеет физического смысла. Тем не менее, ретроспективный обзор изменения этого параметра позволил выявить одно из перспективных направлений развития шлифовальных машин, что обусловлено периодическим появлением на рынке шлифовальных кругов с увеличенной скоростью резания.

В ручных пневматических шлифовальных машинах применяются различные типы приводов: ротационно-пластинчатый, турбинный, аксиально-поршневой, шестеренный и т.д. Характеристики ротационно-пластинчатых двигателей хорошо коррелируются с параметрами шлифкругов на керамической связке, скорость резания которых (25...40 м/с) остается неизменной в течение уже многих десятилетий. В результате машины с ротационным приводом заняли доминирующее положение в отрасли, составляя более 99% от всего парка машин.

В настоящее время абразивная промышленность освоила серийное производство шлифкругов со скоростями резания 65...120 м/с [6], применение которых способно существенно повысить производительность процесса шлифования. Для высокоскоростных шлифкругов потребовались машины с повышенной частотой вращения и, одновременно, с увеличенной мощностью привода. Производители отреагировали на эту тенденцию созданием более высокооборотных шлифмашин, но сохранили в качестве привода ротационно-пластинчатый двигатель. Так, в каталогах фирмы Atlas Copco появились ротационные машины LSF12 S400-1 с частотой вращения 40 000 мин⁻¹ при мощности 0,36 кВт и LS F19 S460E-1/R с частотой вращения 46 000 мин⁻¹ при мощности 0,51 кВт [5, с.28]. В ГОСТ [1] машин с подобными соотношениями скорости вращения и мощности не предусматривались.

Для эффективной работы высокоскоростных шлифкругов при частоте вращения машины 40...45 000 мин⁻¹ требуется повысить мощность до 0,7...1,1 кВт. В настоящее время ни одна фирма в мире не имеет ротационных машин с таким сочетанием

параметров. Следует отметить, что одновременное увеличение частоты вращения и мощности для ротационно-пластинчатого двигателя в принципе весьма проблематично, поскольку для повышения мощности требуется увеличение диаметра ротора, а для повышения частоты вращения, наоборот, его уменьшение. В то же время достижение таких параметров в машинах с турбинным приводом не вызывает серьезных затруднений. Так, машина 210SV (фирма Air Turbine Tools) при 40 000 мин⁻¹ имеет мощность 0,66 кВт [2, с.7], а машина 230XDM при 40 000 мин⁻¹ – мощность 1,04 кВт [2, с.8].

Таким образом, можно констатировать, что ротационные машины не используют в полной мере преимущества высокоскоростных шлифкругов, что, естественно, сдерживает их производство и широкое применение.

Признанным мировым лидером в производстве пневмоинструмента является шведская фирма Atlas Copco. Анализ данных из каталогов пневмоинструмента Atlas Copco за 2001, 2011 и 2020 год показал, что параметры машин с ротационным приводом в течение последних 20 лет практически не изменились. Это дает основания считать, что машины с ротационно-пластинчатым приводом приблизились к пику своего развития и дальнейшие вложения в их совершенствование в настоящее время не актуальны. На рисунке 1 представлен график выражающий соотношение мощности и частоты вращения машин модельного ряда по ГОСТ [1]. На нем можно выделить большую область сочетания параметров, не встречающихся в существующих моделях машин. Такая ситуация характерна для подавляющего большинства производителей ручных пневматических шлифовальных машин с ротационным приводом.

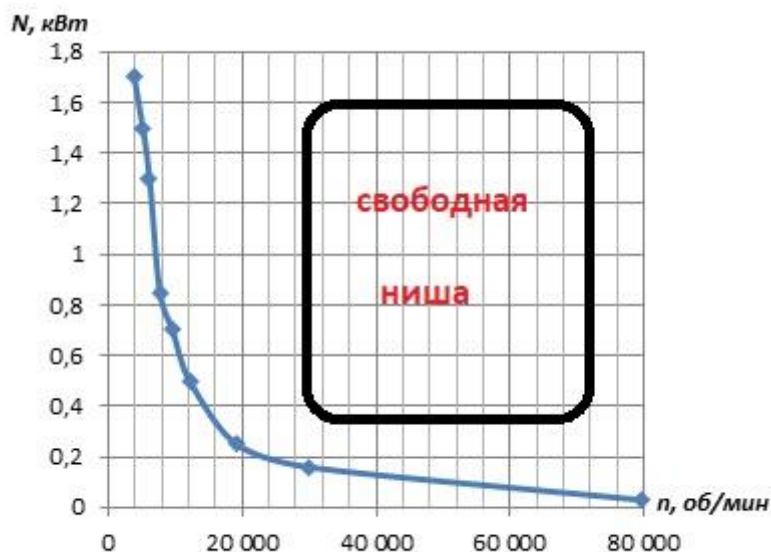


Рисунок 1 - График соотношения мощности и частоты вращения машин модельного ряда по ГОСТ [1]

Занять свободную нишу (рисунок 1) могут модели с турбинным приводом.

Машины с турбинным приводом имеют более благоприятные перспективы развития, поскольку одновременное повышение мощности и частоты вращения для них не представляет особых трудностей: для повышения мощности турбины достаточно увеличить площадь сопел, а увеличение частоты вращения ротора ограничено только быстроходностью подшипников. Одновременно с этим, применение турбинного привода способно уменьшить вес и габариты машин и снизить уровень вибрации.

Указанные преимущества турбинного привода делают его наиболее перспективным для применения в ручных шлифовальных пневматических машинах. В настоящее время серийный выпуск машин с турбоприводом освоен фирмами Air

Turbine Tools (США) и Deprag (Германия-Чехия), однако их доля в парке ручных шлифовальных пневматических машин не превышает одного процента. Проведенный анализ показал, что, несмотря на использование этими фирмами различных типов турбоприводов: фирма Air Turbine Tools использует центробежную реактивную турбину, а фирма Deprag – осевую турбину с двумя ступенями скорости, в обоих случаях основным барьером на пути продвижения машин является именно тип турбины. Далее рассмотрим конкретные причины, препятствующие широкому распространению машин с турбоприводом этих фирм.

Единственная фирма, специализирующаяся на выпуске шлифовальных пневматических машин исключительно с турбинным приводом – это фирма Air Turbine Tools. В качестве привода применяется центробежная реактивная турбина типа «сегнерово колесо» [7], которая имеет самую пологую характеристику крутящего момента среди всех известных типов турбин. В результате увеличение нагрузки на ротор приводит к остановкам машины, несмотря на наличие регулятора частоты вращения. Это затрудняет работу оператора, особенно на операциях чернового (грубого) шлифования, когда требуется снимать большой объем металла. При этом фирма поддерживает достаточно высокий уровень продаж, обусловленный низкой стоимостью машин, достигаемой, в первую очередь, за счет изготовления основных элементов турбопривода из пластмассы литьем в прессформах.

В шлифмашинах фирмы Deprag используется осевая турбина с двумя ступенями скорости (рисунок 2), изготовление лопаточных венцов которой выполняется методом пятикоординатного фрезерования в диске рабочего колеса. Для достижения высокого КПД в осевой турбинной ступени необходимо обеспечивать предельно малые радиальные зазоры между лопаточными венцами и прилегающими к ним цилиндрическими поверхностями. Указанные факторы обуславливают высокую стоимость машин (порядка \$ 1000), что препятствует их широкому распространению.



Рисунок 2 – Осевая турбина шлифмашины фирмы Deprag

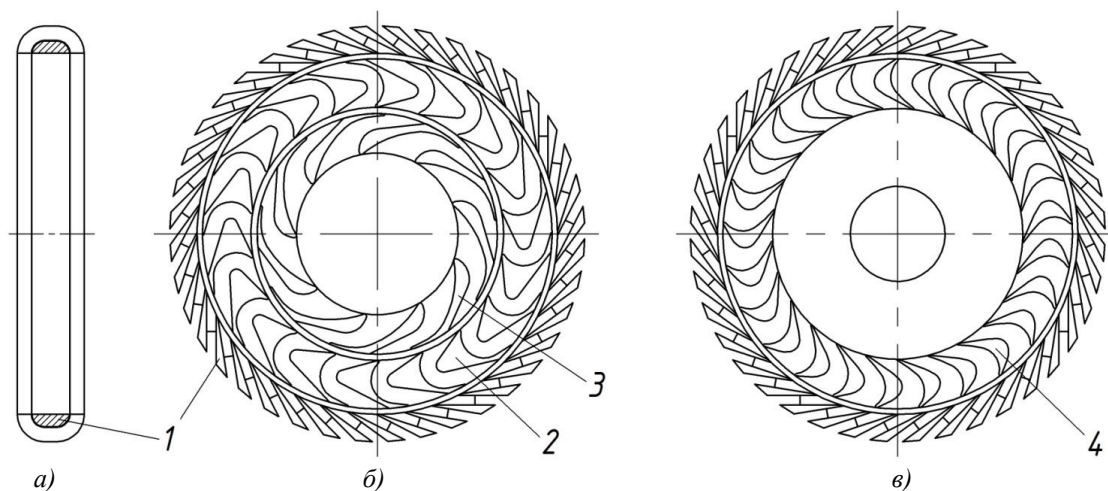
Проанализируем возможность создания турбинного привода для ручных пневматических шлифовальных машин, свободного от рассмотренных выше недостатков. Решением этой проблемы может быть применение многоступенчатых турбин с осевым расположением радиальных ступеней. Многоступенчатые турбины со ступенями давления, в принципе, могут быть скомпонованы как из одноступенчатых турбин, так и из турбин с двумя ступенями скорости. При равной частоте вращения ротора во втором варианте общее число всех лопаточных венцов будет в два раза меньше. Поэтому, оптимальной для достижения заданной частоты вращения является многоступенчатая турбина, в которой ступени давления представляют собой турбины с двумя ступенями скорости.

Основными задачами создания такой турбины являются:

- разработка эффективной и технологичной базовой ступени;
- разработка эффективных уплотнений между ступенями.

Реализовать поставленные задачи возможно путем использования в качестве базовой ступени турбины по патенту на полезную модель (ПМ) [8].

Основной отличительной особенностью турбины является установка центробежного 2 и центростремительного 4 рабочих лопаточных венцов на двух сторонах единого диска рабочего колеса (рисунок 3). Внутри кольцевой решетки рабочего колеса 2 установлен сопловой аппарат 3. Промежуточный направляющий аппарат (ПНА) 1 размещен концентрично рабочему колесу с охватом его по периферии.



а) – ПНА (продольное сечение); б) – вид со стороны неподвижного соплового аппарата; в) – вид со стороны венца центростремительных рабочих лопаток;

1 – ПНА; 2, 4 – рабочие лопаточные венцы; 3 – сопловой аппарат

Рисунок 3 – Базовая ступень турбины [8]

Преимущества базовой ступени, фотография которой представлена на рисунке 4, обусловлены следующими конструктивными особенностями:

- применение турбинных ступеней радиального типа позволяет изготавливать их высокотехнологичными методами литья под давлением в прессформе;
- имеется конструктивная возможность крепления к рабочим лопаткам бандажного кольца, дополнительно снижающего утечки потока из лопаток;
- течение газа через рабочие лопатки происходит в одной плоскости, что определяет низкие потери течения;
- Рабочее колесо располагается концентрично внутри кольца ПНА, что обеспечивает простую и высокотехнологичную процедуру сборки.

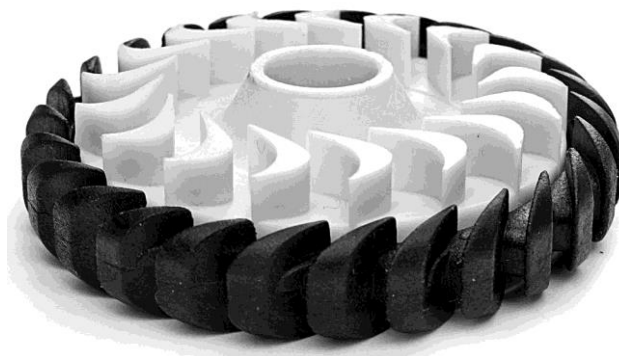


Рисунок 4 – Фотография базовой ступени турбопривода

Задача создания высокоэффективного уплотнения между ступенями может быть решена на базе применения конструктивной схемы по патенту на ПМ [9], предусматривающей центрирование заостренных гребней уплотнения непосредственно по валу. В разработанной конструкции (рисунок 5) диафрагма 1, содержащая каналы для прохода воздуха 2 между ступенями, прижата к уступу корпуса шлифовальной машины. К диафрагме крепится диск 3 с заостренным гребнем, сопряженным с поверхностью вала 4. Конструкция позволяет добиться минимально возможного по условиям машиностроительного производства зазора между гребнем и валом, величина которого не превышает нескольких сотых долей миллиметра.

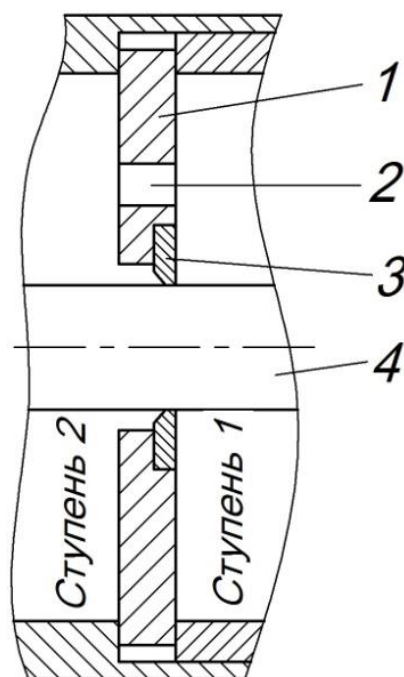


Рисунок 5 – Уплотнения диафрагмы [9]

Применение многоступенчатых турбин значительно расширяет перспективы использования шлифовальных машин за счет возможности создания модельной линии машин с диапазоном изменения частоты вращения $20\,000 \dots 90\,000 \text{ мин}^{-1}$ и мощности $0,2 \dots 2,0 \text{ кВт}$, удовлетворяющей большинству потребностей обрабатывающей промышленности.

1. ГОСТ 12634-80. Машины ручные шлифовальные пневматические. Технические условия. Официальное издание М.: Издательство стандартов, 1985 год, 6 с.
2. Air turbine tools. Ручные пневматические шлифовальные машинки.// vetki.ru: официальный дилер в России: сайт. 2020. URL: http://www.vetki.ru/assets/files/PDFs/Vendors/AirTurbine_HandToolsSeries_RUS.pdf (дата обращения: 30.11.2020).
3. BIAХ Professional Power. Шлифовальные машины, напильники, машинки для удаления грата. Каталог// s-t-group.com: официальный дилер в России: сайт. 2020. URL: https://www.s-t-group.com/catalogs/stock/biax/Catalog_01.pdf (дата обращения: 30.11.2020)
4. Ata tools. Пневматический инструмент// instek.ru: дистрибьютер инструмента в России: сайт. 2020. URL: <https://instek.ru/f/katalog-pnevmoinstrumenta-ata-2011.pdf> (дата обращения 30.11.2020)
5. Atlas Copco. Промышленный инструмент для производства, технического обслуживания и ремонта. Каталог // Производитель инструмента: сайт. 2020. URL: <https://www.atlascopco.com/content/dam/atlas-copco/local-countries/russia/documents/9833-2001-01-f-m-bolting-2020-rus-web.pdf> (дата обращения: 30.11.2020).
6. PFERD. Инструмент для обработки поверхностей и отрезки материалов // Производитель инструмента: сайт. 2020. URL: <https://www.pferd.com/ru-ru/> (дата обращения 30.11.2020)

7. Ю.П. Кузнецов, В.Л. Химич, С.Н. Хрунков, А.Б. Чуваков, Р.А. Погодин. Исследование характеристик радиальной реактивной турбины // Известия высших учебных заведений. Авиационная техника. 2020. №4.
8. Кузнецов Ю.П., Чуваков А.Б. Многовенечная радиальная турбина // Патент на полезную модель RU 110132, U1. Оpubл. 10.11.2011, бюл. № 31
9. Кузнецов Ю.П., Чуваков, А.Б., Погодин Р.А. Турбомашина // Патент на полезную модель RU 193118, U1. Оpubл. 15.10.2019, бюл. № 29

Кузьмин М.В.

Теоретические основы и методика аналитического прогнозирования (на основе математической теории отношений толерантности)

*Российский государственный аграрный заочный университет
(Россия, Балашиха)*

doi: 10.18411/sr-10-08-2021-18

Аннотация

На основе математической теории отношений толерантности разработан метод прогнозирования форм рабочих органов машин до разработки законченных технических решений (на допатентном уровне), позволяющий выявить их преимущества и доказательно констатировать их работоспособность. Разработана методика прогнозирования. Прогнозирование может проводиться тремя методами: применением теории графов, использованием прототипов объектов, использованием теоремы Кальмара – Якубович. Методами аналитического прогнозирования определены перспективные рабочие органы, в том числе с.-х. машин. Экспериментально доказано, что повышение удельной производительности у решетной очистки составляет 2,5 – 3 раза, у триера 5 и более раз.

Ключевые слова: прогнозирование, толерантность, математическая теория отношений, рабочий орган, теория, прототип, методика, удельная производительность.

Abstract

Based on the mathematical theory of tolerance relations, a method has been developed for predicting the shapes of working bodies of machines before developing legal technical solutions (at the pre-patent level), which allows to reveal their advantages and to establish their operability with evidence. A forecasting technique has been developed. Forecasting can be carried out by three methods: using graph theory, using prototypes of objects, using the Kalmar-Yakubovich theorem. The methods of analytical forecasting have identified promising working bodies, including agricultural machines. It is experimentally proved that the increase in the specific productivity of sieve cleaning is 2.5-3 times, for trier 5 or more times.

Keywords: forecasting, tolerance, mathematical theory of relations, working body, theory, prototype, methodology, specific productivity.

Теоретические основы прогнозирования. Для ускорения разработки принципиально новых способов и устройств разработан метод прогнозирования, который позволяет определять общие формы рабочих органов машин до разработки законченных технических решений (на допатентном уровне), позволяющий выявить их преимущества и доказательно констатировать их работоспособность.

Поставить на научную основу решение этой задачи позволяет наличие основополагающих (фундаментальных) общностей в формах рабочих органов, являющихся (как установил В.П. Горячкин) развитием пространственного трехгранного клина [1]. С учетом этого даже принципиально новые рабочие органы находятся с известными в определенных отношениях, поэтому для решения указанной

задачи нами разработан и использован метод прогнозирования на основе математической теории отношений толерантности.

Толерантность (от лат. Tolero – содержать в себе) есть аксиоматически строгое определение сходства. Толерантность как разновидность отношений является переносом понятий сходства, неразличимости, одинаковости в область строгой математической теории. Условие толерантности означает, что если X характеризуется признаками $x_1, x_2, \dots, x_j, \dots$, то есть $X(x_1, x_2, \dots, x_j, \dots)$, а $Y(y_1, y_2, \dots, y_j)$, то при $X \wedge Y \neq \emptyset$ имеет место совпадение нескольких признаков, в крайнем случае, любого одного признака. Следовательно, отношение толерантности может быть задано набором признаков таким образом, что объекты с общими признаками (хотя бы одним) будут толерантными [2]. Это даёт возможность при определённых условиях переносить закономерности функционирования с апробированных объектов на толерантные им, но не апробированные объекты (новые рабочие органы) и тем самым доказательно констатировать их работоспособность. Пусть элементами множества M являются технические объекты X_1, X_2, \dots , например рабочие органы сельскохозяйственных машин, объединённые определёнными общими признаками (хотя бы одним). Каждый рабочий орган X_i характеризуется кортёжем S_i . Каждый кортёж состоит из набора элементов, характеризующих рабочий орган: функций F_{ij} , описывающих закономерности взаимодействия рабочего органа с обрабатываемой средой, уравнение движения и др., свойств или параметров рабочего органа C_i . Совокупность функций запишем в виде $\bigcup_{j=1}^m F_{ij}(X_i)$, соответственно совокупность свойств запишем как $\bigcup_{j=1}^K C_{ij}$, где оператор \bigcup – знак совокупности, дизъюнкции без "или". С учетом этих обозначений кортёж, характеризующий рабочий орган, запишется в виде

$$S \equiv \left\langle \bigcup_{j=1}^m F_{ij}, \bigcup_{j=1}^K C_{ij}, \dots \right\rangle \quad (1)$$

Условие $X_i, X_j \dots \subset M\tau$ выполняется, если $S_i \wedge S_j \neq 0$, при $i, j=1, 2, \dots$

Отношение толерантности можно задать другим способом. Пусть операция φ ставит в соответствие элементу $X (X \subset M)$ его образ $F(X)$ в множестве L ; то есть имеет место соответствие $\varphi: M \rightarrow L$. Толерантность $A\varphi$ элементов X, Y на множестве M $XA\varphi Y$ задаётся условием $F(X) \wedge F(Y) \neq 0$. Отношение $A\varphi$ обладает следующими свойствами: симметричность $F(X) \wedge F(Y) = F(Y) \wedge F(X)$, рефлексивность, которая имеет место только тогда, когда φ определено на всём множестве M , $F(X) \wedge F(Y) \neq 0$ [2]. Если для X отношение $A\varphi$ не рефлексивно, то $F(X) = 0$, и соотношение $XA\varphi Y$ не выполняется ни для какого Y , так как $F(X) \wedge F(Y) = 0 \wedge F(Y) = 0$.

Методика прогнозирования на основе математической теории отношений толерантности. Базой прогноза являются любые объективные и достоверные источники информации: патентные, литературные, отчеты по НИР и ОКР и др. Время основания прогноза и упреждающий период не ограничены.

При прогнозировании было использовано три метода представления пространства толерантности и его трансформации: применение теории графов, использование прототипов объектов и теоремы Кальмара – Якубович.

Основанное на этих положениях прогнозирование содержит следующие этапы:

1. Выделение группы рабочих органов X_i на основе фундаментальных общностей τ , образующих множество M ($X_i \subset M$), то есть образование пространства толерантности $M\tau$, где τ – отношение толерантности.
2. Анализ параметров выделенных рабочих органов машин (свойств, закономерностей функционирования и ограничивающих факторов, препятствующих интенсификации) на основе источников информации, заложенных в базу прогноза.
3. Выделение из $M\tau$ анализом подпространств толерантности и нетолерантности форм рабочих органов, реализующих интенсификацию рабочего процесса и повышающих его оценочные показатели.
4. Верификация результатов. Она может быть выполнена любым применяемым в прогнозировании методом.

Любой объект X характеризуется набором параметров x_i (свойств, закономерностей воздействия на обрабатываемый материал, показателями качества работы и др.) – $X(x_1, x_2, \dots, x_i, x_n)$, который обычно именуют кортёжем. Толерантность рабочих органов X и Y ($X \tau Y$) определяется условием, что пересечение их кортежей не пусто [2]:

$$(x_1, \dots, x_n) \wedge (y_1, \dots, y_n) \neq 0. \quad (2)$$

Тогда параметры толерантных рабочих органов, входящие в пересечение (2), эквивалентны ($x_i \equiv y_i$, $x_i \equiv y_i$ и т. д.) в пространстве толерантности $M\tau$, где $X \subset M$, $Y \subset M$, τ – признак толерантности. Условие (2) можно представить в виде

$$(P_x, \mathcal{E}_x) \wedge (\mathcal{E}_y, N_y) \neq 0, \quad (3)$$

где P_x , \mathcal{E}_x , \mathcal{E}_y , N_y – подмножества функционально определенных закономерностей (характеристик) прототипа $X(P_x, \mathcal{E}_x)$, и нового рабочего органа $Y(\mathcal{E}_y, N_y)$; \mathcal{E}_x , \mathcal{E}_y – эквивалентные подмножества характеристик прототипа и нового рабочего органа ($\mathcal{E}_x \equiv \mathcal{E}_y$), образующие пересечение;

— не входящие в пересечение (3) характеристики прототипа: (P_x) – его недостатки, и нового рабочего органа (N_y) – его преимущества.

При прогнозировании целесообразно выбрать такое отношение толерантности τ , чтобы оно характеризовало фундаментальную общность форм рассматриваемых рабочих органов.

В связи с тем, что в результате прогнозирования определяются общие формы РО, а не технические решения по определенным рабочим органам, их параметры в первом приближении можно принять аналогичными прототипам. Прогнозирование может проводиться тремя методами: применением теории графов, использованием прототипов объектов, использованием теоремы Кальмара – Якубович.

Первый метод (применение теории графов). При обозначении элементов множества M натуральными числами (1,2,3,...р) получим совокупность подмножества S_p числового ряда. Толерантность элементов X и Y , характеризуемых подмножествами, входящими в указанный числовой ряд, определяется условием $S_{p_i} \wedge S_{p_j} \neq 0$. Графически элементы множества S_p удобно представить вершинами графа. Тогда рёбра, соединяющие эти вершины, будут отображать соответствующие отношения толерантности между элементом, находящимся на ребре, инцидентном вершинам, и элементами, расположенными в его вершинах. Элементы, находящиеся на ребре, будут иметь кортёж, являющийся объединением кортежей элементов, находящихся в вершинах графа, которые это ребро соединяет. При расположении в вершинах графа известных технических объектов X_1, X_2, \dots можно прогнозировать новые технические объекты X_{12}, X_{23}, \dots , расположенные на рёбрах графа и толерантные X_1, X_2, X_3, \dots . Они будут объединять свойства элементов X_1, X_2, X_3, \dots : ($X_{12}, X_{23}, X_{34}, \dots$) с таковым, размещённым на смежных вершинах и обладающие совокупностью их свойств. При этом необходимо рассматривать подмножества характеристик прототипов объектов m

(1),
 $m(2)$, $m(3)$. Их объединение будет характеризовать свойства объектов $m(1, 2)$, $m(2, 3)$, $m(1,3)$. При этом подмножества характеристик N_y , не входящих в пересечение (3), определяют свойства новых (гибридных) рабочих органов. Первым методом можно получать объекты, объединяющие свойства двух и более объектов.

Второй метод (использование прототипов объектов). При прогнозировании с использованием прототипов объектов, преобразованием которых могут быть определены объекты с желательными признаками, необходимо рассмотреть подмножества Π_x , N_y , не входящие в пересечение (3). Характеристики, содержащие недостатки прототипа (Π_x) должны быть исключены таким изменением схемы прототипа, при которой новый рабочий орган приобретёт преимущества, определяемые множеством (N_y). Содержание изменения является творческим процессом. Второй метод – задание отношения толерантности на основе прототипов $X_1, X_2, \dots \subset M$ – даёт возможность переносить закономерности функционирования с апробированных рабочих органов на толерантные им не апробированные рабочие органы (новые рабочие органы) и тем самым доказательно констатировать их работоспособность.

Третий метод (использование теоремы Кальмара – Якубович). Если соответствие $\varphi: M \rightarrow L$ задается функциональной зависимостью – образ X в L есть однозначная функция $F(X)$, то отношение $A\varphi$ транзитивно, так как при $XA\varphi Y$ и $YA\varphi Z$ соответственно определяет $F(X) = F(Y)$ и $F(Y) = F(Z)$, то $F(X) = F(Z)$, и имеет место соотношение $XA\varphi Z$. Следовательно, всюду определенное соответствие $\varphi: M \rightarrow L$, порождает во множестве M симметричное и рефлексивное соответствие – отношение толерантности. Это заключение составляет содержание теоремы Кальмара – Якубович [2]: «Произвольное отношение толерантности на множестве M можно задать как отношение $A\varphi$ с помощью некоторого всюду определенного соответствия $\varphi: M \rightarrow L$ ».

При прогнозировании с использованием теоремы Кальмара - Якубович на основании всюду определенного соответствия $\varphi: M \rightarrow L$ необходимо по закономерностям, действующим в L , определить формы толерантных рабочих органов в множестве M . Затем преобразованием этих рабочих органов получить их новые формы, на которые не действуют ограничивающие факторы. При прогнозировании этим методом желательно использовать материалы метатеории сельскохозяйственных машин, но в связи с её недостаточным развитием следует использовать материал теории сельскохозяйственных машин. Таким образом, третий метод даёт возможность на основе закономерностей, действующих на известные рабочие органы, определять толерантные им формы новых рабочих органов.

Выводы. Изложенный метод прогнозирования имеет существенные преимущества по сравнению с известными. Он даёт возможность методами прогнозирования определять перспективные формы рабочих органов технических систем до разработки их теории, до оформления в виде законченного технического решения, проведения экспериментальных исследований и доказательно констатировать их работоспособность и эффективность.

Основанием прогноза могут служить самые разнообразные источники информации, а также работающие технические системы. Для обоснованности прогноза достаточно единичных источников информации или образцов, поэтому нет необходимости в статистической выборке материала большого объема.

Перевод научно-технической информации в прогнозную проводится на основе аналитических зависимостей и свойств известных технических систем без привнесения субъективных факторов. Поэтому данный метод определён как аналитическое прогнозирование.

Впервые при прогнозировании нет необходимости в преобразовании качественных признаков в количественные оценки.

Так как общие формы не подлежат защите охранными документами, то полученные результаты прогнозирования могут использоваться другими лицами и организациями для создания технических решений с последующей защитой созданной ими интеллектуальной собственности.

Методами аналитического прогнозирования нами определены два вида форм перспективных рабочих органов: безвальные спирально-винтовые (БСВ) и гибкие в виде тел вращения с участком обратной кривизны. Результаты прогнозирования с изображением схем рабочих органов предполагается опубликовать в следующем номере журнала.

БСВ сепарирующие рабочие органы при экспериментальной проверке показали повышение удельной производительности в 2,5 – 3 раза (решета) и в 5 и более раз (триеры) [3].

1. Горячкин В.П. Собрание сочинений. В 3 т. Т 1 [Текст] / В.П. Горячкин. – М.: Колос, 1965. – 720 с.
2. Шрейдер Ю.А. Равенство, сходство, порядок [Текст] / Ю.А. Шрейдер. – М.: Наука, 1971. – 254с.
3. Кузьмин М.В. Нетрадиционные рабочие органы для технико-технологической модернизации сельскохозяйственного производства: дис... д-ра техн. наук: 11. 11.2009 / М.В. Кузьмин. – М.: РГАЗУ, 2009. – 430 с.

Ткаченко С.С., Емельянов В.О., Мартынов К.В.

Пористое кварцевое стекло, как связующее в литейной керамике

*Филиал РАН "Творческая мастерская "Литейный двор"
(Россия, Санкт-Петербург)*

doi: 10.18411/sr-10-08-2021-19

Аннотация

В статье приведены экспериментальные данные о влиянии водной дисперсии акрила на структуру кремнегеля. Представлены исследования микроструктуры кремнегеля методом электронной микроскопии. Показано действие водной дисперсии акрила на формирование структуры связующего, как фрактального объекта. Установлено комплексное действие органических полимеров на систему золь-гель. Сделан вывод о возможности использования водной дисперсии акрила для формирования заданной структуры геля кремнекислоты.

Ключевые слова: структура, прочность, гель, структура, кремнезоль, модификатор.

Abstract

The article presents experimental data on the effect of acryl (ACR) water dispersion on silica gel structure. Studies of silica gel microstructure by electron microscopy are presented. The effect of ACR water dispersion on the binder structure formation as a fractal object is shown. The complex effect of organic polymers on the sol–gel system was found. The conclusion is made about the possibility of using ACR water dispersion to form a given structure of a silica gel.

Keywords: structure, strength, gel, structure, siliceous, modifier.

Явление макроскопических изменений в структуре геля, полученного из кремнезоля в присутствии водной дисперсии акрила, приводит к изменению физических свойств литейной керамики [1]. Вопрос о механизме структурных изменений лежит в плоскости поверхностных явлений. Изучение структуры границы раздела фаз позволяет вплотную подойти к технологии nano конструирования литейной керамики.

Исследования методом электронной микроскопии показали существенные различия в строении геля на микроскопическом уровне. Гель без модификатора представляет собой компактную структуру (Рис.1). Неровная грань соответствует границе разрушения образца. Внутреннее строение геля связующего представляет собой кристалл кварцевого стекла [2].

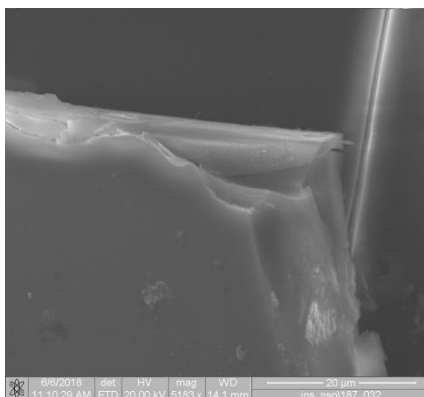


Рис.1. Гель кремнезоля без модификатора

Введение в золь дисперсии акрила приводит к кардинальному изменению структуры. Степень фрактальности увеличивается. Появляется чрезвычайно развитая поверхность раздела: гель – силикат натрия в смеси с дисперсией акрила (Рис.2).

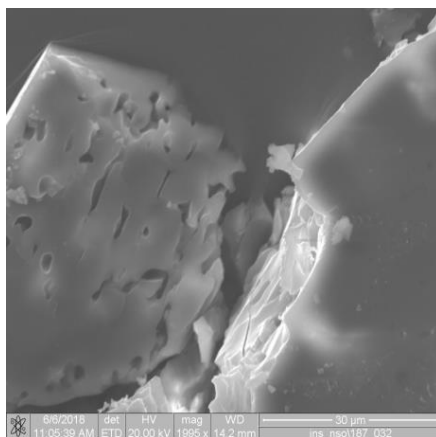


Рис.2. Гель кремнекислоты, модифицированной дисперсией акрила

Использованные методики не позволяют ответить на вопрос о влиянии ликвации силиката натрия и акриловой дисперсии в части прочностных свойств литейной керамики. На основании распределения деформаций можно предположить, что если силикат натрия располагается периферийно и, соответственно, формируется структура, близкая к монокристаллу, то акриловая дисперсия образует каркас, который приводит к объемному усложнению структуры геля.

Исследования показали - силикат натрия и акриловая дисперсия оказывают близкое по направленности воздействие при гелеобразовании. Оба компонента приводят к увеличению степени фрактальности геля.

Прочность геля и, соответственно, прочность керамической формы зависит от структуры связующего в пределах 1мкм. На молекулярном уровне формируется аморфная среда независимо от условий отверждения. Механизм структурообразования модифицированного кремнезоля является ключом к получению литейной керамики с заданными свойствами.

1. Ткаченко С.С., Емельянов В.О., Мартынов К.В. Диспергирование кремнезоля для повышения прочности литейной формы. Труды XV международного съезда литейщиков, г. Москва, 8-9 июня 2021 г.
 2. Бречко А.А., Емельянов В.О., Мартынов К.В. Особенности формирования структуры и поверхности контактного слоя керамических форм на основе ЭТС-40 и Сиалит-20С. Журнал “Литейщик России”. – 2006. – № 2.
-

РАЗДЕЛ VII. АРХИТЕКТУРА

Братошевская В.В., Мирсоянов Р.В.

Вертикальное озеленение как эффективный способ шумозащиты и повышения энергоэффективности ограждающих конструкций

*ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет»
(Россия, Краснодар)*

doi: 10.18411/sr-10-08-2021-20

Аннотация

Исследованы вопросы вертикального озеленения ограждающих конструкций зданий как способ защиты от шумового воздействия и повышения энергоэффективности зданий на урбанизированных территориях. Приводится анализ воздействия шума как фактора экологического риска и негативного воздействия на здоровье человека.

Ключевые слова: шумовое загрязнение, модульное вертикальное озеленение зданий, энергоэффективность.

Современный уровень строительства и возрастающие транспортные потоки на улицах городов зачастую приводят к повышению уровня экологической опасности, что вызывает необходимость защиты естественных экологических систем.

Антропогенное воздействие человека на биосферу загрязняет ее вредными отходами и различными, в том числе и шумовыми загрязнениями. Экологическая обстановка в населенных пунктах, особенно в крупных городах, по многим параметрам не соответствует требуемому уровню комфортности проживания жителей. Интенсивность шумового воздействия, как один из видов физического загрязнения природной среды, негативно влияющий на здоровье человека, непрерывно растет, несмотря на все более строгие меры, принимаемые для решения этой экологической проблемы. За последние годы уровни шума на урбанизированных территориях нередко достигают значений в 75-80 дБ, в то время как уровень шепота составляет 32 дБ, а при 42 дБ - уже возможна некоторая тревожность и повышенная эмоциональность. При постоянном воздействии шума в 85-90 дБ ухудшается слух, человек становится раздражительным, нервным, ухудшается концентрация внимания, возможно развитие психологических проблем.

Степень воздействия различных источников шума на жителей населенных пунктов зависит от разных факторов: взаимного расположения этих источников и жилой застройки, интенсивности и состава движущихся транспортных потоков, ремонтных и строительных работ и многих других.

В сложившейся ситуации человеку необходима эффективная защита от такого негативного влияния. В настоящее время известны различные методы такой защиты, в том числе: замена шумных технологических процессов бесшумными, например, замена ударных механизмов на безударные,ковка на предприятиях – штамповкой, замена «шумных» материалов на звукопоглощающие и звукоизолирующие и другие.

Одним из эффективных путей уменьшения уровня шума в зданиях является применение систем их вертикального озеленения.

В настоящее время разработано достаточное количество систем по озеленению фасадов зданий и других конструкций. Под вертикальным озеленением принято понимать выращивание различных растений на разнообразных поверхностях путем устройства всевозможных вертикальных конструкций с целью создания благоприятной среды для проживания человека, а также формирования нового направления в

преобразовании архитектурного облика городов. Ниже приводятся основные системы «зеленой» архитектуры (живая стена) (рис.1).

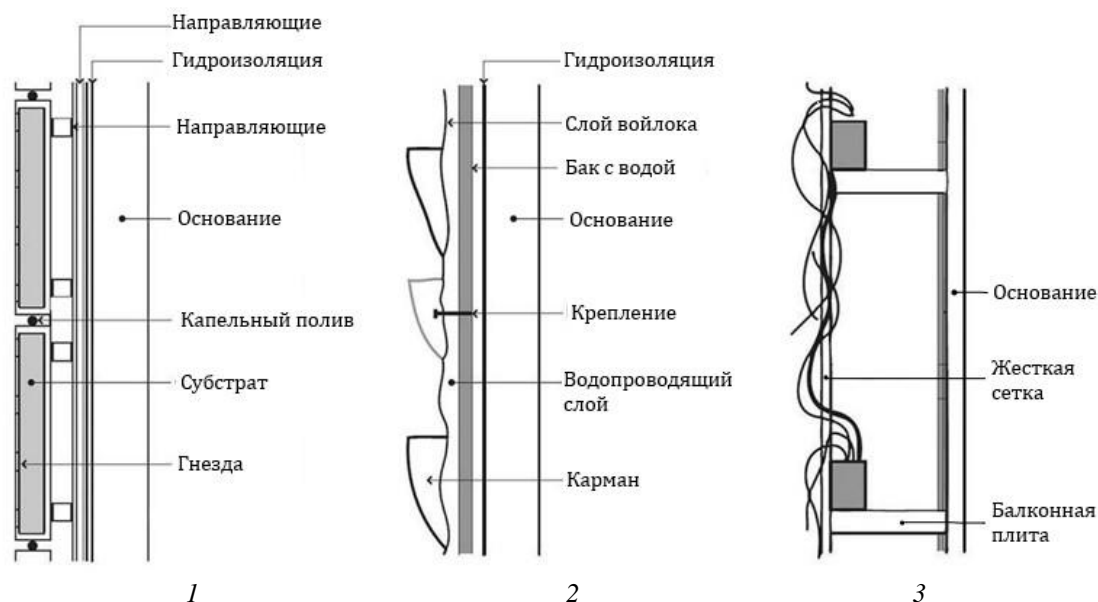


Рисунок 1 – Основные системы вертикального озеленения, 1 – модульная, 2 – войлочная, 3 – контейнерная с ампельными растениями

Все эти системы объединяет одна общая конструкция, которая представляет собой металлический или деревянный каркас, прикрепленный к стене. Особенностью «живой» стены является то, что растения интегрируются в каркас вместе с субстратом. Для предотвращения попадания влаги в конструкцию ограждающей стены предусмотрены гидроизоляционные материалы, например, водонепроницаемый пластик.

Войлочные системы представляют собой войлочные подвесные карманы, пропитанные питательными веществами, в которых размещается корневая система. Разновидностью войлочной системы является тканевая поверхность, которая крепится к жесткой подкладке, а предварительно выращенные растения высаживаются в прорезанные тканевые карманы. В этом случае в системе не предусмотрено использование субстрата; все питательные вещества поступают к растениям с помощью оросительных устройств, прокладываемых под слоем войлока.

Технология модульной системы заключается в креплении на устраиваемом на фасаде здания каркасе модулей, в основном, пластиковых (или металлических) контейнеров, наполненных субстратом, неорганическим питательным составом или натуральным волокном. В них размещаются заранее выращенные растения, приспособленные для вертикального роста, что позволяет создавать оригинальные орнаменты на плоскости фасада здания посредством группировки модулей.

При контейнерной системе озеленения фасадов растения выращивают в контейнерах, которые фиксируются на каркасе либо устанавливаются на балконах, где предусмотрена жесткая сетка, выполненная из металла или дерева, по которой и формируется «зеленый занавес», служащий естественным экраном от солнечной радиации.

Вертикальное озеленение также может осуществляться озеленением ярусов, применяемым в основном для высотного строительства; вертикальность при этом будет формироваться при наложении одного яруса на другой. В этом случае растения высаживаются на бетонных основаниях по типу балконной плиты с бортами для посадки многолетних или сезонных растений.

В настоящее время количество видов растений для озеленения зданий достаточно велико. При вертикальном озеленении основное внимание уделяется уличным растениям, подбираемым в зависимости от сезона произрастания и ориентации зданий по сторонам света.

Для доказательства эффективности вертикального озеленения были проведены исследования и расчеты теплотехнических характеристик, определяющих энергоэффективность ограждающих конструкций, а исследовано шумопоглощение звуковых волн при применении технологии «зеленого строительства». Для этого были исследованы вертикальные ограждающие конструкции без озеленения и с наиболее перспективной модульной системой озеленения.

Обычная конструкция стены представляет собой навесную фасадную систему с вентилируемым зазором. Другая – с модульным озеленением – отличалась только наличием наружного зеленого слоя (рис. 2а).

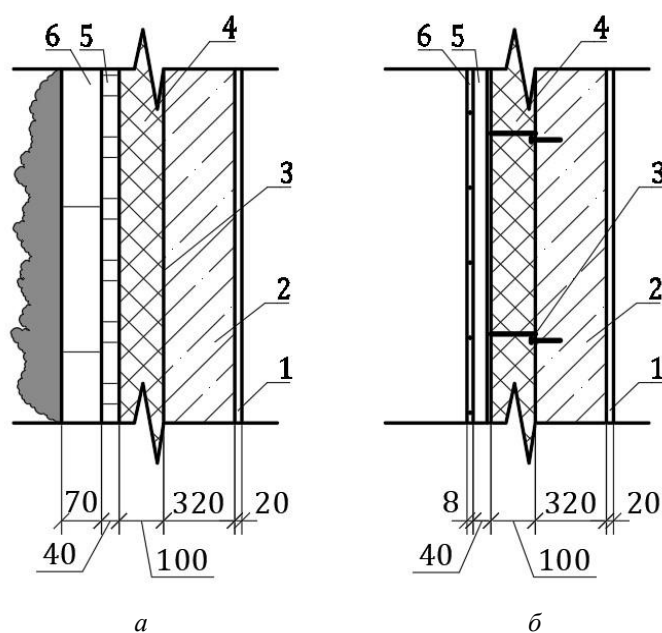


Рисунок 2 - Конструктивное решение стены:

а) с применением модульной системы озеленения, 1 - внутренняя отделка помещения (штукатурка), 2 - железобетонная стена, 3 - минераловатная плита по металлическому направляющему профилю из оцинкованной стали, 4 - ветро-влагозащитная мембрана, 5 - металлический профиль из оцинкованной стали, 6 - пластиковый контейнер (фитомодуль);

б) без озеленения: 1 - внутренняя отделка помещения (штукатурка), 2 - железобетонная стена, 3 - элементы для крепления системы (уголки), 4 - минераловатный утеплитель, 5 - алюминиевый направляющий профиль для крепления облицовки, 6 - облицовка керамогранитными плитами

Для определения показателей шумопоглощения ограждающих конструкций с вертикальным озеленением была использована методика расчета коэффициента звукопоглощения при натуральных испытаниях вследствие прохождения звука через зеленые насаждения. Было принято, что коэффициент звукопоглощения стен с применением «зеленого строительства» будет приравнен к коэффициенту звукопоглощения зеленой густой изгороди.

Измеренные уровни шума оценивались в соответствии с требованиями, согласно которым нормируемыми параметрами для непостоянного шума являются эквивалентные уровни звука. Исследования показали, что при применении обычной конструкции стены уровень шума в расчетных точках превышал допустимый (50-55 дБ) и составлял от 57 до 62 дБ. При применении систем озеленения здания уровень шума в расчетных точках снижался до комфортного (43-53 дБ). Шумовое воздействие в

расчетных точках в среднем снизилось на 9 – 14 дБ. Проведенные расчеты подтвердили эффективность применения систем озеленения в строительстве как один из возможных методов защиты зданий от шумового загрязнения.

Для обеспечения необходимых параметров микроклимата помещений (температура, влажность) проведены теплотехнические расчеты вертикальных ограждающих конструкций – обычной конструкции и с озеленением. Расчет осуществлялся как для зимнего, так и для летнего периодов с использованием программного комплекса (LIT Thermo Engineer/Ограждающие конструкции).

Из представленных графиков на рис.3 можно отметить преимущество вертикального озеленения, что подтверждается также расчетами теплотерь через 1 м² конструкции стены, которые составили для стены – обычной конструкции 15,6 Вт, а для стены с озеленением – 13,0 Вт, т.е. эффективность конструкции с вертикальным озеленением выше на 12 - 16%.

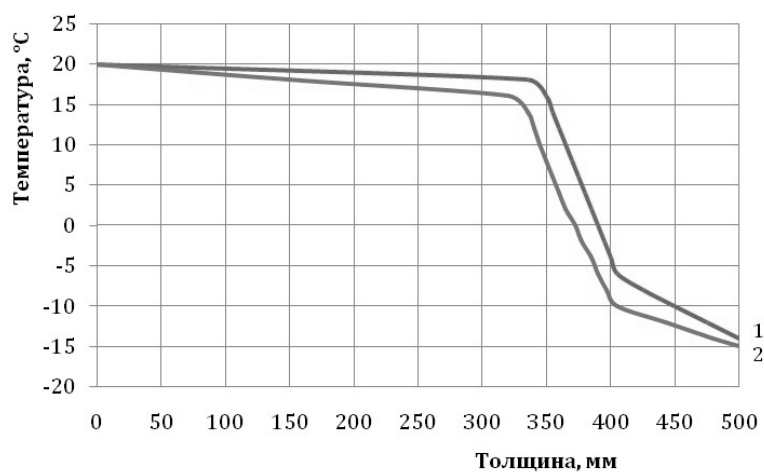


Рисунок 3 – Температурные профили стены: 1 – стена с применением модульной системы озеленения, 2 – без озеленения.

Также проводился сравнительный расчет для выбранных конструкций стен и в летний период. Результаты, демонстрирующие изменение температуры внутри помещения при использовании обычной конструкции и стены с вертикальным модульным озеленением приведены на рис. 4.

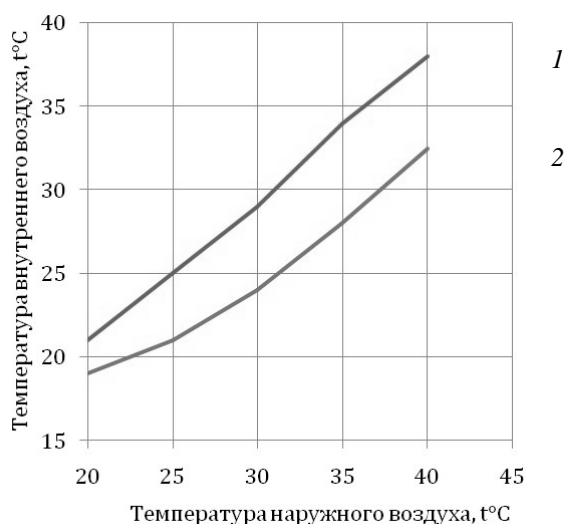


Рисунок 4. Динамика изменения температуры внутри помещения при использовании обычной конструкции стены (1) и стены с вертикальным озеленением (2)

Проведенные расчеты позволяют сделать вывод, что системы вертикального озеленения не только предотвращают потери тепла через ограждающую конструкцию, но и сохраняют прохладу внутри помещения в жаркие летние дни; средний перепад температур в этом случае составляет более 7 °С.

Таким образом, проведенные исследования показали, что применение предложенных систем вертикального озеленения зданий позволяют обеспечить шумовую безопасность урбанизированных территорий, улучшить микроклимат внутри помещения, а также повысить энергоэффективность ограждающих конструкций и значительно снизить экологические риски, оказывающие негативное воздействие на здоровье человека в городских условиях.

1. Братошевская В.В. Особенности воздействия окружающей среды на теплоэнергетические параметры здания на примере жилой застройки в г. Краснодаре / В.В.Братошевская, Т.Н Гутник // Энергосбережение и водоподготовка – 2019 - № 4 (120) – С. 16 - 20.
2. Шишелова Т.И., Малыгина Ю.С., Нгуен Суан Дат Влияние шума на организм человека // Успехи современного естествознания. – 2009. – № 8. – С. 14-15;
3. Богуславец Е.А. Братошевская В.В. Вертикальное озеленение зданий как метод защиты от шумового загрязнения на урбанизированных территориях. Международный научный журнал «Вестник науки», № 5 (26), т. 1, май, Тольятти, 2020. 84 – 87 с.
4. Братошевская В.В., Иванченко В.Т., Мирсоянов В.Н. Архитектурная и градостроительная экология: Учебное пособие / Кубан. гос. технол. ун-т – Краснодар: Изд. ГОУВПО «КубГТУ». 2006.- 145 с.
5. Мхитарян К.О., Кожевникова А.Ю. «Зеленые стены» в дизайне городской среды – (зарубежный опыт) // Известия КГАСУ, 2016, №3, с.41-48
6. Timothy J. Guarnieri. Tge Cost of Sustainable Development || AACE International Transactions. 2008.hh.1-7
7. Дорожкина Е.А. Влияние растений на микроклимат помещений и организм человека – Международный научный журнал «Символ науки» - № 4 – 2011.

Глазьева Л.Г.

Основные варианты реконструкции жилой застройки 60-х годов

*Воронежский Государственный Технический Университет
(Россия, Воронеж)*

doi: 10.18411/sr-10-08-2021-21

Аннотация

В настоящее время ведутся дебаты по вариантам подхода к реконструкции массовой застройки 60-х годов. Принципиальное отличие данных вариантов – это полный снос застройки и замену на новую; либо снос только жилых зданий, имеющих физический и моральный износ и на их месте возведение новой застройки, остальная часть застройки модернизируется, либо проводится капитальный ремонт. Кроме того, при проведении реконструкции имеются большие разногласия между населением и инвестором по вариантам этажности новой застройки. Рассмотрены основные принципы реконструкции, основанные на отечественном и зарубежном опыте и реновации застройки.

Ключевые слова: вариативность, реконструкция, реновация, модернизация, жилой фонд, жилая застройка 60-х годов.

Abstract

Currently, there is a debate on the options for the approach to the reconstruction of the mass development of the 60s. The fundamental difference between these options is the complete demolition of the building and replacement with a new one; either the demolition of only residential buildings with physical and moral deterioration and in their place the

construction of new buildings, the rest of the buildings are being modernized, or major repairs are being carried out. In addition, during the reconstruction, there are big disagreements between the population and the investor on the options for the number of storeys in new buildings. The basic principles of reconstruction based on domestic and foreign experience and building renovation are considered.

Keywords: basic principles of reconstruction, renovation, modernization, housing stock, residential buildings of the 60s.

Тема исследования основных принципов реконструкции застроенных территорий крупных и малых городов в нашей стране и за рубежом актуальна в настоящее время. По результатам исследований вариативности подходов к реконструкции жилой застройки возможно выработать основные принципы архитектурно – планировочных концепций. Застройка наших крупных и малых городов страны в большей массе состоит из 5-ти этажных зданий в кирпичном и панельном исполнении. Это микрорайоны и кварталы, строительство которых осуществлялось в 60-х годах. Большинство этих жилых домов исчерпали свой физический износ, морально устарели, умеют планировочную структуру, не отвечающую современным требованиям к жилой ячейке и нормативам. Застройка микрорайонов и кварталов, возводимых в 60-е годы, требует комплексной реконструкции. Все жилые дома застройки 60-х годов, в соответствии с программой государства подлежат капитальному ремонту. Пятиэтажные панельные дома уже исчерпали свой ресурс, капитальному ремонту они не подлежат, требуют сноса. Большинство кирпичных жилых домов не исчерпали свой физический ресурс, но имеют «моральный износ». Многие жители таких домов переезжают из «хрущевок» в дома новых типовых серий, либо в дома, построенных по индивидуальным проектам.

«Моральный износ», или попросту говоря, устаревание – процесс естественный и неизбежный, и касается он всего, что производится людьми и имеется на рынке (конечно, за исключением антиквариата и раритетов, у которых главным является не потребительские качества, а их историческая значимость). Особенно наглядные примеры быстрого устаревания нам предоставляет динамично развивающаяся компьютерная техника, где моральная долговечность оборудования и программного обеспечения, составляет, буквально, один-два года. Что касается жилья, то, по данным МосжилНИИпроект, средняя величина морального износа составляет за 20 лет - 18%; за 30 лет - 33%; за 40 лет - 44%» [1].

5-ти этажные кирпичные жилые дома могут быть модернизированы путем перепланировки, пристройки лифтов и лоджий, утепления наружных стен, а также надстройки этажа и мансард. Стоимость капитального ремонта в среднем составляет от 20 до 50% стоимости нового строительства, а модернизация жилого здания иногда доходит до 60%. Снос этих зданий является весьма дорогостоящим мероприятием, и может быть осуществлен только по соображениям градостроительной целесообразности. Грамотная реконструкция - модернизация 5-этажных домов позволит увеличить общую площадь жилого здания, улучшить планировочную структуру и энергоэффективность здания.

В рамках сегодняшней программы реновации пятиэтажек в Москве будет осуществляться комплексная реконструкция застройки микрорайонов постройки 60-ти десятых годов. В 2017-2018 годах Правительство Москвы проводило общественное обсуждение конкурсных проектов по реновации жилых районов Кузьминки, Царицыно, Головинский, Хорошево – Мневники, Проспект Вернадского. «Сегодня приоритетом градостроительной политики Москвы является преимущественно квартальная модель застройки, которая на новом этапе развития позволяет дифференцированно подойти к формированию комфортной и гуманной городской среде. Однако в условиях реконструкции возможно применение и комбинированной

модели застройки, сочетающие в себе разные композиционные приемы и позволяющей оптимально соблюдать санитарно–гигиенические требования» [2]. Ознакомившись со всеми проектными предложениями и анализируя основные тенденции, выявленные авторами, есть общие черты в каждом проекте – это новые стандарты жилого квартала. На территории сносимой застройки в большинстве проектных решениях предполагается строительство современных многоэтажных домов этажностью от 5-ти до 19-ти и более этажей в замкнутом контуре, конфигурацией в плане как привило квадрата или прямоугольника, застройка высокоплотная. Дворовые территории без машин, с устройством подземных двухэтажных автостоянок, на крыше которых предусмотрено максимальное благоустройство с тротуарами, детскими и спортивными площадками, площадками отдыха, с интересными элементами малых форм с качественным газоном и посадкой деревьев и кустарников. Такое решение позволило освободившиеся территории использовать в качестве зеленых зон бульваров и скверов общего пользования в микрорайонах с велодорожками, спортивной и детской зоной, с использованием современного оборудования и элементов «умного города» в городской среде. Кроме того зоны общественного центра представляют собой многофункциональные здания объектов обслуживания населения и офисы, которые позволяют иметь точки приложения труда жителей в пешеходной доступности района. Районы после реновации перестают быть только спальными районами. Это районы с новым качеством среды, комфортная гуманная городская среда для жителей.

«Программа реновация пятиэтажек необходима для всех крупных городов нашей страны. Город Воронеж не является исключением и тоже имеет жилые районы застройки 60-х годов, застройка которых состоит в основном из 5-ти этажных панельных и кирпичных жилых домов. Панельные дома этих застроек уже исчерпали свой физический резерв и должны быть снесены. Такими районами являются первые микрорайоны в Левобережном районе по ул. Переверткина и Ленинского проспекта, а также первые микрорайоны Юго-Западного жилого района в границах ул. Космонавтов, Ворошилова, Героев Сибирияков, Пешестрелецкая» [3]. Средства для капитального ремонта могут быть использованы для реконструкции жилых домов, не исчерпавших свой физический резерв, при правильной организации ведения работ по реновации данных районов.

Магистерская диссертация "Реновация жилых районов 60-х гг. крупнейшего города (на примере Воронежа)", автор Просветов Арсений Михайлович, ВГАСУ кафедра градостроительства, 2018 г., может иметь прямое практическое применение для дальнейшей проектной разработки. Концепция реновации массовой жилой застройки 60-х годов в данной магистерской работе может предопределить стратегию жилищного строительства на ближайшие 15–25 лет данного района. Основные принципы и положения данной концепции:

- Возведение нового жилья и реконструкция существующей жилой застройки 5-ти этажными кирпичными зданиями рассматриваются как единый процесс, с учетом поэтапного освоения, совмещенный во времени и пространстве;
- Строительство нового современного жилья на месте снесенных панельных домов, отживших свой век;
- Модернизация старого жилого фонда, который не исчерпал свой физический ресурс, придание ему новых потребительских качеств, продление его жизненного цикла;
- Комплексное решение проблемы энергосбережения при эксплуатации жилого фонда, создание энергоэффективной застройки;
- Санация объектов реконструкции и зеленых насаждений, а также модернизация и развитие объектов социальной и инженерно-

транспортной инфраструктуры микрорайонов, включая соцкультбыт, стоянки для личного транспорта и пр.;

- Разработка архитектурно-градостроительной концепции совместимой с существующей окружающей жилой застройкой.

По результату тщательного анализа существующей застройки были выявлены конкретные панельные 5-ти этажные жилые дома, требующие сноса. На территориях сносимых домов запроектированы современные жилые здания разной этажности от 5-ти до 22-х этажей. Автором в данной работе принят вариант комбинированной модели застройки, сочетающие в себе разные композиционные приемы, позволяющие гармонично вписывать новую застройку с существующими пятиэтажками после модернизации, даже в отдельных случаях объединенные одним дворовым пространством с подземными автостоянками. Разработан один из вариантов модернизации 5-ти этажных кирпичных домов. Градостроительные приемы в реконструкции застройки, принятые в магистерской диссертации автором Просветовым Арсением Михайловичем, могут быть использованы в основе концепции стратегии развития районов, возведенных в 60-х годах в городе Воронеже.

В современной Германии после объединения появились депрессивные районы в восточной части (бывшей ГДР), молодое население уезжало на запад, бросали свои квартиры, а пенсионеры оставались проживать в этих районах. Это районы застройки 60-х -70-х годов, которые являются копией наших микрорайонов тех же времен. Правительство поставило перед городскими муниципалитетами задачу реконструкции этих районов и превращение старых 5-ти и 9-ти этажных домов в современное жилище. Немецкие специалисты со свойственной им рачительностью подошли к решению этих задач. Тенденция всех решений – это реконструкция застройки направленной на гуманизацию городской среды, максимально приближенную к человеку, а именно уменьшения этажности 9-ти этажных жилых домов до 6-ти или 7-ми этажей, либо очень длинный непропорциональный существующий дом превращается в два или три дома путем сноса фрагментов здания между ними. Соответственно при реконструкции кварталов снос зданий – это исключительный случай, не предусматривается застройка повышенной этажности, проводится модернизация всех жилых зданий и объектов обслуживания с учетом современных требований к застройке и благоустройству. Много примеров использования примыкающей дворовой территории к квартире на 1-ом этаже в качестве личного дворика с выходом из квартиры с хорошим озеленением, цветниками, элементами малых форм архитектуры – все эти уютные дворики придают своеобразие и особую задушевность этим районам после проведенной реконструкции.

После объединения Германии и освобождения военных баз в восточной и западной части страны перед страной встал вопрос реновации этих территорий и включения их в городскую среду. Выставка – отчет о конверсии в период 2011-2016 в Мангейме (Германия) в рамках ежегодного отчета городской администрации перед населением 7 января 2017 года является одним из ярких примеров подходов к реновации больших территорий и включения их в городские территории. В Мангейме было несколько американских баз. На выставке были представлены концептуальные проектные предложения реновации закрытой военной американской базы «Franklin» под использования жилой застройки. Вся территория разделена на зоны **M, S, O, F, C**.

Основные цели, поставленные перед авторами, которые должны быть достигнуты по результатам реновации данных обширных территорий: - недорогие квартиры, дополнительная жилплощадь; - земля, дом; - большие квартиры площадью более 100 м² в существующих зданиях; - дома, которые самостоятельно строят; - земельные участки для продажи; - земельные участки для предприятий различных строительных компаний; - детские учреждения (ясли – сады и школы); - жилплощади для беженцев.

Идея реновации данных территорий это максимально использование существующих зданий под новое жилище путем модернизации и реконструкции. Только в центральной части участка предлагается строительство новых 4-х зданий в форме букв – Н, О, М, Е – основная идея этого проекта. Другая интересная архитектурная черта этого проекта - это европейская ось, которая должна прервать монотонные казарменные структуры и связать новые четыре здание. Здесь будут пешеходные связи и велосипедные дороги, которые объединят улицы с юга на север. Общественный центр – «Der Nugel» - холм. Публичное здание в форме холма. Здесь будет парковка, медицинский центр, супермаркет. На территории предполагается прокат электромобилей, который будет использован для передвижения внутри района. На границах района будут парковки для автомобилей на бензине. Предусмотрен по территории трамвайный маршрут для связи нового района с существующей застройкой всего города. Вариант данного предложения особо отличает бережное отношение, как к существующей застройке, так и к окружающей среде с использованием современных менее вредных транспортных систем.

Возникла современная тенденция применения жилых домов повышенной этажности в застройке наших городов особенно Москвы и даже в Воронеже, а также при реконструкции районов. Все наши новые районы этажностью не менее 17 этажей и даже часто не имеют даже переменную этажность, дворные пространства минимально возможные, чтобы не нарушать требования инсоляции к жилой застройке. Этот масштаб застройки просто не человеческий и никакая высококачественная отделка (керамические панели, клинкерный кирпич, композитные отделочные материалы, богатая цветовая гамма, дизайнерские приемы в отделке) этих домов и даже хорошее и добротное благоустройство дворного пространства не компенсирует психологического давления на человека этим масштабом гигантомании. Не являемся ли мы «наследниками» застройки тех Больших Ансамблей (Grands Ensembles) во Франции, которые в свое время воспринимались как «кварталы счастья». Затем все меняется. «Акты насилия происходят уже в 1970-х: вандализм, грабежи, угоны, пожары, насилия, а в 1978 – первые «родео гнева» (противостояние полиции). Наступает «эпоха руин», и с 1975г. возведение Больших Ансамблей, ответственных за социальный кризис, вызванный типом застройки и географической изоляцией, прекращается» [4.]. Средний класс стал покидать эти районы. Постепенно эти кварталы превращаются в гетто. В 1983г в Мингетах снесена первая 50-метровая башня квартала Демократия, а в 1994г. снесены все десять башен квартала Демократия.

В 80-х годах ученые проводили исследования влияние этажности зданий на здоровье человека и пришли к выводу, что этажность здания не должна превышать шесть этажей. Реконструкция застройки 60-х годов по-прежнему актуальна. Ресурс этой застройки приходит к исходу и администрациям городов необходимо проводить конкурсы на лучшие предложения по реновации этих районов. Реконструкция застройки не должна приводить к гигантомании, и не уничтожать самобытность каждого города. Выполнив уютные кварталы, с человеческим масштабом мы обеспечим здоровое и комфортное будущее поколений.

1. О реконструкции застройки с преобладанием 5-этажных домов первого периода индустриального домостроения в Москве: [Электронный ресурс]. / С.М. Усов – текст. – Режим доступа: <http://www.stroymusey.ru/journal/reconstruction-1.php>. – Загл. с экрана.
2. ГБУ Главное архитектурно – планировочное управление Москомархитектуры. Благоустройство в реновации. Подходы и проблемы. – М.: «А - Принт», 2018. - 268с.
3. Глазьева Л.Г., Просветов А.М. Проблемы реконструкции жилой застройки 60-х годов в г. Воронеже. - ВГТУ: Научный журнал АИ «Архитектурные исследования» 02 - 2017. 49-58с
4. «Кварталы счастья» превращаются в гетто. Хотите как во Франции [Электронный ресурс]. / И. М. Варламов – текст. – Режим доступа: <http://varlamov.ru> – Загл. с экрана.

РАЗДЕЛ VIII. BIOTEХНОЛОГИИ

Щербакова Н.Н.¹, Вениг С.Б.¹, Сержантов В.Г.¹, Захаревич А.М.¹, Хапцев З.Ю.²
Перспективы получения комплексного органоминерального лекарственного
корма для рыб

¹Саратовский государственный национальный исследовательский университет
имени Н.Г. Чернышевского

²Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова
(Россия, Саратов)

doi: 10.18411/sr-10-08-2021-22

Аннотация

На базе глауконита методом сорбционной иммобилизации получены композиты, с метиленовым синим, доксициллином и тетрациклином, как энтеросорбент и средство для проведения антибактериальной терапии. При введении с кормами для рыб, глауконит пролонгировано высвобождает лекарственные средства, не приводя к их передозировке и засорению водоема.

Ключевые слова: глауконит, корм для рыб, бактерии, профилактика инфекций, тетрациклин, метиленовый синий, доксициклин, гранулирование.

Интенсивное развитие товарного рыбоводства решает, как продовольственные вопросы, так и проблемы утилизации отходов птицеводства и животноводства, снижая нагрузку на экосистему. Для максимального увеличения рыбо-продуктивности применяется совместное выращивание нескольких видов рыб, уплотненные посадки рыбы, внесение минеральных и органических удобрений, кормление концентрированными кормами. Внесением органических и минеральных удобрений создается питательная среда для бактерий и микроводорослей-пищи зоопланктона и бентоса, потребляемых карпом и растительноядными рыбами. Для нормального роста рыбам требуются макроэлементы (Ca, K, Mg, P, S, Cl) и микроэлементы (Fe, Mn, Co, Cu, Zn, Mo и др.), участвующие в различных процессах обмена веществ, и в состав кормовой смеси для рыбы добавляют дополнительно минеральные вещества. Известны кормовые добавки для рыб при их выращивании в природных и искусственных водоемах, содержащие обеззараженный птичий помет и природный глауконит в качестве минерального ингредиента [1].

Средства интенсификации рыбо-продуктивности хозяйства имеют свою обратную сторону: при уплотненных посадках создаются благоприятные условия для распространения возбудителей инфекционных заболеваний рыб, избыточное внесение в пруды органических удобрений вызывает усиленное развитие фито- и зоопланктона, зообентоса и др., способствующих размножению многих паразитов рыб. Интенсивное введение кормов приводит к наличию несъеденных кормов и экскрементов в водоеме, и, как следствие к заболеваниям и гибели рыбы. Завоз растительноядных и других (напр. дальневосточных) рыб для совместного выращивания, может сопровождаться появлением новых возбудителей болезней. В настоящее время наиболее распространёнными являются инфекционные болезни рыб, которые регистрируются как в РФ, так и странах Западной Европы, Прибалтики: весенняя виремия карпа, воспаление плавательного пузыря, геморрагическая септицемия лососевых, вызываемых вирусами [2].

Для лечения и предотвращения заболеваний рыб в корма добавляются различные антибактериальные препараты, информация о которых сильно варьируется из-за различия в перечне разрешенных препаратов и нормирования антибиотиков

[WHO technical report series, 1997; Furones, Rodgers, 2009; Fish and Fishery Products, 2011].

Крайне нежелательно поступление антибиотиков с пищевыми продуктами в организм человека, т.к. они могут оказывать токсическое действие, вызывать аллергическую реакцию, дисбактериоз, нарушение обмена веществ и др. негативные последствия. Несоблюдение требований по применению антибактериальных препаратов приводит к их накоплению в рыбе и рыбных продуктах, по этой причине весьма актуальна проблема безопасности применения антибактериальных препаратов. Бактериальные болезни рыб – фурункулез, инфекционная болезнь лососевых рыб, характеризующаяся септициемией и образованием абсцессов в скелетной мускулатуре. Возбудитель фурункулеза — бактерия *Aeromonas salmonicida*, короткая грамотрицательная оксидазо-положительная неподвижная палочка. При фурункулезе эффективны антибиотики (левомецетин, тетрациклин), сульфаниламидные и нитрофурановые препараты. В начальной стадии заболевания применяют ванны из антибиотика окситетрациклина.

Таблица 1

Некоторые профилактические меры против заболеваний рыб.

Препарат	Заболевание	Дозировка	Порядок введения
Бентонитовая глина	Бранхионекроз карпа	В корм 1 кг на 20 кг корма	В зимовальные выростные и нагульные пруды 12 г/м ² 4 раза в год
Антибиотик левомецетин, тетрациклин	Профилактика и подавление сапрофитной микрофлоры	Из расчёта 0,1-0,3 г/кг корма	В корм 2 раза в начале лета.

Проведены многолетние обширные исследования природного глауконита, слоистого алюмосиликата, содержащего кроме К, Са, Fe, К, Mg, Р и микроэлементы Mn, Со, Cu, Zn, Мо, показавшего эффективность как прекрасного минерального удобрения, сорбента и абиотического катализатора. В качестве биологически активных веществ использовали антибактериальные препараты тетрациклин и доксициклин (производное тетрациклина, получаемое синтетическим путем из окситетрациклина). Доксициклин антибиотик широкого спектра действия, против различных бактериальных заболеваний ингибирует синтез белков в микробной клетке, нарушая связь аминокислот-т РНК с 30S субъединицей рибосомальной мембраны. Фармакологическое действие - бактериостатическое, антибактериальное широкого спектра. Есть сведения об эффективности против микобактерий (туберкулёз) - 1 капсула (100 мг) на 25 л.

Подробно методика эксперимента описана в работе [3]. Навески глауконита вносили в конические колбы, заливали исходным водным раствором тетрациклина или доксициклина гидрохлорида, метиленового синего и перемешивали на магнитной мешалке. После фильтрации оставшуюся твердую фазу высушивали при комнатной температуре и спектрофотометрически ($\lambda = 346$ нм) определяли остаточную концентрацию антибиотиков в фильтрате по предварительно построенному градуировочному графику. Антибактериальную активность полученных композитов глауконита с иммобилизованными антибиотиками исследовали на штаммах *Staphylococcus aureus* ATCC 6538-Р и *Escherichia coli* ATCC 25922. Исследования действия композитов с тетрациклином показали, что оба значения концентрации композитов (1,25 и 2,5 мг) проявляют антибактериальный эффект, соизмеримый с действием чистого антибиотика, доксициклин в концентрации 0,125 и 0,25 мкг/мл существенно подавляет рост стафилококка. Антибактериальный эффект исследуемых

антибактериальных препаратов основан на подавлении синтеза белка на уровне бактериальной рибосомы.

Для получения кормовых гранул использовался влажный (7- 5%) птичий помет, в который порциями добавлялся глауконитовый порошок до получения полусухой массы, пригодной для формования. Формование кормовых гранул проводилось на тарельчатом грануляторе и экструдере марки Шимадзу, диаметр полученных гранул составлял 2-4 мм. Общий вид гранул представлен на рисунке. Оптимально достигнутое соотношение помет/глауконит составило 1/10 для получения методом экструзии достаточно прочных гранул, после изготовления гранулы подвергались обеззараживанию и просушке в электрической сушилке при температуре $100 \pm 5^{\circ}\text{C}$. В результате воздействия давления и температуры в обрабатываемом материале происходит денатурация белка, а также полная стерилизация корма. Гранулы, изготовленные данным способом, имеют достаточную прочность и пористую структуру, способствующую десорбции лекарственных средств.

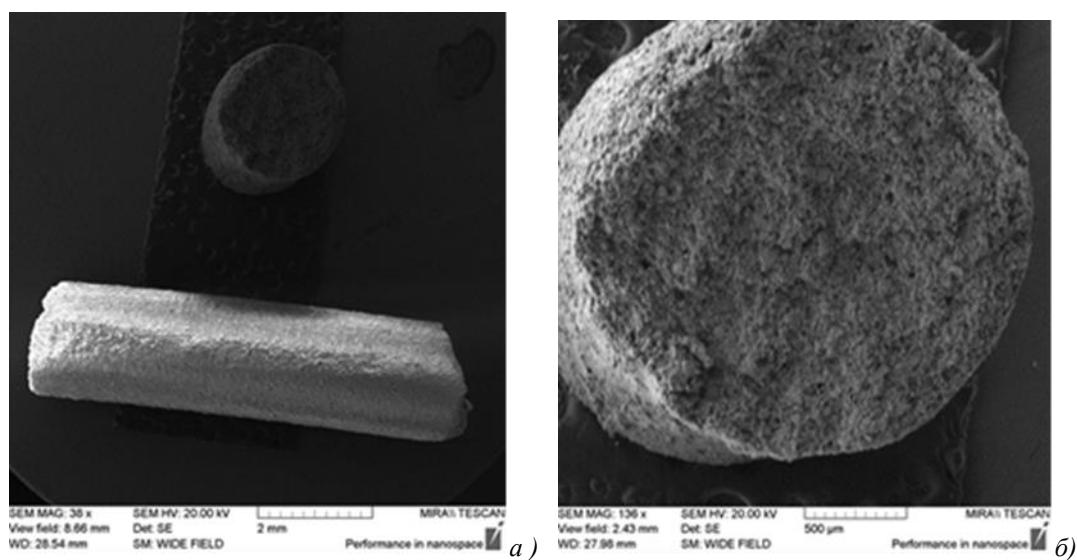


Рис. 1. Общий вид экструдированной глауконитовой гранулы:
а)- общий вид, б)- Излом

Таким образом, посредством иммобилизации тетрациклина, доксициклина и метиленового синего в глауконитовую матрицу, экологически безопасную, доступную и широко распространенную получен органоминеральный кормовой продукт с лекарственным препаратом пролонгированного действия. Определено влияние полученных композитов глауконита с тетрациклином и доксициклином в ингибирующих концентрациях на рост стафилококка и кишечной палочки.

В соответствии с назначением глауконитового продукта, разработаны технологии обогащения природного глауконитового песка, технологии получения органоминеральных композитов и получения глауконитовых гранул сложного состава [4-5]. Выявлено преимущество получения лекарственных кормов на экструдере – частицы корма более мелкие и прочные (меньше крошимость), чем полученные на тарельчатом грануляторе.

Дальнейшая проработка технологии получения методом сорбционной иммобилизации на глауконитовом носителе лекарственных препаратов против бактериальных заболеваний рыб позволит устранить опасность токсического воздействия на рыб вследствие передозировки антибиотиков и обеспечить возможность длительного хранения лечебного глауконитового прекурсора.

Вышесказанное позволяет при проведении дальнейших исследований воздействия полученных лекарственных кормов на рыб, улучшить технические и экономические результаты их выращивания.

Использование переработанного по специальной технологии глауконита позволяет создать минеральный носитель лекарственных средств, порошкообразный прекурсор, который можно добавлять в различных пропорциях в корма для рыб различного возраста и степени и вида заболевания.

1. Кормовая добавка для рыб и способ ее получения. // Патент РФ 2 648 707
 2. Диагностика заразных болезней рыб /А.М. Скогорева, О.А. Манжурина, Б.В. Ромашов: учебное пособие. – Воронеж: ФГБОУ ВО ВГАУ, 2016. – 108 с.
 3. Вениг С.Б., Чернова Р.К., Сержантов В.Г., Селифонов А.А., Шаповал О.Г., Нечаева О.В., Сплюхин В.П., Селифонова Е.И., Наумова Г.Н., Щербакова Н.Н.. Антибактериальные композиты на основе природного сорбента. Вест. Мос. Ун-та. Сер. 2. Химия. 2018. Т. 59. № 3. с. 223-228.
 4. Вениг С.Б., Сержантов В.Г., Сплюхин В.П., Шаповал О.Г., Щербакова Н.Н., Селифонова Е.И., Наумова Г.Н., Захаревич А.М. Биологически активный комплекс на основе природного сорбента // Сб. науч. трудов по матер. Междун. научно-практич. конф. «Актуальные проблемы развития современной науки и образования». 2015. С. 48 –50.
 5. Гранулированный модифицированный наноструктурированный сорбент, способ его получения и состав его получения // Патент 2503496 РФ, С2. 20.09.2013 / Сержантов В.Г., Щербакова Н.Н., Синельцев А.А., Вениг С.В., Захаревич А.М.
-

РАЗДЕЛ IX. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Полякова И.С.

Системный анализ «ложной инфляционной спирали» (ЛИС)

*Кубанский государственный технологический университет
(Россия, Краснодар)*

doi: 10.18411/sr-10-08-2021-23

Аннотация

В статье изучен эффект «ложной инфляционной спирали» – при росте ключевой ставки начинается так называемый массовый психоз роста цен: производители, подгоняемые жадностью и страхом, «закладывают» индекс инфляции в себестоимость своей продукции, боясь потери доходов будущих периодов. То есть необходимо учитывать психологию производителей товаров и услуг, которые под влиянием СМИ искусственно раскручивают цены, не имея на это объективных причин, запуская «ложную инфляционную спираль», которая впоследствии приводит реальному росту цен на товары и услуги.

Ключевые слова: системный анализ, инфляция, ложная инфляционная спираль, СМИ, производители товаров и услуг, психология, аутсорсинг, консалтинг.

Abstract

The article studies the effect of the «false inflationary spiral» – with the growth of the key rate, the so-called mass psychosis of price increases begins: manufacturers, driven by greed and fear, «put» the inflation index into the cost of their products, fearing the loss of future income. So it is necessary to take into account the psychology of manufacturers of goods and services that artificially increase prices under the influence of the media, without objective reasons for this, giving life to «false inflationary spiral», which leads to a real increase in prices of goods and services afterwards.

Keywords: systems analysis, inflation, false inflationary spiral, media, manufacturers of goods and services, psychology, outsourcing, consulting.

Многие современные организации вынуждены ежегодно индексировать заработную плату рабочим на индекс инфляции. Но коэффициент инфляции требует корректировки и переоценки, так как не учитывает такие важнейшие характеристики, как влияние научно-технического прогресса, а также психологию производителей под влиянием средств массовой информации (СМИ). Этим можно объяснить актуальность данного исследования.

Согласно классическому определению, инфляция – это повышение общего уровня цен на длительный срок [1, С.161]. Но данное определение инфляции не учитывает удешевление материалов и технологий под влиянием научно-технического прогресса, маркетинговые акции, связанные с выводом на рынок новых товаров, появлением товаров-заменителей [2, С.172].

Инфляционная спираль – это такое проявление инфляции, которое предопределено постоянным ростом издержек [3]. Но о каком постоянном росте издержек можно говорить при удешевлении производства и появлении на рынке новых материалов, ресурсосберегающих технологий? Влияние научно-технического прогресса как раз и заключается в удешевлении материалов и технологий.

Инфляционная спираль – это взаимодействие двух процессов: роста цен на товары и услуги и роста заработной платы рабочим. Из-за роста цен сотрудники просят увеличить им заработную плату, а рост их доходов приводит к увеличению денежной массы в стране, что в свою очередь ведет к дальнейшему росту цен и т.д. [4] (рисунок 1).

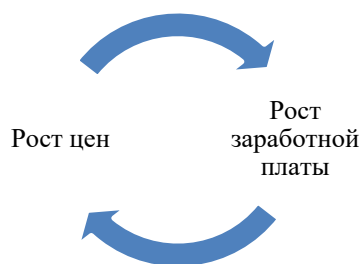


Рисунок 1. Инфляционная спираль согласно классической школе

Эффект «ложной инфляционной спирали» (ЛИС) заключается в том, что при росте ключевой ставки ЦБ производители под влиянием СМИ начинают закладывать индекс инфляции в себестоимость своей продукции, тем самым, повышая цены на свои товары [2, С.173]. Возникает «инфляционная ловушка» – рост цена на товары и услуги без увеличения их себестоимости, что соответственно приводит к дальнейшему увеличению ключевой ставки и т.д. Таким образом, инфляция «подгоняется» самими производителями. Которые хотят избежать падения доходов будущих периодов. Как при хорошем урожае на подсолнечник еще в середине июля начинается падение цен на подсолнечное масло, так и при росте ключевой ставки начинается фактический рост цен на все категории товаров, который можно объяснить ожиданиями производителей роста себестоимости своей продукции. Значит, «ложная инфляционная спираль» обусловлена психологией производителей.

Крутится «ЛИС» под влиянием СМИ. Каждый стремится увеличить свои доходы, цену на свои товары, что в итоге приводит к реальному росту себестоимости на данные товары. Рассмотрим это на конкретном примере. Сельхозпроизводители увеличили цены на зерно, следовательно, хлебопекарня увеличила цены на хлеб, увидев это, увеличили цены на различную технику, в том числе и сельскохозяйственную, которую как раз и закупают сельхозпроизводители. Тем самым произошел реальный рост себестоимости зерна (рисунок 2). Зачастую рост цен обусловлен именно психологией участников рынка. Поддавшись панике разгона инфляции, производители увеличили цены на свои товары, тем самым разогнали «ложную инфляционную спираль» еще больше. Начинается так называемый массовый психоз роста цена при росте ключевой ставки. Если происходит реальный рост себестоимости продукции, и рост цен вызван именно этим, то инфляция «настоящая». А если производители просто крутят цены «вверх» под влиянием СМИ, то инфляция «ложная», но «ложная» инфляция в итоге приводит к «настоящей».

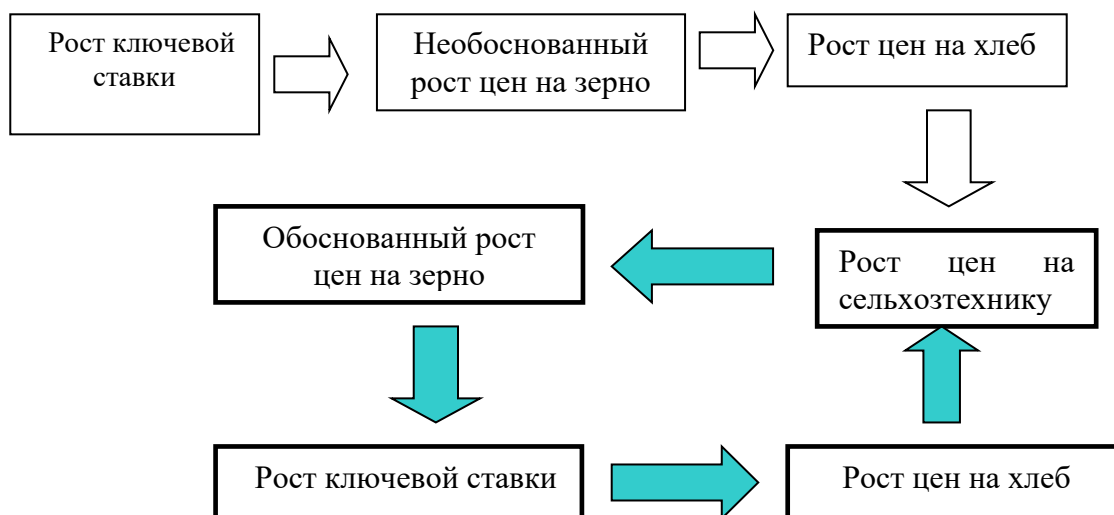


Рисунок 2. Пример разгона «ложной инфляционной спирали» (ЛИС)

Разгон «ЛИС» имеет огромные последствия. За «ложным» ростом цен растет ключевая ставка, растут кредитные и ипотечные ставки. Жизнь становится дороже. Населению становится все сложнее брать кредиты, в том числе и на покупку жилья. За ключевой ставкой медленно растут банковские вклады и быстро растут кредитные ставки, которые и так существенно выше ключевой ставки.

Политика Центробанка должна быть очень осторожной, так как от роста или падения ключевой ставки напрямую зависят ставки по кредитам и вкладам, а, значит, и доходы населения.

Следствием роста цен, вызванного объективными или необъективными причинами, является необходимость роста заработной платы рабочим. При этом цены на товары и услуги могут упасть, а заработная плата нет, она только растет.

Ежегодная индексация заработной платы рабочих на крупных компаниях приводит к тому, что крупные компании отдадут все, что можно отдать на аутсорсинг, и, как следствие, множатся консалтинговые фирмы. Выгоднее нанять и оплачивать консалтинговые фирмы, чем держать свой персонал и ежегодно индексировать им заработную плату на индекс инфляции. В итоге на крупных фирмах работают только узкоспециальные рабочие, зарплата которых достигает нереальных высот, существенно выше рынка. Иногда узкий специалист в такой «крупной» фирме получает как начальник на «мелкой» в том же городе. Как следствие, множатся консалтинговые фирмы, ведь крупные предприятия выводят бухгалтерию, маркетинговые исследования и многое другое – все, что возможно – на аутсорсинг. С консалтинговыми фирмами заключаются гражданско-правовые договора с фиксированными ценами на их услуги. При этом предприятия соответственно ищут более дешевые консалтинговые фирмы.

С учетом ЛИС крупным предприятиям нет необходимости ежегодно индексировать заработную плату рабочим на индекс инфляции, так как инфляция не обусловлена объективными причинами.

Если зарплаты работников выросли, под влиянием роста заработной платы работников идет, по классической школе, рост цен. Но, даже если учитывать последствия «ЛИС» цены все равно будут расти, будет наблюдаться общий рост цен, который обусловлен патентами, дорогими лекарственными препаратами, защищенными патентами, товарами, на которые нет заменителей (например, бензин). Цены на товары без заменителей растут и будут расти.

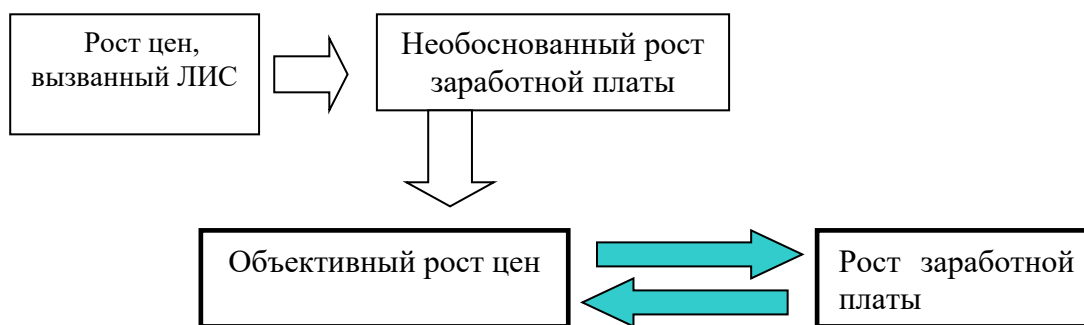


Рисунок 3. Разгон инфляции, вызванный ЛИС

То есть, инфляция – это зверь, питающий сам себя (рисунок 3). Мы сами находимся в зависимости от роста цен, который в итоге сами создаем, запуская механизм постоянного удорожания жизни, который зачастую неверен.

Таким образом, при росте ключевой ставки начинается так называемый массовый психоз роста цен: производители, подгоняемые жадностью и страхом, «закладывают» индекс инфляции в себестоимость своей продукции боясь потери доходов будущих периодов. Необходимо учитывать психологию производителей товаров и услуг, которые под влиянием СМИ искусственно раскручивают цены, не имея на это объективных причин. В итоге запускается «ложная инфляционная спираль», которая приводит реальному росту цен на товары и услуги. Но если цены на товары и услуги еще могут упасть, то зарплаты рабочим, увеличенные на коэффициент инфляции, нет. Высокие зарплаты работников крупных компаний остаются, и компаниям, ежегодно индексирующим зарплаты, невыгодно держать свой персонал, а выгодно обращаться к консалтинговым компаниям, работникам которых не надо ежегодно индексировать заработную плату на индекс инфляции. Но, учитывая влияние ЛИС, нет необходимости ежегодно индексировать заработную плату работникам.

1. Кураков Л.П., Игнатъев М.В., Тимирясова А.В. Макроэкономика: учебник для вузов: под общ. ред. Л.П. Куракова. М.: Изд-во ИАЭП, 2017. 336 с.
2. Полякова И.С. Системный анализ инфляционных процессов. «Ложная инфляционная спираль» / Актуальные проблемы науки и образования в условиях современных вызовов. / Сборник материалов II Международной научно-практической конференции (4 июля 2021 г., г. Москва) / – Москва: ООО «Ирок» 2021– С.172-175.
3. Гребенников П.И., Леусский П.И., Тарасевич Л.С. Макроэкономика: учебник. 8-е изд., перераб. и доп. М.: ИД «Юрайт», 2011. 161 с.
4. Серегина С.Ф. Макроэкономика: учебник для вузов; под редакцией С.Ф. Серегинной. 4-е изд., испр. и доп. М: Изд-во Юрайт, 2020. 477 с.

РАЗДЕЛ X. ТЕХНИКА

Балтрашевич В.Э.

Анализ комбинации блоков ввода и логического вывода ЭС

*Санкт-Петербургский Государственный электротехнический университет
(Россия, Санкт-Петербург)*

doi: 10.18411/sr-10-08-2021-24

Аннотация

Рассматривается разработка программных моделей блоков ввода знаний и логического вывода для ЭС на правилах продукций и для ЭС на списке атрибутов для автономного и сетевого режимов работы. Предлагаются различные варианты АОС.

Ключевые слова: поверхностные и глубинные знания, экспертные системы, системный анализ, имитационное моделирование.

Abstract

The development of software models of knowledge input and logical inference blocks for ES based on production rules and for ES on the list of attributes for autonomous and network operation modes is considered. Various AOC options are offered.

Keywords: surface and in-depth knowledge, expert systems, systems analysis, simulation.

Есть два основных вида экспертных систем (ЭС): ЭС, базы знаний (БЗ) которых записаны на базе правил продукции [2]; ЭС, базы знаний которых записаны на базе списка атрибутов (без правил продукции) [1].

Так как используются БЗ разных структур, то предлагается новый вариант мнемонических сокращений ЭС и их блоков, использующий обозначение их внутренней работы (БЗ) и внешнего представления исходных данных (БЗ). Так ЭС, внутренняя работа, которой базируется на списке атрибутов, и предназначенная для обработки БЗ на правилах продукций, будет обозначаться ЭС_СА_ПП. Раньше, в основном, использовались ЭС_ПП_ПП. В работе также будут проанализированы ЭС_СА_СА.

Основным достоинством ЭС являются хранящиеся в них знания. Мы рассмотрим разработку знаний об индивидуальной (автономной) и совместной (сетевой) работе блоков ввода (БВ) и логического вывода (БЛВ) разных структур.

Системный анализ ЭС требует создания моделей блоков. В качестве формализма используем язык эксперта. Т.е. фактически мы получаем второй уровень ЭС на основе соответствующих БЗ. Алгоритмы работы этих блоков записаны на языке эксперта.

Базовую инструментальную (пустую) ЭС (ИЭС) рассматриваем как «аппаратную». Отметим, что «аппаратные» блоки записаны на языке программирования, а программные блоки записаны на языке эксперта, состоящем из поверхностных знаний (ПЗ) и из глубинных знаний (ГЗ).

Рассматриваем пару блоков, чтобы показать возможности автономной и системной работы. Создаем программные модели каждого из этих блоков с использованием ПЗ и ГЗ.

Реализуем программную модель упрощенного БВ_ПП_ПП (без конструкции «параметры» и без использования коэффициентов доверия) для того, чтобы была разница между «аппаратным» и программным вариантом БВ при имитационном моделировании (ИМ). Ограниченность программного БВ_ПП_ПП используется для

наглядности испытаний (приходится задумываться о составлении структуры анализируемой системы – какие блоки включать в систему). Так из-за ограниченности программного БВ_ПП_ПП, при моделировании программного БЛВ_ПП_ПП, для его полной проверки надо использовать «аппаратный» БВ_ПП_ПП. При использовании полного транслятора БВ_СА_ПП таких проблем нет, но возникают другие проблемы (например, вопросы стыковки).

Реализуем программную модель полного БЛВ_ПП_ПП для того, чтобы проверить его работоспособность на различных эталонных БЗ, в том числе и использующих ГЗ.

Возможно, имитационное моделирование каждого блока отдельно, но лучше их работу моделировать совместно, т.к. использование правил продукции позволяет легко модифицировать порядок ИМ. Так слегка изменяя правила, мы можем запускать работу каждого блока, как в автономном режиме, так и в сетевом режиме. Т.е. загружаем объединенную БЗ работы БО_ПП_ПП и БЛВ_ПП_ПП. Для СА приведем программные модели каждого блока. БЛВ моделировать без программного БВ нельзя, но можно использовать «аппаратный» БВ.

Поверхностные знания БВ_ПП_ПП и БЛВ_ПП_ПП. Как уже отмечалось в [2], в целях компактного представления программы на одной строке представлено несколько строк языка эксперта. Символ <ВК> обозначает нажатие клавиши <Возврат каретки>.

Возможны две цели работы этой БЗ. Цель «знания» вызывает работу БВ_ПП_ПП. Цель «запрос» вызывает работу БВ_ПП_ПП, а затем работу БЛВ_ПП_ПП. Если использовать атрибут «знания1», то можно использовать «аппаратный» БВ.

Файл *tranc_Inf_Etalon.txt* (фрагмент) (ЭС_ПП_ПП)

параметры возврат <ВК>1 возврат word по

1 если знания - введены (и знания1 – введены)

и база_данных - очищена<ВК>и цель_подготовлена - да<ВК>и цель - задана

и вывод - да<ВК>и просмотр - выполнен<ВК>то запрос - да

и печать_значения_цели - нет

вопрос_цель_подготовлена<ВК>Цель подготовлена?

2 если вывод - нет<ВК>то запрос - да<ВК>и печать_сообщения - нет

3 если флаг - да<ВК>и подцель_выбрана - да<ВК>и подцель - обработана

то вывод - неопределен<ВК>и возврат - флаг

4 если подцель_выбрана - нет<ВК>то вывод - да

5 если подцель - необработана<ВК>то вывод - нет

6 если правило_найдено - да<ВК>и правило - обработано<ВК>то подцель - обработана

7 если вопрос - найден<ВК>и ответ - получен

то подцель - обработана

8 если процедура_найдена - да<ВК>и процедура – обработана

то подцель - обработана

9 то подцель - необработана

10 если значение_правила - истина<ВК>и факт - записан<ВК>то правило - обработано

11 если значение_правила - ложно<ВК>и запрет_правила - да

то правило - обработано

12 если значение_правила - неопределено<ВК>и подцель_записана - да

то правило - обработано

13 то флаг – да

параметры знания1<ВК>15 аппаратный_ввод word по

Замечание: Следующие атрибуты связаны с соответствующими процедурами

ГЗ: база_данных, цель, процедура_найдена, процедура, правило_найдено,

значение_правила, факт, вопрос, ответ, печать_сообщения, печать_значения_цели, знания1, подцель_выбрана, запрет_правила, подцель_записана

41 если ввод_слова - да<ВК>и число - да<ВК>и ввод_след_слова - да
и часть_если - да<ВК>и часть_то - да<ВК>то предложение - правило

42 если слово - если<ВК>и флаг1 - да<ВК>и выражение - да<ВК>то
часть_если - да

43 если слово - то<ВК>то часть_если - да

44 если атрибут - да<ВК>и предикат - да<ВК>и значение - да<ВК>и
конец_строки - да

то строка - да<ВК>и условие1_обработано - да

45 если строка - да<ВК>и след_слово - то<ВК>то выражение - да

46 если строка - да<ВК>и след_слово - и<ВК>то выражение - да<ВК>и
возврат - флаг1

47 если слово - то<ВК>и строка - да<ВК>то часть_то - да

48 если след_слово - то<ВК>и строка1 - да<ВК>то часть_то - да
и условие2_обработано - да

49 если атрибут1 - да<ВК>и предикат1 - да<ВК>и значение1 - да
и конец_строки1 - да<ВК>то строка1 - да

50 то флаг1 - да

51 если ввод_слова - да<ВК>и число - нет<ВК>и слово - подсказка<ВК>и
атрибут - да

и конец_строки - да<ВК>и текст - да<ВК>то предложение - подсказка
и подсказка_обработана - да

52 если ввод_слова - да<ВК>и число - нет<ВК>и слово - перевод<ВК>и
атрибут - да

и конец_строки - да<ВК>и текст - да<ВК>то предложение - перевод
и перевод_обработан - да

56 если предложение - правило<ВК>то язык - эксперта

53 если ввод_слова - да<ВК>и число - нет<ВК>и слово - вопрос<ВК>и атрибут
- да

и конец_строки - да<ВК>и текст - да<ВК>то предложение - вопрос
и вопрос_обработан - да

57 если предложение - перевод<ВК>то язык - эксперта

58 если предложение - подсказка<ВК>то язык - эксперта

60 если предложение - вопрос<ВК>то язык - эксперта

61 если начальная_установка - да<ВК>и флаг3 - да<ВК>и синт_анализ - да
то знания - введены<ВК>и очистка - да

62 если язык - эксперта<ВК>и конец_файла - да<ВК>то синт_анализ - да

63 если язык - эксперта<ВК>и конец_файла - нет<ВК>то синт_анализ - нет
и возврат - флаг3

64 то флаг3 - да

вопрос_конец<ВК>кончат анализ?(да/нет)

Замечание: Следующие атрибуты связаны с соответствующими процедурами ГЗ с помощью конструкции «параметры» языка эксперта:

конец_файла, начальная_установка, ввод_слова, число, ввод_след_слова, слово, атрибут, предикат, значение, конец_строки, след_слово, атрибут1, предикат1, значение1, конец_строки1, условие1_обработано, условие2_обработано, текст, подсказка_обработана, очистка, перевод_обработан, вопрос_обработан

Связь ПЗ и ГЗ осуществляется с помощью конструкции «параметры» языка эксперта, которая в нотации Бэкуса–Наура имеет вид:

<параметры> ::= параметры <атрибут><конец_строки><номер>

процедуры>><имя процедуры><признак типа ответа><признак записи ответа><конец строки>

<признак типа ответа> ::= <word> | <integer> | <real>

<признак записи ответа> ::= <yes> | <no>

Приводить ГЗ не будем из-за их значительного размера. Но представление об используемых процедурах дается в названиях соответствующих атрибутов.

ИМ БВ_ПП_ПП. Окно «Предметной области» – интерфейс программного БВ_ПП_ПП.

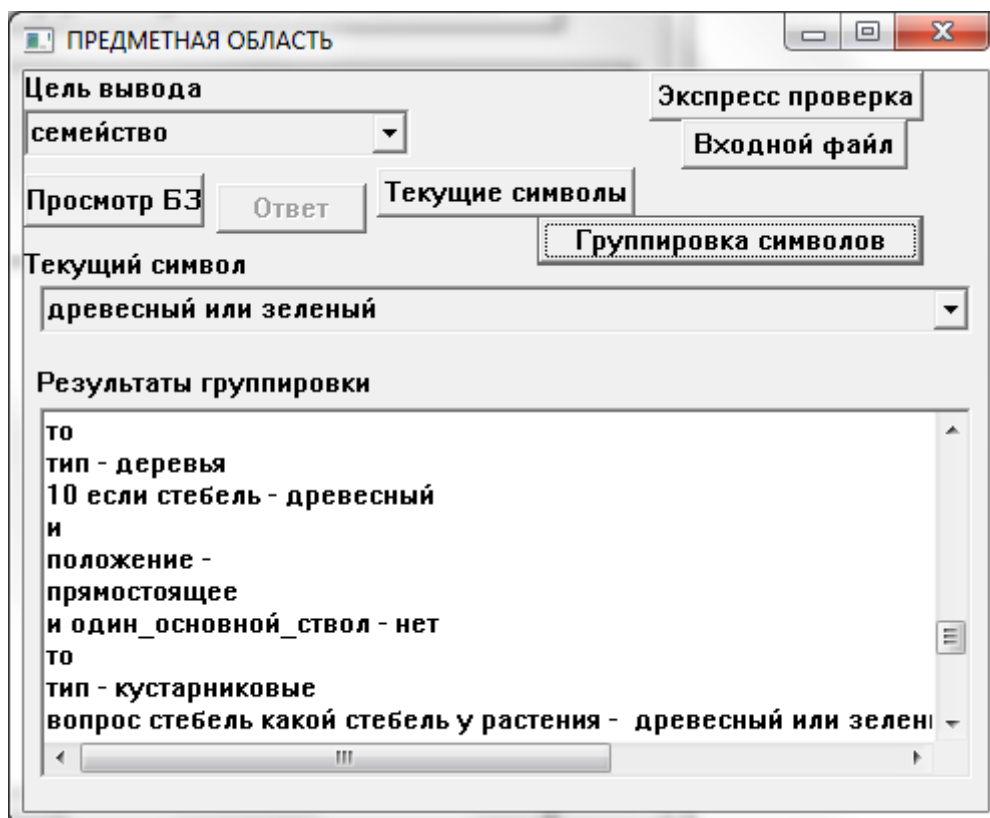


Рис. 1. Вид окна «предметной области» программного БВ_ПП_ПП

Цель «знания» задается в «аппаратном» БЛВ. Транслятор проверяет только синтаксис. Кнопка «Просмотр БЗ» позволяет просмотреть внутреннее представление введенной БЗ. Семантика проверяется с помощью дополнительного «аппаратного» БЛВ_ПП_ПП (кнопка «Экспресс проверка»).

Если с атрибутами связать «вопросы» и убрать процедуры («параметры»), то можно сделать обучающую систему, т.е. систему, закрепляющую знания. Пользователь видит файл со знаниями и отвечает на вопросы о нем. Вопросы задаются про структуру предложений языка эксперта. Пользователь подтверждает структуру и запоминает ее (закрепляет свои знания).

Текст вопросов.

вопрос ввод_слова

вы выделили первое слово в предложении?(да/нет)

вопрос число<ВК>выделенное слово является числом?(да/нет)

вопрос ввод_след_слова<ВК>вы выделили очередное слово в предложении?(да/нет)

вопрос слово<ВК>введите выделенное слово

вопрос след_слово<ВК>выделите и введите очередное слово

вопрос атрибут<ВК>следующим словом является атрибут?(да/нет)

вопрос атрибут1<ВК>следующим словом является атрибут?(да/нет)
 вопрос предикат<ВК>следующим словом является предикат?(да/нет)
 вопрос предикат1<ВК>следующим словом является предикат?(да/нет)
 вопрос значение<ВК>следующим словом является значение атрибута?(да/нет)
 вопрос значение1<ВК>следующим словом является значение атрибута?(да/нет)
 вопрос конец_строки<ВК>на этом строка кончается?(да/нет)
 вопрос конец_строки1<ВК>на этом строка кончается?(да/нет)
 вопрос текст<ВК>имеется ли строка текста?(да/нет)
 вопрос конец<ВК>кончат анализ?(да/нет)

Если сделать процедуры проверяющими, то можно сделать контролирующую АОС.

Работоспособность разрабатываемых блоков проверяется с помощью ИМ. Для проверки создаваемых БЗ нужны отлаженные (эталонные) БЗ.

Выбор эталонных БЗ. При проведении системного анализа ЭС мы будем разрабатывать БЗ, описывающие работу этих блоков. Но т.к. в процессе разработки возможны ошибки, то нам нужны проверенные исходные данные, т.е. эталонные БЗ проверенные и отлаженные из любой предметной области. Эти БЗ должны удовлетворять определенным требованиям. Как уже отмечалось, мы должны провести системный анализ структур и процессов в них протекающих. Чтобы проверить структуры, нам надо задать БЗ с ПЗ, БЗ с ПЗ и с коэффициентами доверия (КД), и БЗ с ПЗ и с ГЗ. Это БЗ для ИЭС на базе ПП. Эталонную БЗ для ИЭС на базе списка атрибутов (ИЭС_СА) приводить не будем. Будем предполагать, что используемая ИЭС_СА проверена, и мы будем разрабатывать новую БЗ и ее отлаживать для АОС БЛВ_СА_ПП.

ИМ БЛВ_ПП_ПП. Окно «Предметной области» – интерфейс программного БВ.

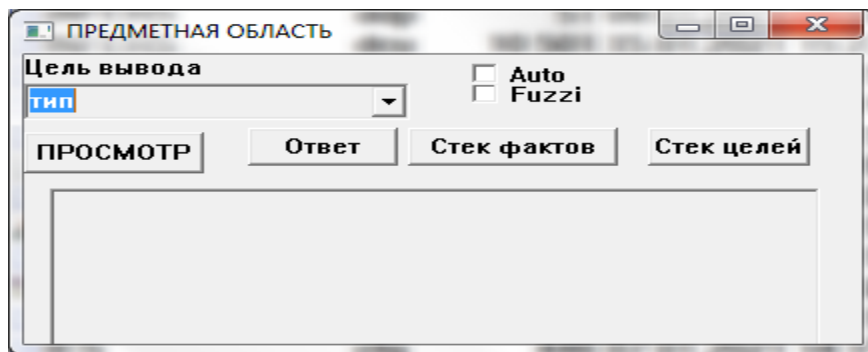


Рис. 2. Вид окна «предметной области» программного блока логического вывода

БВ_ПП_ПП – упрощенный, а БЛВ_ПП_ПП – полный. Чтобы его проверить полностью, надо использовать «аппаратный» БВ_ПП_ПП. Проверяем на разных эталонных БЗ (с коэффициентами доверия, с ГЗ).

Если с атрибутами связать вопросы (по аналогии с БВ) и сделать наглядным процесс логического вывода, то можно сделать демонстрационный пример системы закрепляющей знания БЛВ.

Возможны различные виды АОС, которые используют:

- только вопросы (закрепляющие знания АОС),
- вопросы и проверяющие процедуры (контролирующие АОС),
- вопросы и подсказывающие процедуры (подсказывающие АОС).

Следует отметить, что в процессе работы можем использовать несколько «аппаратных» однотипных блоков. Например, для проверки программного БВ –

экспресс проверка проводится на дополнительном «аппаратном» БЛВ. Другой «аппаратный» БЛВ – для работы с основной БЗ.

Теперь рассмотрим БВ и БЛВ, созданные на СА.

Т.к. мы фактически проводим системный анализ, то нам надо рассмотреть возможность совместной работы БЗ с разными структурами (ПП или СА).

Транслятор для ЭС_СА - это упрощенный транслятор для ЭС_ПП (отсутствие правил продукции) с некоторыми добавками (конструкция «цель» и другие). БЛВ для ЭС_СА (полный вариант) тоже значительно проще (по сравнению с ПП).

Рассмотрим АОС БЛВ на СА для исходной БЗ_ПП.

В [4] приведена БЗ АОС БЛВ для обработки БЗ, записанных на базе правил продукции, записанная на базе списка атрибутов. (АОС БЛВ_СА_ПП)

Надо отметить, что в системной части «аппаратной» ИЭС были внесены некоторые изменения. Использовались два варианта процедуры GetAnswer. Один для обработки БЗ на базе списка атрибутов, другой – для правил продукции. В первом варианте для выбора следующего целевого атрибута используется конструкция

```
if (value <> 'нет') then
  BaseZnD.GetMainGoal(pItem.NextGoal_1,BaseZnD.GoalList);
if (value = 'нет') then
  BaseZnD.GetMainGoal(pItem.NextGoal_2,BaseZnD.GoalList);
```

Во втором варианте задание следующего целевого атрибута производится с помощью обработки правил продукции.

Если из используемой БЗ в данном примере убрать вопросы и подсказывающие процедуры (т.е. обрамление, связанное с созданием системы обучения), то мы получим БЗ, описывающую работу БЛВ_СА_ПП.

Файл ІАОС_9_1.txt. БЗ для БЛВ_СА_ПП (фрагмент)

```
цель ввод_знаний
параметры ввод_знаний<ВК>151 ввод_знаний word по
вопрос ввод_знаний<ВК>вы можете ввести знания
вопрос установка_цели<ВК>вы выбрали цель вывода
параметры установка_цели<ВК>3 установка_цели word по
...
next ввод_знаний установка_цели null
next установка_цели подцель_выбрана null
next подцель_выбрана правило_найдено печать_значения_цели
next поиск_вопроса ответ_процедура_найдена
next ответ_подцель_выбрана null
next правило_найдено значение_правила поиск_вопроса
next процедура_найдена процедура_обработана поиск_вопроса
next процедура_обработана подцель_выбрана null
next значение_правила правило_неопределено null
next правило_неопределено подцель_записана правило_ложно
next подцель_записана подцель_выбрана null
next правило_ложно запрет_правила правило_истинно
next запрет_правила подцель_выбрана null
next правило_истинно факт null
next печать_значения_цели null null
```

Следует подчеркнуть, что этот вариант программного БЛВ работает и с исходными БЗ, записанными на базе списка атрибутов. Т.е. Файл ІАОС_9_1.txt является и БЗ для БЛВ_СА_СА.

Теперь приведем БЗ, описывающую работу транслятора БВ_СА_ПП

Возможны разные степени детализации. Так в файле `trans_Inf_Etalon.txt` приведена БЗ для транслятора БВ_ПП_ПП, в которой степень детализации доходила до лексемы входного файла. В ниже приведенном трансляторе БВ_СА_ПП степень детализации доходит до конструкции «предложения» языка эксперта. Но зато в этой реализации получаем полный транслятор, в отличие от транслятора БВ_ПП_ПП. Это позволит проводить ИМ программного БЛВ_СА_ПП совместно с программным БВ_СА_ПП на разных исходных БЗ, не используя «аппаратный» БВ.

Файл `trans_SA_PP.txt`. БЗ для транслятора БВ_СА_ПП. (фрагмент)

цель начальная_установка

параметры начальная_установка<ВК>42 начальная_установка word no

...

next начальная_установка ввод_слова null

next ввод_слова лексема_число null

next ввод_слова1 лексема_число null

next лексема_число правило лексема_вопрос

next правило ввод_слова1 null

next лексема_вопрос вопрос лексема_подсказка

next вопрос ввод_слова1 null

next лексема_подсказка подсказка лексема_перевод

next подсказка ввод_слова1 null

next лексема_перевод перевод лексема_параметры

next перевод ввод_слова1 null

next лексема_параметры параметры лексема_рекомендация

next параметры ввод_слова1 null

next лексема_рекомендация рекомендация конец_файла

next рекомендация ввод_слова1 null

next конец_файла очистка ввод_слова1

next очистка null null

Если в этой БЗ убрать атрибуты, связанные с обработкой правил, то мы получим транслятор БВ_СА_СА.

Реализация стыковки блоков ввода и вывода в варианте СА_ПП.

Запускаем ИЭС, вводим файл `trans_SA_PP.txt`, затем вводим файл `INPR1.TXT` с ботанической эталонной БЗ. После получения эталонной БЗ во внутреннем представлении, можем запустить БЛВ_СА_ПП (кнопка «ИЭС - вывод»).

Окно «предметной области» БЗ БВ для стыковки почти совпадает с окном, приведенном на рис. 1. Отличие состоит в новой кнопке «ИЭС - вывод».

При нажатии на кнопку «Просмотр БЗ», мы увидим внутреннее представление ботанической БЗ, полученное после трансляции БВ_СА_ПП. Для проверки семантики введенных знаний нажимаем на кнопку «Экспресс проверка».

Проводятся следующие действия:

```
FormInfer:= TFormInfer.Create(Application);
```

```
FormInfer.BZ:=BaseZnPrObl1;
```

```
FormInfer.ShowModal;
```

```
FormInfer.Free;
```

То есть, создается еще один объект класса «аппаратного» БЛВ_ПП_ПП. Ему передается ботаническая БЗ и проводится проверка работоспособности ботанической БЗ. Обратите внимание на то, как просто в этом случае передается БЗ, в отличие от ниже приведенного случая стыковки БВ_СА_ПП и БЛВ_СА_ПП

Для проверки работоспособности программного БЛВ_СА_ПП нажимаем кнопку «ИЭС - вывод».

Проводятся следующие действия:

```
procedure TFormPredObl.Button7Click(Sender: TObject);
```

```

var BZ3: TBaseZnD;
begin
  FormEdit2:=TFormEdit2.Create(Application);
  FormEdit2.ShowModal;
  BZ3:= BaseZnPrObl2;
  FormEdit2.Free;

  FormInfer:= TFormInfer.Create(Application);
  FormInfer.BZ:= BZ3;
  FormInfer.ShowModal;
  FormInfer1.Free;
  BZ3.Free;
  ShowMessage('Вывод закончился!');
  exit;
end;

```

То есть создается еще один «аппаратный» БВ_СА_ПП. Вводим файл IAOC_9_1.txt. Создается БЗ BaseZnPrObl2. Она передается вновь создаваемому «аппаратному» БЛВ_СА_ПП и начинает выполняться файл IAOC_9_1.txt. Ввод знаний в этом случае осуществлять не надо, т.к. они уже введены и находятся в BaseZnPrObl1 и **их надо передать** БЛВ_СА_ПП для использования. Это реализовано следующим образом. В модуле PREDobl2 вводится вспомогательная переменная var BZ:TbaseZnD. В процедуре eval_proc2 для реализации каждого действия используется конструкция with BZ do вместо традиционной with BaseZnPrObl2 do .

```

В процедуре (составном операторе) 151 выполняем ключевое действие
151:{ввод знания2}
  begin val:='da';
    //т.к. знания уже введены, то забираем их, а не вводим.
    BZ:= BaseZnPrObl1;
  end;

```

Далее производится логический вывод для ботанической БЗ и проверяется правильность БЗ логического вывода. Правильность ботанической БЗ уже проверена.

Следует отметить, что если не делать ключевое действие, то процесс логического вывода (описанный в файле IAOC_9_1.txt) будет «дышать» (т.е. будут осуществляться переходы, описанные в конструкции next файла IAOC_9_1.txt), но процесс решения задачи классификации из ботанической БЗ выполняться не будет. Если же сделать присваивание BaseZnPrObl2:= BaseZnPrObl1, то не будут работать оба процесса.

Окно «предметной области» для программного БЛВ_СА_ПП (модуль PREDobl2) фактически совпадает с окном на рис. 2. Ответы о значении параметров растений задаются с помощью нажатия кнопки «Ответ». Нажатие на кнопку «Стек фактов» приводит к демонстрации результатов работы ботанической БЗ.

Рассмотрим БЗ АОС БЛВ для обработки БЗ, записанных на базе списка атрибутов, записанную на базе списка атрибутов. (АОС БЛВ_СА_СА)

В качестве исходной эталонной БЗ_СА для дихотомии возьмем БЗ из [1].

Отметим, что в системной части «аппаратной» ИЭС были внесены некоторые изменения. Использовались два варианта системной процедуры GetAnswer. Оба для обработки БЗ на базе списка атрибутов и для выбора следующего целевого атрибута используется выше упоминаемая конструкция

```

if (value <> 'nem') then
  BaseZnD.GetMainGoal(pItem.NextGoal_1,BaseZnD.GoalList);
if (value = 'nem') then

```

BaseZnD.GetMainGoal(pItem.NextGoal_2,BaseZnD.GoalList);

Они отличаются использованием разных вариантов процедуры eval_proc
procedure eval_proc(number:integer; par:domen; var par1:domen;

var val:string40);stdcall; - для реализации подсказки ответов.

procedure eval_proc3(number:integer; par:domen;

var val:string40;var KD:integer); - только для проверки ответов.

IAOC_12.txt: (фрагмент)

цель ввод_знаний

вопрос ввод_знаний<BK>вы можете ввести знания

вопрос установка_цели<BK>вы выбрали цель вывода

вопрос значение_подцели<BK>Укажите значение подцели?

...

next ввод_знаний установка_цели null

next установка_цели подцель_выбрана null

next процедура_найдена процедура_обработана поиск_вопроса

next процедура_обработана подцель_выбрана null

next подцель_выбрана значение_подцели печать_значения_цели

next подцель_записана подцель_выбрана null

next факт подцель_выбрана null

next поиск_вопроса ответ процедура_найдена

next ответ подцель_выбрана null

next печать_значения_цели null null

next значение_подцели поиск_вопроса null

Т.е. небольшая коррекция ПЗ (за счет удаления обработки правил из файла IAOC_9_1.txt) и мы получаем БЗ, описывающую обработку БЗ другого типа. Контроль знаний процесса логического вывода проводится при определении значения подцели.

При ИМ проводится взаимодействие двух процессов. Процесса логического вывода под управлением БЗ, находящейся в «аппаратном» блоке логического вывода, и процесса решения задачи дихотомии, которая использует окно «предметной области» - т.е. интерфейса программного БЛВ и окно с демонстрацией задачи дихотомии. Кнопка «Просмотр» аппаратного БЛВ_СА_СА позволяет просмотреть БЗ логического вывода в представлении структур данных. Кнопка «Просмотр» окна «предметной области» позволяет просмотреть БЗ решения задачи дихотомии в представлении структур данных. БЗ дихотомии используется в качестве исходных данных при ИМ БЛВ_СА_СА.

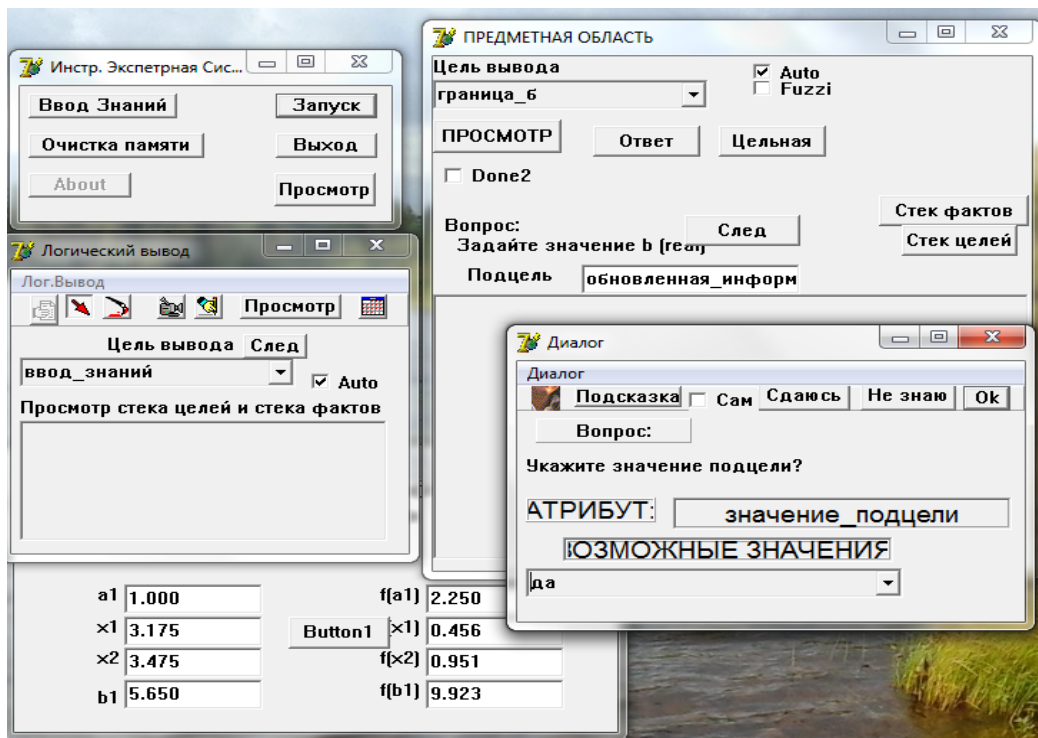


Рис. 3. Вывод и дихотомия записаны на СА. Диалог для вывода с возможностью подсказки правильного ответа

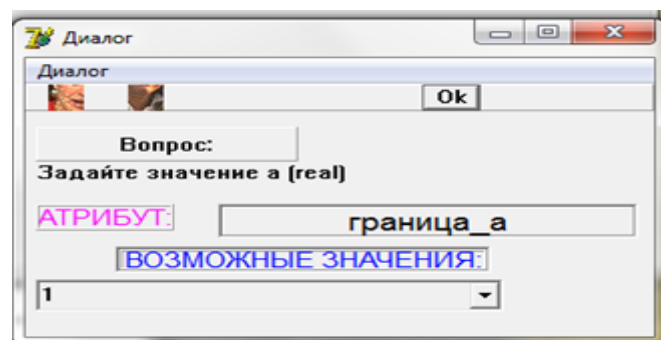


Рис.4. Диалог для дихотомии без возможности подсказки правильного ответа, но с проверкой правильности ответа

В данном варианте диалоги разные. Первым показан диалог, допускающий подсказку правильного ответа, вторым показан диалог, получающий ответ пользователя и проверяющий его правильность. Можно сделать их одинаковыми для обоих процессов. Т.е. имеем еще один вариант варьирования структур блоков.

Вариант использования СА в АОС методу дихотомии с диалогом, допускающим подсказку правильного ответа, рассмотрен в [1].

Возможно построение структур ЭС, использующих различные сочетания БВ и БЛВ как в «аппаратном», так и в программном исполнении, а также с использованием правил продукции и с использованием списка атрибутов. Это открывает большие возможности для имитационного моделирования и тренировок в программировании.

Выводы. В результате проведенного анализа:

- сформулированы знания (на языке эксперта) о работе БВ и БЛВ в виде ПП и СА для автономного и сетевого варианта,
- рассмотрены несколько вариантов АОС,
- реализованы варианты стыковки БЗ,
- проведено имитационное моделирование разработанных программных блоков в автономном и сетевом режиме.

Ряд проведенных разработок подтвердил и эффективно продемонстрировал полезность системного анализа для исследования многоуровневых ИЭС. Были разработаны программные модели (БЗ) отдельных блоков ИЭС, с помощью которых удалось досконально изучить их работу и ввести улучшающие характеристики в описание блоков и в их программную и «аппаратную» реализацию. В качестве формализма при создании моделей использовался язык эксперта. Для хорошо изученных задач в результате системного анализа были предложены АОС на базе списка атрибутов.

Системный анализ структур позволил:

- убрать правила продукций, но сохранить объяснения,
- предложить новую форму диалога с подсказкой ответа для АОС на базе списка атрибутов (АОС_СА),
- модифицировать систему объяснений (след вывода),
- провести анализ систем, использующих БЗ с разными структурами.

Системный анализ процессов позволил провести ИМ отдельных блоков и всей ИЭС в целом.

Использование глубинных знаний и различных режимов работы ЭС позволило реализовать разработку АОС, позволяющих на базе накопленных знаний организовать обучение начинающих аналитиков. Особое значение в этом случае приобретает наличие блока объяснений ЭС. Опыт использования АОС показал целесообразность их использования в различных предметных областях. Особое значение применение АОС находит в учебном процессе.

С научной точки зрения, открывается широкая перспектива экспериментов с разработкой различных структур и их имитационного моделирования. С практической точки зрения разработанные БЗ могут использоваться для разработки новых ЭС и АОС, решающих разные задачи из разных предметных областей.

1. Балтрашевич В.Э. Интеллектуальная АОС на базе списка атрибутов / В.Э. Балтрашевич.– Beau Bassin: LAP Lambert Academic Publishing, 2019. – 132 с. ISBN 978-620-0-00382-9 (переведена на 8 европейских языков).
2. Балтрашевич В.Э. Реализация инструментальной экспертной системы / В.Э.Балтрашевич. – СПб: Политехника, 1993.
3. Перегудов Ф.И. Введение в системный анализ / Ф.И.Перегудов, Ф.П. Тарасенко. – М.: Высшая школа, 1989.
4. Балтрашевич В.Э. Разработка АОС программного блока вывода. Наука России: Цели и задачи. Сборник научных трудов по материалам XXVI международной научной конференции 10 апреля 2021 г. Часть 2. Изд. НИЦ «Л-Журнал». 2021 с.9 - 16.

РАЗДЕЛ XI. ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

Sagitova G.F., Dusmetova G.I., Ongalbayeva A.U., Shuhanova Zh., Botabaev N.E.,
Bektursunova A.K., Umirzakhova G.A.

Disposal of waste products from fibrous composite material

*M. Auezov South Kazakhstan State University
(Kazakhstan, Shymkent)*

doi: 10.18411/sr-10-08-2021-25

Abstract

The article proposes a method of processing fiberglass to obtain a fibrous component used as reinforcing filler for the manufacture of secondary composite materials. The obtained analytical dependencies can be used to develop the design of the mill elements, as well as to optimize the grinding process. When disposing of products made of fibrous composite material, the following scheme is proposed. The proposed analytical method for determining the modes of the grinding process solves the problem of choosing the preferred parameters of the mill operation depending on its functional dimensions and properties of components in a fibrous secondary composite material.

Keywords: fiber, polymer matrix, composite materials, product recycling, adhesion.

Аннотация

В статье предложен способ переработки стеклопластиков для получения волокнистой составляющей, применяемой в качестве армирующего наполнителя для изготовления вторичных композиционных материалов. При утилизации изделий из волокнистого композиционного материала предложена схема. Предлагаемый аналитический способ определения режимов процесса измельчения решает задачу выбора предпочтительных параметров работы мельницы в зависимости от ее функциональных размеров и свойств компонентов в волокнистом вторичном композиционном материале.

Ключевые слова: волокно, полимерная матрица, композиционные материалы, утилизация изделий, адгезия.

The development of modern technology requires new structural materials that surpass traditional ones in their strength, elastic and other properties. Among the most interesting and promising are polymer materials (plastics, elastomers, fibers), and first of all filled. Structural polymer materials are increasingly used in modern mechanical engineering, and they are used in cases where no other material meets the increasingly increasing requirements of new technology.

The main technological method for obtaining polymer composites for a long time was the mechanical mixing of the filler and the polymer matrix. Polymerization filling – chemical grafting of a catalyst or initiator to the surface of the filler and subsequent polymerization or copolymerization of monomers on these surfaces – may open a new page in the chemistry and technology of composites. The development of the technology of composite polymer materials is currently determined by scientific research in the field of polymer materials science, since the problem of the interaction of fillers and matrices is very multifaceted [1].

Fiberglass is one of the most widely used composite materials, which is due to their high properties and relatively low cost.

Glass fibers of various types are used for the production of fiberglass. The basis of the glasses is SiO₂ silica. The melting point of silicon dioxide is very high, to reduce it, various additives can be introduced into the glass, while changing the properties of the final product.

Glass is an amorphous material that does not have a crystalline structure. The wide prevalence of glass fibers determines their range of advantages:

- relatively low fiber density of $2.4-2.6 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$;
- a high level of strength under the action of tensile stresses, the specific strength (the ratio of the ultimate strength to the density) of fiberglass is higher than steel wire;
- good electrical insulation properties;
- the fibers do not burn and do not support combustion;
- possibility of operation at elevated temperatures;
- low coefficient of linear thermal expansion and high coefficient of thermal conductivity;
- chemical resistance, resistance to fungi, bacteria and insects;
- increased moisture resistance, preservation of high strength properties in environments with high humidity.

Fibrous composite materials based on glass fibers and a polymer matrix have high strength, resistance to high temperatures, chemicals, water and atmospheric factors, so they are widely used in the manufacture of vehicles, building structures and other structural products. But these same properties, which are positive for the operation of products, make it difficult to process production waste and dispose of products that have expired. In connection with the expanding volumes of production and use of products from fibrous composite materials and simultaneously increasing environmental requirements, the problem of disposal is becoming increasingly important [2,3].

For economic and environmental reasons, the most attractive technologies for recycling composite materials, providing reuse of components. First of all, high-strength reinforcing fibers are of interest as a filler of thermoplastic polymers for the production of secondary composite materials. These materials are suitable for the manufacture of structural products by one of the known methods - injection molding, pressing, extrusion, etc.

The aim of the study is to increase the strength of the secondary composite material resulting from the disposal of products by optimizing grinding processes and obtaining a high proportion of fibers with a length greater than effective in the crushed product [4,5].

When disposing of products from a fibrous composite material, the following scheme was proposed: the product to be utilized is cut into pieces (dimensions depend on the mill performance, but not more than 100 mm), then they are processed in a centrifugal impact mill with reflectors; the fibrous fraction isolated from the crushed product is combined with the crushed waste of thermoplastic polymers, in particular polyethylene, polypropylene, polyamide, polyethylene terephthalate or mixtures thereof; an article is formed from the plasticized composition obtained in the extruder (secondary composite material).

Contact-formed fiberglass wastes were previously divided into pieces with dimensions of 20–30 mm.

Grinding pieces of fiberglass was carried out in a centrifugal mill with a rotor diameter of 450 mm ($R = 225 \text{ mm}$). The length of the accelerating blades was 150 mm; the length of the reflectors was 100 mm.

Table 1

Indicators of the structure and strength of the secondary composite material

Indicator	Rotor rotation frequency, min^{-1}						
	750	1200	1600	1800	2000	2400	2850
Proportion of fibers whose length is more than effective, wt. %	12,5	34,5	46,5	51,5	48,5	38,5	16,5
Bending stress at failure, MPa	23,5	35,5	41,5	44,5	40,5	38,5	27,5

For experimental testing of grinding regimes, the rotor speed was set at six points in the specified range and, in particular, equal to the average value. Grinding pieces of fiberglass of one batch was carried out for each of the accepted frequency values. The product obtained at the outlet of the mill was dispersed on laboratory sieves, separating the fibrous fractions. Weighing the fractions, we determined the mass of fibers, the average length of which exceeds the above effective length (4 mm).

As follows from the results of the experiment, is the fraction of fibers having a length greater than effective in the crushed product that substantially depends on the rotor speed of the mill, while its maximum value is characteristic in the previously calculated frequency range taking into account the properties of the components.

Data on the proportion of the selected fibrous fraction and the secondary composite material obtained on its basis are given in the table. The table shows that the secondary fiber composition obtained by the proposed method contains the largest (among the investigated options) the proportion of fibers (51,5 wt.%), The length of which exceeds the effective one, and its flexural strength is also the largest (45,5 MPa).

The proposed analytical method for determining the modes of the grinding process solves the problem of choosing the preferred parameters of the mill, depending on its functional dimensions and properties of the components in the fibrous secondary composite material. Theoretically substantiated and experimentally confirmed the dependence of the length of the fibers in the crushed product from the impact energy. Preserving the length of the fibers in the crushed mass makes it possible to double the strength characteristics of the secondary composite material. The obtained analytical dependences of the rotor speed on the properties of the components of the primary composite material and the geometry of the mill make it possible to abandon labor-intensive experimental studies on the refinement of grinding regimes.

1. Bondaletova L.I. Polimerny`e kompozicionny`e materialy` (chast` 1): uchebnoe posobie /L.I.Bondaletova, V.G.Bondaletov. – Tomsk: Izd-vo tomskogo politekhnicheskogo universiteta, 2013. – 118s
2. Shiny`. Nekotory`e problemy` e`kcpluataczii i proizvodstva / R.C. Il'yacov [i dr.]. –Kazan`: Kazanckij goc. tekhn. un-t, 2000. – 576 c.
3. Shevchenko, A.A. Fizikokhimiya i mekhanika kompozicionny`kh materialov /A.A. Shevchenko. - Cankt-Peterburg: Profecciya, 2010. - 224 c.
4. My`rkhaly`kov Zh.U., Turebekova G.Z., Cagitova G.F., Cakibaeva C.A. Vozmozhnocti pov`sheniya adgezii reziny` k tektil`nomu kordu iz ickucctvenny`kh volokon/«Tekhnologiya tektil`noj promy`shlennosti» Izvectiya vy`cshy`kh uchebny`kh zavedenij, 2015g, #1 (355), C. 49-53
5. G.F.Cagitova, G.Z. Turebekova, Pucurmanova G.Zh. Zhapparov B.E. The possibilities of increasing the strength of connecting rubber and textile cord in the carcass of cars// ICITE – 2018 V ezhegodnaya konferenciya «Proizvodctvenny`e tekhnologii i inzhiniring»



Научное издание

Наука России: Цели и задачи

Сборник научных трудов по материалам
XXVIII международной научно-практической конференции
10 августа 2021 г.

Подписано в печать 10.08.2021. Тираж 400 экз.
Формат.60x84 1/16. Объем уч.-изд. л.7,59
Бумага офсетная. Печать оперативная.
Отпечатано в типографии НИЦ «Л-Журнал»
Главный редактор: Иванов Владислав Вячеславович