

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тверской государственный технический университет»
(ТвГТУ)

**САМОРАЗВИВАЮЩАЯСЯ СРЕДА
ТЕХНИЧЕСКОГО ВУЗА:
НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ
И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ РАЗРАБОТКИ**

Материалы VI Всероссийской научно-практической конференции
20 января 2022 г., Тверь

Тверь 2022

УДК 378.1:[33+31+62+69+004+502+54]
ББК 74.48

Саморазвивающаяся среда технического вуза: научные исследования и экспериментальные разработки: материалы VI Всероссийской научно-практической конференции, 20 января 2022 г., Тверь / под общ. ред. Т.Б. Новиченковой. Тверь: Тверской государственный технический университет, 2022. 132 с.

В сборник включены работы, отражающие результаты научных исследований и экспериментов, выполненных учеными и преподавателями Тверского государственного технического университета и ряда других вузов и научных организаций. Материалы были представлены на научно-практической конференции, проведенной в Твери 20 января 2022 г.

Рассмотрены как фундаментальные, так и прикладные аспекты современного технического, естественно-научного и социально-гуманитарного знания. Приведены материалы восьми секций конференции: «Проблемы социально-экономического развития региона», «Проблемы добычи, переработки природных ресурсов и защиты окружающей среды», «Производство строительных материалов, строительство и строительные технологии», «Машиностроение и металлообработка», «Химия, химическая и биотехнология», «Энергетика и энергосбережение», «Информационные технологии, программное обеспечение и системы автоматизации в промышленном производстве», «Социогуманитарные исследования».

Секция 1. Проблемы социально-экономического развития региона

УДК 332.12

ДИНАМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РЫНКА АУДИТОРСКИХ УСЛУГ РФ: ТЕНДЕНЦИИ И ПРИЧИНЫ

Л.В. Азарова, А.И. Хоменко

© Азарова Л.В., Хоменко А.И., 2022

Аннотация. В статье представлен анализ тенденций рынка аудиторских услуг России, в частности рассмотрены итоги за последние пять-десять лет, определены основные причины по выявленным отклонениям, сформулированы выводы.

Ключевые слова: аудит, рынок аудиторских услуг, аудиторские организации, международные стандарты аудита, саморегулируемые организации аудиторов, аудиторская деятельность.

Особенности развития рынка аудиторских услуг в России обусловлены разнообразными факторами, повлиявшими на экономику страны в целом (кризисом, пандемией, цифровизацией и т. п.). Кроме того, российский рынок аудита за последние пять лет пережил ряд принципиальных реформаций. В 2018 г. вследствие перехода на международные стандарты аудита была изменена его иерархическая структура управления, что повлияло на количественный состав саморегулируемых организаций аудиторов. В конце 2020 г. была принята Концепция развития аудиторской деятельности в РФ [1], в которой представлены нововведения, касающиеся порядка проведения самих проверок, а также новые требования к аудиторским организациям и аудиторам.

Указанные аспекты привели к тому, что на протяжении последнего года наметилась устойчивая тенденция в развитии рынка аудиторских услуг: незначительное повышение объема оказанных услуг при увеличении их количества (т. е. снижение стоимости услуг) как в целом по России, так и по регионам. Согласно данным, опубликованным на официальном сайте Минфина России [1], за последние пять лет (2016–2020 гг.) наблюдается отрицательная динамика изменения численности субъектов аудиторской деятельности. Так, общее количество субъектов аудиторской деятельности сократилось на 16 % (800 тыс.). Больше всего сокращение коснулось аудиторских организаций – на 18,2 % (800 тыс.) (рисунок).

Субъекты аудиторской деятельности, тыс.



Динамика численности субъектов аудиторской деятельности в Российской Федерации

Данная динамика, по нашему мнению, связана, прежде всего, с ужесточением требований к аудиторской деятельности, что привело к снижению интереса к профессии аудитора в РФ [2]. Об этом свидетельствуют статистические данные об уменьшении количества в 2020 г. аудиторских организаций, осуществляющих деятельность на протяжении от года до двух лет, на 29,9 % и аудиторских компаний, которые находятся на рынке от трех до четырех лет, на 34,9 % по сравнению с 2018 г. [1].

Объем оказанных аудиторских услуг (млрд руб.) представлен ниже:

Год	Объем оказанных услуг
2010	49,1
2011	50,8
2012	51
2013	51,7
2014	53,6
2015	56,1
2016	57,1
2017	55,4
2018	58,5
2019	57,1
2020	59,9
Абсолютное отклонение 2020 г. к 2010 г., +/-	Темп роста 2020 г. к 2010 г., %
10,8	122

Несмотря на то, что в 2020 г. номинальный показатель динамики доходов от аудиторских услуг составил 59,9 млрд руб. и вырос по сравнению с 2018 г. на 2,3 % (1,4 млрд руб.), в реальном исчислении выручка от аудиторских проверок в России имеет тенденцию к уменьшению как в абсолютном, так и в относительном выражении. Количество клиентов аудиторских организаций, бухгалтерская отчетность которых проаудирована в 2020 г., составило 88 832, в то время как в 2018 г. было 78 688, т. е. произошло увеличение на 12,8 % (10 144) [1]. Поскольку темпы роста выручки, рассчитанные с учетом реальных темпов роста уровня инфляции, начиная с 2015 г. принимают отрицательное значение, общий тренд прироста реальных доходов имеет устойчивую нисходящую направленность, свидетельствующую как о снижении прибыльности проверок, так и об уменьшении их общей рентабельности.

Из представленных данных видно, что доля выручки от проведения аудита в крупных компаниях на аудиторском рынке в последние несколько лет увеличивается и по итогам 2020 г. составляет 52,7 % (в 2019 г. – 52,6 %, в 2015 г. – 65,9 % от общего оборота по отрасли). Больше всего аудиторских организаций находится в Москве, и их количество с каждым годом растет: в 2020 г. – 50,7 % (в 2019 г. – 49 %), в 2015 г. – 35,4 % от общего количества. Показательным является то, что доля выручки компаний, не входящих в список крупнейших аудиторско-консалтинговых групп, на данный момент снижается и составляет в 2020 г. 50,7 % (в 2019 г. – 52,6 %, в 2015 г. – 34,1 %) [3]. Данный фактор не только негативно влияет на развитие регионов, но и является тревожным сигналом для развития рынка аудиторских услуг в целом, так как свидетельствует о снижении интереса к ведению аудиторской деятельности.

В 2020 г. доля обязательного аудита выросла до 56,6 % (в 2019 г. – 50,9 %), однако из-за отсутствия достаточных финансовых ресурсов вследствие кризиса, обусловленного пандемией COVID-19, сократилась доля инициативного аудита на 1,3 %, а также консалтинговых и прочих услуг.

Несмотря на повышение спроса на услуги по аудиту и аудиторской деятельности, продолжается начавшаяся в 2015 г. устойчивая общероссийская тенденция по сокращению количества аудиторских организаций и аудиторов. Так, за последние годы численность организаций уменьшалась в среднем на 0,3 тыс. в год и составила в 2020 г. 4,2 тыс. [1]. При этом происходило и уменьшение количества аттестованных аудиторов в среднем на 1 тыс. человек в год (в 2020 г. – 17,5 тыс. чел.), а число выбывших в два раза превышало прирост численности аудиторов, получивших аттестат.

Из представленных расчетов можно проследить положительную динамику роста объема оказанных аудиторских услуг на протяжении всего анализируемого периода с 2010 по 2020 г. (за исключением 2017 и 2019 гг.,

сокращение в этот период составило 3 и 2,4 % соответственно). Причинами таких скачков являются [4]:

- экономический кризис в 2016 г.;
- дефицит спроса на аудиторские услуги;
- финансовая несостоятельность клиентов;
- сокращение круга лиц, подлежащих обязательному аудиту.

На наш взгляд, можно выделить основные факторы, которые непосредственно влияют на динамику рынка аудиторских услуг в России [3]:

- 1) затяжной переход отечественного аудита к международным стандартам;
- 2) постоянное повышение требований к квалификации аудиторов;
- 3) наличие монополизации на рынке аудиторских услуг;
- 4) наличие несоответствий с налоговым законодательством РФ;
- 5) несовершенство действующего законодательства об аудиторской деятельности;
- 6) отсутствие полноценной государственной помощи в области аудиторской поддержки малого бизнеса;
- 7) широкий перечень обязанностей саморегулируемых организаций;
- 8) устаревшее уголовное законодательство РФ по отношению к аудиторской деятельности.

В целом исследование статистических данных показало, что рынок аудиторских услуг России действительно находится в сложной ситуации. На сокращение рынка аудиторских услуг влияют следующие факторы:

- при увеличении спроса на аудиторские услуги российский бизнес воспринимает их как статью расходов, на которой можно сэкономить;
- принятие международных стандартов аудита и последующее принятие Концепции развития не способствует развитию рынка аудиторских услуг, а может привести как к дальнейшему уменьшению количества аудиторов и аудиторских организаций, так и сохранению единственной саморегулируемой организации.

По результатам проведенного исследования авторами выдвинуты предложения по совершенствованию рынка аудиторских услуг:

- 1) установление взаимосвязей между органами, контролирующими аудиторскую деятельность, а также уменьшение различия в нормативно-правовых актах аудиторской деятельности и налоговом законодательстве;
- 2) разработка мер государственной поддержки аудиторских организаций, относящихся к категории малого бизнеса;
- 3) усовершенствование действующего законодательства в сфере аудиторской деятельности и завершение перехода к международным стандартам аудита.

Библиографический список

1. Официальный сайт Министерства финансов РФ. URL: <https://minfin.gov.ru/> (дата обращения: 25.10.2021).
2. Изменения в аудиторской деятельности с 2022 и 2023 года. URL: <https://audit-vela.com/izmeneniya-v-auditorskoy-deyatelnosti-s-2022-i-2023-goda/> (дата обращения: 25.10.2021).
3. Азарова Л.В., Кудрявцева К.В., Новожилова А.И. Об основных тенденциях развития рынка аудиторских услуг России в связи с изменением его нормативного регулирования // Проблемы управления в социально-гуманитарных, экономических и технических системах: сборник научных трудов преподавателей, аспирантов, магистрантов, студентов факультета управления и социальных коммуникаций ТвГТУ, Тверь. В 2 ч. / под общ. ред. И.И. Павлова. Тверь: ТвГТУ, 2020. Ч. 1. С. 48–52.
4. Зизекалова Е.А. Проблемы и перспективы развития государственного регулирования аудиторской деятельности в России. URL: <https://cyberleninka.ru> (дата обращения: 27.10.2021).

DYNAMIC ANALYSIS OF THE AUDITING MARKET SERVICES OF THE RUSSIAN FEDERATION: TRENDS AND REASONS

L.V. Azarova, A.I. Khomenko

***Abstract.** The article presents an analysis of trends in the audit services market in Russia, in particular, the results for the last five to ten years are considered, the main reasons for the identified deviations are identified, conclusions are formulated.*

***Keywords:** audit, the market of audit services, audit organizations, international auditing standards, self-regulatory organizations of auditors, audit activity.*

Об авторах:

АЗАРОВА Любовь Владимировна – канд. техн. наук, доцент кафедры бухгалтерского учета и финансов, Тверской государственной технической университет, Тверь. E-mail: 173alv@rambler.ru

ХОМЕНКО Алина Игоревна – студентка кафедры бухгалтерского учета и финансов, Тверской государственной технической университет, Тверь. E-mail: novozhilova_lina.98@mail.ru

About the authors:

AZAROVA Lyubov Vladimirovna – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Accounting and Finance, Tver State Technical University, Tver. E-mail: 173alv@rambler.ru

KHOMENKO Alina Igorevna – Student of the Department of Accounting and Finance, Tver State Technical University, Tver. E-mail: novozhilova_lina.98@mail.ru

УДК 658.5

ТЕНДЕНЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ АККРЕДИТАЦИИ В РОССИИ

Г.Н. Демиденко, М.Г. Сульман

© Демиденко Г.Н., Сульман М.Г., 2022

Аннотация. В статье рассматриваются основные тенденции и проблемы, связанные с развитием национальной системы аккредитации России в свете цифровизации экономики и совершенствования сферы оценки соответствия.

Ключевые слова: аккредитация, цифровизация, испытательная лаборатория, орган инспекции.

С ростом промышленности и появлением тенденции развития цифровой экономики все большую популярность приобретают запрос на цифровую среду доверия в сфере подтверждения соответствия и новые механизмы удаленного взаимодействия, поскольку цифровизация является важным элементом развития экономики [1, 2].

В последнее время большое внимание уделяется формированию инфраструктуры доверия со стороны потребителей и органов надзора на рынке к деятельности систем аккредитации и аккредитованных лиц, результатам испытаний, качеству и безопасности продукции. При этом цифровизация гарантирует, что все процедуры выполнены в требуемой последовательности и в определенные сроки, установленные в нормативных актах. Таким образом, в деятельности как экспертов, так и аккредитуемых лиц формируется цифровая составляющая, которая не допускает отклонения от соблюдения обязательных требований. Основные эффекты, достигаемые благодаря цифровизации:

- глобальный контроль над рабочими ресурсами,
- расширение существующих ресурсов,
- прирост производительности труда,
- повышение конкурентоспособности промышленности,
- сокращение затрат.

Помимо вышеназванного, во всем мире развивается сфера оценки соответствия. Растут потребности в проведении оценок в новых

программах аккредитации третьей стороной. В рамках Международной организации по стандартизации (ISO) разрабатываются новые стандарты. В экономике появляются запросы на новые сферы деятельности аккредитованных лиц [3].

Большую значимость приобретают программы аккредитации, связанные с участием в них органов инспекции. Последние получают все более широкое распространение в России и за рубежом. Происходит формирование частных инспекций в областях, не связанных с санитарно-эпидемиологическим надзором, являющимся сегодня наиболее популярным направлением деятельности органов инспекции [1–3].

Основные тенденции, прослеживаемые в развитии структуры национальной системы аккредитации России, возглавляемой Федеральным агентством по аккредитации (Росаккредитацией), можно разделить на две группы:

1) ведущие к сокращению той или иной сферы деятельности. Данное изменение касается органов по сертификации. На сегодняшний день в реестре Евразийского экономического союза зарегистрировано около 600 органов по сертификации. В ближайшем будущем это число сократится за счет укрупнения некоторых органов. Число органов по сертификации персонала останется неизменным, поскольку в целом по стране они не так распространены. Помимо этого, произойдет сокращение количества испытательных лабораторий, что связано с реструктуризацией организаций, на базе которых лаборатории осуществляют свою деятельность [2]. Стоит отметить, что большую популярность приобретают лаборатории, которые специализируются на инновационных исследованиях;

2) направленные на рост той или иной сферы деятельности. Данная тенденция прослеживается в отношении органов инспекций, метрологических организаций и провайдеров межлабораторных сравнительных (сличительных) испытаний (МСИ). Государственные органы инспекции в России в большинстве случаев осуществляют деятельность в области санитарно-эпидемиологического надзора, но все большую популярность приобретают частные инспекции, работа которых направлена не только на санитарно-эпидемиологический надзор, но и на другие сферы.

Метрологическое обеспечение приобретает все большую популярность в связи с выходом продуктов отечественного производства на международные рынки и, как следствие, с ростом интереса к более точным результатам испытаний производимой продукции, а также в связи с обновлением ГОСТ ISO/IEC 17025-2019 «Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий» [4]. Вследствие утверждения и вступления в силу требований ГОСТ ISO/IEC 17025-2019 аккредитованные лица сталкиваются с рядом проблем (таблица).

**Основные проблемы, возникающие при переходе
на новую версию ГОСТ ISO/IEC 17025-2019, и пути их решения**

Проблема	Пути решения
Обновление нормативной базы	Тщательное изучение новой редакции стандарта. Определение конкретных элементов, для которых необходимы новые процедуры. Определение элементов, требующих доработки без значительных изменений. Проведение доработки и внесение изменений. Информирование сотрудников о плане реализации обновления нормативной базы
Повышение компетентности сотрудников	Вовлечение большего числа сотрудников в процесс анализа и доработки всех изменений, необходимых при переходе на новую версию, для более легкого восприятия. Проведение обучения на различных платформах повышения квалификации. Проведение коллективных обсуждений по вопросам и предложениям, возникающим в процессе работы
Внесение изменений в систему менеджмента	Определение необходимых изменений посредством составления плана реализации. Реализация намеченных изменений и корректировок. Проведение внутреннего аудита (мониторинг соответствия новой системы требованиям вводимого стандарта)
Риск-ориентированный подход	Определение факторов, которые могут привести к отклонению от запланированных результатов. Документирование процесса менеджмента рисков. Использование предупреждающих средств управления для минимизации негативных последствий

С развитием и внедрением национальной системы аккредитации с 2011 г. развивается и сфера провайдеров МСИ, но не стремительными темпами. Во многом это связано с недостаточностью предоставления аккредитованным лицам актуальной и полной информации о программах МСИ. Ответственным за это направление является Национальный институт аккредитации [3].

Библиографический список

1. Особенности реформы национальной системы аккредитации / С.Р. Шерстюк [и др.] // Известия ДВФУ. Экономика и управление. 2014. № 2. С. 90–94.
2. Чельшева Е.В. Новые подходы в системе аккредитации // Стандарты и качество. 2020. № 1. С. 12–19.
3. Федеральная служба по аккредитации (Росаккредитация). URL: <https://www.fsa.gov.ru> (дата обращения: 20.12.2021).
4. ГОСТ ISO/IEC 17025–2019. Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий. М.: Стандартиформ, 2021. 26 с.

TRENDS AND PROSPECTS OF ACCREDITATION DEVELOPMENT IN RUSSIA

G.N. Demidenko, M.G. Sulman

Abstract. *The article considers the main trends and problems related to the development of the national accreditation system of Russia in the light of the digitalization of the economy and the development of the field of conformity assessment.*

Keywords: *accreditation, digitalization, testing laboratory, inspection body.*

Об авторах:

ДЕМИДЕНКО Галина Николаевна – канд. хим. наук, доцент кафедры биотехнологии, химии и стандартизации, Тверской государственной технической университет, Тверь. E-mail: xt345@mail.ru

СУЛЬМАН Михаил Геннадьевич – д-р хим. наук, профессор, заведующий кафедрой биотехнологии, химии и стандартизации, Тверской государственной технической университет, Тверь. E-mail: sulmanmikhail@yandex.ru

About the authors:

DEMIDENKO Galina Nikolaevna – Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor of the Department of Biotechnology, Chemistry and Standardization, Tver State Technical University, Tver. E-mail: xt345@mail.ru

SULMAN Mikhail Gennadievich – Doctor of Chemical Sciences, Professor, Head of the Department of Biotechnology, Chemistry and Standardization, Tver State Technical University, Tver. E-mail: sulmanmikhail@yandex.ru

УДК 311.216

ДИНАМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ОБОРОТНОГО КАПИТАЛА В СТРОИТЕЛЬНОЙ КОМПАНИИ

Л.В. Конакова, С.А. Хоменко

© Конакова Л.В., Хоменко С.А., 2022

Аннотация. *В статье рассмотрен процесс прогнозирования оборотного капитала для строительной компании. По результатам исследования сделан вывод о целесообразном использовании трендовой модели и выдвинуты предложения по совершенствованию управления оборотными активами.*

Ключевые слова: оборотный капитал, строительство, строительные компании, прогнозирование, трендовая модель.

Состояние оборотного капитала в строительной компании является одним из главных элементов успешной финансово-хозяйственной деятельности. От величины оборотных активов зависит весь производственный процесс, поскольку с помощью труда рабочих создается готовая продукция [1].

Из-за пандемии коронавируса величина материально-производственных запасов резко сократилась по причине приостановления производства материалов, а также закрытия границ. Ситуация осложняется еще и тем, что покупатели не готовы платить за продукцию в связи с несоответствием цены и качества и подрывом доверия к строительным компаниям из-за череды невыполнений обязательств по программам долевого строительства.

Для расчета прогнозных значений мы проанализировали бухгалтерскую отчетность строительной компании за 10 лет с целью выявления основных тенденций и получения более точного прогноза. Исходные данные представлены в таблице.

Исходные данные с 2011 по 2020 г., тыс. руб.

Год	Величина оборотных активов
2011	62 831 789
2012	62 240 849
2013	51 572 705
2014	47 660 629
2015	57 097 489
2016	107 635 467
2017	134 580 517
2018	158 338 832
2019	87 878 470
2020	72 960 115

В приведенных данных наблюдается скачкообразная тенденция к падению, а затем к росту и наоборот. Такие скачки обусловлены факторами [2]:

- 1) экономическим кризисом 2013–2015 гг.;
- 2) введением государственных программ, которые способствовали увеличению объемов строительства, а также покупательной способности;
- 3) пандемией коронавируса;
- 4) спадом ввода жилья в эксплуатацию в 2015 г., обусловленным оттоком инвестиций в виде «долевого участия» в строительстве жилья;
- 5) введением программ «эскроу-счетов» с 2017 г.;
- 6) введением льготной ипотеки с 2020 г. и изменением условий получения материнского капитала.

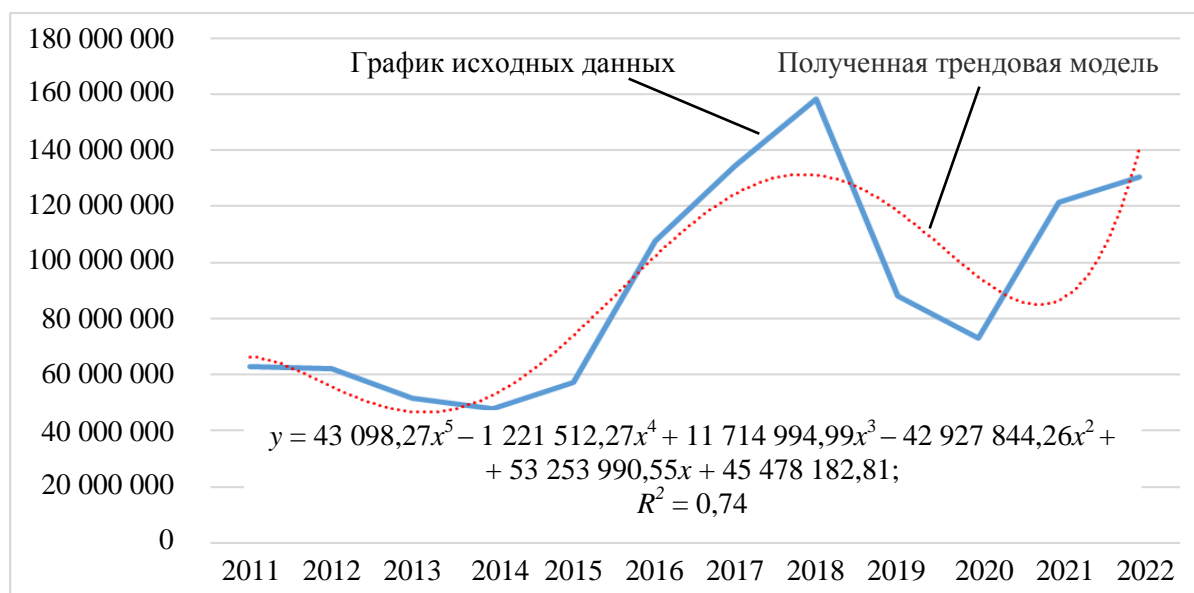
Для осуществления прогноза нами была использована функция «ПРЕДСКАЗ» в MS Excel [3], а затем проведен графический анализ исходных данных с целью определения вида трендовой модели и значения коэффициента детерминации R^2 . В результате расчетов трендовая модель имеет следующий вид:

$$\hat{Y}_t = 43\,098,27t^5 - 1\,221\,512,27t^4 + 11\,714\,994,99t^3 - 42\,927\,844,26t^2 + 53\,253\,990,55t + 45\,478\,182,81,$$

где \hat{Y}_t – уравнение тренда; t – число, которое определяет номер наблюдения (год).

Коэффициент детерминации равен 0,74, или 74 %, что говорит о высоком уровне описания полученного уравнения. Следовательно, данная модель подходит для дальнейших исследований.

Результаты прогнозирования по величине оборотных активов в строительной компании представлены на рисунке.



Величина оборотных активов с прогнозными значениями по годам, тыс. руб.

Таким образом, прогнозное значение оборотного капитала на 2022 г. составило 130 628 346 тыс. руб.

На основе полученных результатов можно сделать вывод о том, что увеличение оборотного капитала обусловлено такими причинами, как резкий скачок спроса на рынке строительства недвижимости и рост себестоимости готовой продукции.

Для совершенствования управления оборотным капиталом в строительстве авторами предложены следующие действия:

1) при организации строительного производства компания должна следить за тем, чтобы материально-производственные затраты при проведении работ были минимальными, и не допускать непредвиденных

трат при строительстве с целью рационального использования имеющихся ресурсов;

2) для получения максимальной выручки из оборотных активов строительным компаниям необходимо составлять финансовый план производимых работ и следить за его исполнением.

Библиографический список

1. Азарова Л.В., Хоменко С.А. Особенности формирования оборотного капитала на предприятии с целью разработки эффективной стратегии управления // Цифровая экономика и общество. 2021. С. 55–59.

2. Власенко М.А., Баранова И.В. Совершенствование инструментария анализа финансового состояния строительных организаций: отраслевой аспект // Вестник Томского государственного университета. Экономика. 2019. № 45. С. 174–185.

3. MS Excel. URL: <https://www.microsoft.com/ru-ru/microsoft-365/excel> (дата обращения: 15.11.2021).

DYNAMIC ANALYSIS OF WORKING CAPITAL IN A CONSTRUCTION COMPANY

L.V. Konakova, S.A. Khomenko

***Abstract.** The article discusses the process of forecasting working capital for a construction company. Based on the results of the study, a conclusion is made about the appropriate use of the trend model and proposals are made to improve the management of current assets.*

***Keywords:** working capital, construction, construction companies, forecasting, trend model.*

Об авторах:

КОНАКОВА Лола Васильевна – канд. экон. наук, доцент кафедры бухгалтерского учета и финансов, Тверской государственной технической университет, Тверь. E-mail: konakovalola@yandex.ru

ХОМЕНКО Семен Александрович – студент кафедры бухгалтерского учета и финансов, Тверской государственной технической университет, Тверь. E-mail: semenhomenko987@gmail.com

About the authors:

KONAKOVA Lola Vasilievna – Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Accounting and Finance, Tver State Technical University, Tver. E-mail: konakovalola@yandex.ru

KHOMENKO Semen Aleksandrovich – Student of the Department of Accounting and Finance, Tver State Technical University, Tver. E-mail: semenhomenko987@gmail.com

ВЫЯВЛЕНИЕ ПРАВООБЛАДАТЕЛЕЙ РАНЕЕ УЧТЕННЫХ ОБЪЕКТОВ НЕДВИЖИМОСТИ В РАМКАХ РЕАЛИЗАЦИИ ФЕДЕРАЛЬНОГО ЗАКОНА № 518-ФЗ

А.С. Титова, И.Д. Ефимов

© Титова А.С., Ефимов И.Д., 2022

***Аннотация.** Статья посвящена реализации нового Федерального Закона от 30 декабря 2020 г. № 518-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации», который вступил в силу 29 июня 2021 г. и позволил проводить мероприятия по выявлению правообладателей ранее учтенных объектов недвижимости, а также разграничил ответственность за выполнение данных мероприятий.*

***Ключевые слова:** недвижимость, правообладатели, ранее учтенные объекты недвижимости, федеральный закон, органы местного самоуправления.*

Понятие «недвижимость» уже давно вошло в нашу жизнь и является ее неотъемлемой частью. Здания школ, банков, больниц, домов, квартиры и дачные земельные участки, парковочные места – все это является недвижимостью. Однако, помимо известных всем объектов, к недвижимому имуществу также относятся самолеты, вертолеты, морские суда, суда внутреннего плавания и т. п. Несмотря на то, что такие объекты, в отличие от земли, перемещаются в пространстве, они являются недвижимостью на законодательном уровне и регулируются статьей 130 Гражданского кодекса Российской Федерации. Стоит отметить, что недвижимость не может существовать самостоятельно, у нее должен быть свой правообладатель, которым могут выступать:

- 1) государство и его субъекты;
- 2) физические и юридические лица, индивидуальные предприниматели.

Можно представить полный оборот недвижимости от появления объекта до его ликвидации (рис. 1). Как видно из рис. 1, на протяжении всего периода существования объект недвижимого имущества переходит от одного правообладателя к другому, но никогда не остается существовать «сам по себе». К сожалению, в действительности это не всегда так. Зачастую граждане не регистрируют свое имущество либо по неосведомленности, либо в корыстных целях, из-за чего многие объекты недвижимости теряют своих правообладателей. Восстановление и

обнаружение собственников таких объектов недвижимости – довольно сложный процесс, который в некоторых случаях заканчивается судебными разбирательствами.

Для того чтобы выявление правообладателей объектов недвижимого имущества имело порядок и законную силу, был принят Федеральный закон от 30 декабря 2020 г. № 518-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» (Закон № 518-ФЗ). Данным законом были внесены изменения в Федеральный закон от 13 июля 2015 г. № 218-ФЗ «О государственной регистрации недвижимости» и иные законодательные акты в части установления процедуры выявления правообладателей ранее учтенных объектов недвижимости (РУОН).



Рис. 1. Цикл жизни объекта недвижимости

К ранее учтенным объектам недвижимого имущества относятся такие объекты, учет которых был произведен до дня вступления в силу Федерального закона от 21 июля 1997 г. № 122-ФЗ «О государственной регистрации прав на недвижимое имущество и сделок с ним» (утратил силу с 01.01.2020). Такие объекты недвижимости считаются юридически действительными при отсутствии их государственной регистрации. Несмотря на некоторое ограничение по отношению к дате регистрации таких объектов, данный закон существенно упростил порядок выявления правообладателей РУОН.

Ответственность за выявление правообладателей РУОН в рамках реализации Закона № 518-ФЗ несут органы местного самоуправления (ОМС) и Федеральная служба государственной регистрации кадастра и картографии (Росреестр). Росреестром были разработаны рекомендации по выявлению правообладателей РУОН и направлены письма в территориальные органы Росреестра и филиалы ФГБУ «ФКП Росреестра». В субъекты Российской Федерации были высланы письма от 28 мая 2021 г. № 01-3974-ГЕ/21 с рекомендациями для органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации и местного самоуправления.

В данных рекомендациях описан не только общий порядок действий региональных органов государственной власти и органов местного самоуправления, но и специфика мероприятий по выявлению правообладателей РУОН в отдельных ситуациях:

1) при проведении комплексных кадастровых работ, земельного надзора;

2) в отношении земельных участков, для которых законодатель установил упрощенный порядок учета и регистрации (предназначенных для ведения личного подсобного хозяйства, огородничества, садоводства, индивидуального гаражного или индивидуального жилищного строительства);

3) для помещений в многоквартирных домах.

Общая структура выявления правообладателей РУОН представлена на рис. 2.



Рис. 2. Схема реализации Закона № 518-ФЗ

Стоит также обратить внимание на ситуации, когда собственники РУОН могут самостоятельно обратиться в орган регистрации прав, не дожидаясь публикации ОМС решений о выявлении правообладателей РУОН. В таком случае будет необходимо приложить заявление на осуществление одновременной регистрации прав на РУОН и кадастровый учет таких объектов недвижимости. Законодательством на федеральном уровне предусмотрено безвозмездное оказание услуг по регистрации РУОН и прав на него. Госпошлина за государственную регистрацию права на объект недвижимости, возникшего до 31 января 1999 г., не взимается. Обратиться за оказанием данной услуги можно в многофункциональные центры. Таким образом, проявив инициативу, собственники ранее учтенной недвижимости не только приведут все свои документы в соответствие, но и исключают возможность возникновения негативных последствий в дальнейшем.

Правообладателям РУОН необходимо понимать, что реализация Закона № 518-ФЗ не влечет никаких санкций (штрафов) в их отношении, так как государственная регистрация РУОН не является обязательной. При этом наличие сведений о РУОН в ЕГРН обеспечит гражданам защиту их прав и имущественных интересов, убережет от мошеннических действий с их имуществом, а также позволит избежать возникновения земельных споров.

Библиографический список

1. Гражданский кодекс Российской Федерации: Федер. закон от 30.11.1994 № 51-ФЗ // Собрание законодательства РФ 1994. № 32. 3301 с.
2. О государственной регистрации недвижимости: Федер. закон от 13.07.2015 № 218-ФЗ (последняя редакция) // Собрание законодательства РФ 2015. № 29. 4344 с.
3. О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации: Федер. закон от 30.12.2020 № 518-ФЗ (последняя редакция) // Собрание законодательства РФ 2021. № 1. 57 с.
4. Письмо Росреестра от 28.05.2021 № 01-3974-ГЕ/21 «О направлении Рекомендаций для органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации и местного самоуправления по выявлению правообладателей ранее учтенных объектов недвижимости». Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс». URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_387948/ (дата обращения: 01.12.2021).
5. Росреестр разъяснил, как будет действовать закон о выявлении правообладателей ранее учтенных объектов недвижимости // Официальный сайт Росреестра. URL: <https://rosreestr.gov.ru/press/archive/rosreestr-razyasnil-kak-budet-deystvovat-zakon-o-vyyavlenii-pravoobladateley-ranee-uchtennykh-obekto/> (дата обращения: 06.12.2021).

SEARCH FOR COPYRIGHT HOLDERS OF PREVIOUSLY REGISTERED REAL ESTATE OBJECTS WITHIN THE FRAMEWORK OF THE IMPLEMENTATION OF FEDERAL LAW NO. 518-FZ

A.S. Titova, I.D. Efimov

***Abstract.** The article is devoted to the implementation of the new Federal Law No. 518-FZ dated 30.12.2020 «On Amendments to Certain Legislative Acts of the Russian Federation», which entered into force on 29.06.2021, which allowed carrying out measures to identify the rightholders of previously*

registered real estate objects, and also delimited responsibility for the implementation of these measures.

Keywords: *real estate, copyright holders, previously registered real estate objects, federal law, local self-government bodies.*

Об авторах:

ТИТОВА Анна Станиславовна – студентка направления «Управление земельно-имущественными комплексами и природными ресурсами», Тверской государственной технической университет, Тверь. E-mail: titova.anechka@inbox.ru

ЕФИМОВ Иван Данилович – канд. сельскохозяйств. наук, доцент кафедры геодезии и кадастра, Тверской государственной технической университет, Тверь. E-mail: idefimov45@gmail.com

About the authors:

TITOVA Anna Stanislavovna – Student of the Direction «Management of Land and Property Complexes and Natural Resources», Tver State Technical University, Tver. E-mail: titova.anechka@inbox.ru

EFIMOV Ivan Danilovich – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Geodesy and Cadastre, Tver State Technical University, Tver. E-mail: idefimov45@gmail.com

УДК 658.14.012.22

ПРОГНОЗНЫЕ МОДЕЛИ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ ПРИ ПЛАНИРОВАНИИ ВЫРУЧКИ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

А.И. Хоменко, Н.Ю. Мутовкина

© Хоменко А.И., Мутовкина Н.Ю., 2022

***Аннотация.** В статье рассмотрены прогнозные модели для планирования выручки на предприятии. Проанализировано, какая модель лучше всего подходит для финансового планирования на производственном предприятии. По результатам исследования сделаны выводы о том, какую прогнозную модель необходимо использовать предприятию для рационального использования материальных и финансовых ресурсов и, следовательно, для повышения выручки.*

***Ключевые слова:** планирование, прогнозирование, модель Хольта, модель Брауна, критерий Фишера.*

Финансовое планирование и прогнозирование играют огромную роль в жизни хозяйствующего субъекта. С их помощью создаются и корректируются оперативные финансовые планы, составляются стратегии развития, определяются приемлемые объемы финансовых ресурсов, необходимые для достижения поставленных целей предприятия [2].

Построение прогнозных моделей позволит определить основные направления совершенствования деятельности организации, а также поможет подготовиться к возможным «потрясениям» в экономике.

В целях исследования мы рассмотрели такие прогнозные модели, как модель Брауна (экспоненциальное сглаживание), модель Хольта и полиномиальная модель. В качестве объекта прогнозирования была выбрана выручка одного из промышленных предприятий Тверской области. Источником информации послужила бухгалтерская отчетность предприятия за полугодия, по результатам анализа которой было определено, что полноценная система финансового планирования на предприятии отсутствует.

После спецификации данных была проведена параметризация исходных значений (оценка параметров полученной регрессии). Для определения начальных значений тренда применялся инструмент «Регрессия» в составе надстроек «Анализ данных» в MS Excel [3]. После получения регрессии был сделан вывод о целесообразности проведения дальнейшего исследования.

На основе данных получено уравнение

$$Y = 7\,938,3 + 2\,620,7x,$$

где Y – уравнение тренда; x – число, определяющее позицию (второй, третий и т. д.) года в периоде прогнозирования, или независимая переменная.

При увеличении x на единицу значение выручки предприятия увеличится на 2 620,7 единицы при прочих равных условиях. Можно сделать вывод о целесообразности дальнейшего проведения исследования по выбранным данным. Результаты регрессионного анализа исходных данных представлены на рис. 1.

1	ВЫВОД ИТОГОВ					
2						
3	Регрессионная статистика					
4	Множественный R	0,737103371				
5	R-квадрат	0,543321379				
6	Нормированный R-квадрат	0,517950345				
7	Стандартная ошибка	14603,88228				
8	Наблюдения	20				
9						
10	Дисперсионный анализ					
11		<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Значимость F</i>
12	Регрессия	1	4567255063	4567255063	21,41502665	0,000209152
13	Остаток	18	3838920795	213273377,5		
14	Итого	19	8406175859			
15						
16		<i>Коэффициенты</i>	<i>Стандартная ошибка</i>	<i>t-статистика</i>	<i>P-Значение</i>	<i>Нижние 95%</i> <i>ерхние 95%</i> <i>нижние 95,0%</i> <i>рхние 95,0%</i>
17	Y-пересечение	7938,331579	6783,962698	1,170161443	0,257196662	-6314,245173 22190,91 -6314,25 22190,91
18	Переменная X	2620,696992	566,3142643	4,627637264	0,000209152	1430,914873 3810,479 1430,915 3810,479
19						

Рис. 1. Результаты регрессионного анализа

Коэффициент детерминации $R^2 = 0,5433$, т. е. 54,33 % уровня поведения Y описывается данным уравнением регрессии, что говорит о среднем уровне описания. Коэффициенты уравнения $a_t = 7938,332$ и $b_t = 2620,697$. Значимость наблюдаемого (эмпирического) значения статистики F равна 0,000209, это значение меньше табличного значения критерия Фишера $\alpha = 0,05$, следовательно, показатель значим. P -значение переменной x равно 0,000209, оно меньше $\alpha = 0,05$, следовательно, показатель значим. R -квадрат средний, p -значение x значимо, следовательно, модель подходит для дальнейшего исследования.

Перейдем к составлению прогнозных моделей. Трендовая модель Хольта дает достаточно точный прогноз при наличии тренда и отсутствии периодических сезонных колебаний и используется для прогнозирования временных рядов, когда есть тенденция к росту или падению значений временного ряда, а также для рядов, когда нет данных за полный цикл, а сезонность невозможно выделить.

Начальные значения a_t и b_t берем из регрессии. Далее расчеты ведем по формулам:

$$\begin{aligned} a_t &= \lambda_1 \cdot Y_t + (1 - \lambda_1) \cdot (a(t-1) + b(t-1)); \\ b_t &= \lambda_2 \cdot (a_t - a(t-1)) + (1 - \lambda_2) \cdot (b(t-1)), \end{aligned}$$

где $\lambda_{1,2}$ – коэффициенты сглаживания ряда, которые задаются вручную и находятся в диапазоне от 0 до 1; $a(t-1)$, $b(t-1)$ – предыдущие значения коэффициентов уравнения.

Находим значения прогнозной модели \hat{Y} по формуле $\hat{Y} = a_t + b_t$ и вычисляем ошибку прогноза:

$$E = \left| \frac{Y - \hat{Y}}{Y} \right| \cdot 100 \%$$

Далее высчитываем ее среднее значение и производим поиск решения: в качестве целевой ячейки принимаем среднюю ошибку, равную минимальному значению, изменяем ячейки λ_1 и λ_2 с ограничениями $0 \leq \lambda_{1,2} \leq 1$. Аналогичные расчетные таблицы составляем для построения других прогнозных моделей. Таким образом, получаем модель:

$$\begin{aligned} \hat{Y} &= a_t + b_t; \quad a_t = 0,87 \cdot Y_t + (1 - 0,87) \cdot (a(t-1) + b(t-1)); \\ b_t &= 0,12 \cdot (a_t - a(t-1)) + (1 - 0,12) \cdot b(t-1). \end{aligned}$$

По результатам расчетов можно сделать вывод о том, что величина средней ошибки прогноза условно высока (8 %) и на графической интерпретации данных наблюдается схожесть фактического Y и полученного \hat{Y} . Для дальнейшего исследования необходимо провести сравнительный анализ с остальными моделями.

Модель экспоненциального сглаживания применяется только тогда, когда установлено, что найденные закономерности будут действовать на определенном отрезке времени в будущем. Для прогнозирования этот

метод называется экстраполяцией тренда. Данная модель рассчитывается двумя способами ($S_{1,2}$):

1) первое значение находим как среднее значение Y , следующие по формуле

$$S_1 = \lambda_1 \cdot Y_{t-1} + (1 - \lambda_1) \cdot S_{t-1},$$

где Y_{t-1} – предыдущее значение уравнения тренда; S_{t-1} – значение экспоненциальной средней в момент $(t - 1)$;

2) второе значение временного ряда соответствует первому значению Y , для следующих применяем формулу

$$S_2 = \lambda_2 \cdot Y_{t-1} + (1 - \lambda_2) \cdot S_{t-1}.$$

Затем находим ошибку прогноза:

$$E = \left| \frac{Y - S_{1,2}}{Y} \right| \cdot 100 \%$$

Далее определяем их средние значения и производим поиск решения с помощью функции «Поиск решения» в MS Excel. В окне «Параметры поиска решения» в качестве целевой ячейки будет средняя ошибка S_1 или S_2 , равная минимальному значению, изменяем ячейку λ_1 или λ_2 и устанавливаем ограничение $0 \leq \lambda \leq 1$. В результате по полученным данным строятся графики Y , S_1 , S_2 .

Таким образом, имеются следующие результаты:

$$S_1 = 0,35 \cdot Y_{t-1} + (1 - 0,35) \cdot S_{t-1};$$

$$S_2 = 1 \cdot Y_{t-1} + (1 - 1) \cdot S_{t-1}.$$

По результатам расчетов можно сделать вывод о том, что средние значения ошибок прогноза высоки (39 и 18 %), на графической интерпретации данных видно, что полученные результаты, несмотря на проведенные расчеты, не схожи со значениями Y . Для дальнейшего исследования необходимо провести сравнительный анализ с остальными моделями.

Полиномиальную модель прогнозирования строим с помощью графического анализа в MS Excel путем изменения линии тренда. Найдя оптимальный полином, который описывает исходные данные, рассчитываем прогнозные значения через уравнение тренда. За x в уравнении принимается временной промежуток t наших наблюдений.

Была получена полиномиальная модель в пятой степени: $Y = -0,7049x^5 + 29,263x^4 - 328,08x^3 + 134,86x^2 + 11223x - 1037,1$. $R^2 = 0,9947$, т. е. 99,47 % уровня поведения y описывается данным уравнением регрессии, что говорит о высоком уровне описания. Теперь проведем сравнительный анализ полученных моделей, результаты представлены в табл. 1. Построенные модели показаны на рис. 2.

Таблица 1

Сравнительный анализ прогнозных моделей

№	Y_t	\hat{Y}_t полином	\hat{Y}_t Хольта	\hat{Y}_t Брауна
1	10 278	10 021	12 907,097	10 278
2	20 555	19 769	22 916,895	10 278
3	25 610	27 186	28 942,223	20 555
4	30 664	31 785	34 314,794	25 610
5	32 970	33 526	36 897,561	30 664
6	35 275	32 734	39 066,283	32 970
7	31 429	30 014	35 225,613	35 275
8	27 582	26 164	30 557,71	31 429
9	21 245	22 094	23 448,825	27 582
10	14 908	18 739	16 087,535	21 245
11	16 289	16 974	16 289,003	14 908
12	17 670	17 532	17 656,408	16 289
13	22 749	20 918	22 772,945	17 670
14	27 828	27 321	28 400,576	22 749
15	37 537	36 537	38 531,063	27 828
16	47 246	47 878	49 234,927	37 537
17	59 855	60 089	62 723,937	47 246
18	72 464	71 265	76 501,015	59 855
19	76 474	78 765	81 850,107	72 464
20	80 485	79 127	85 898,197	76 474
21	62 972,97	62 869	85 898,197	79 871
22	65 561,13	65 417	91 123,829	65 561
23	69 024,86	68 770	96 349,46	65 561
24	73 056,03	72 930	101 575,09	68 494

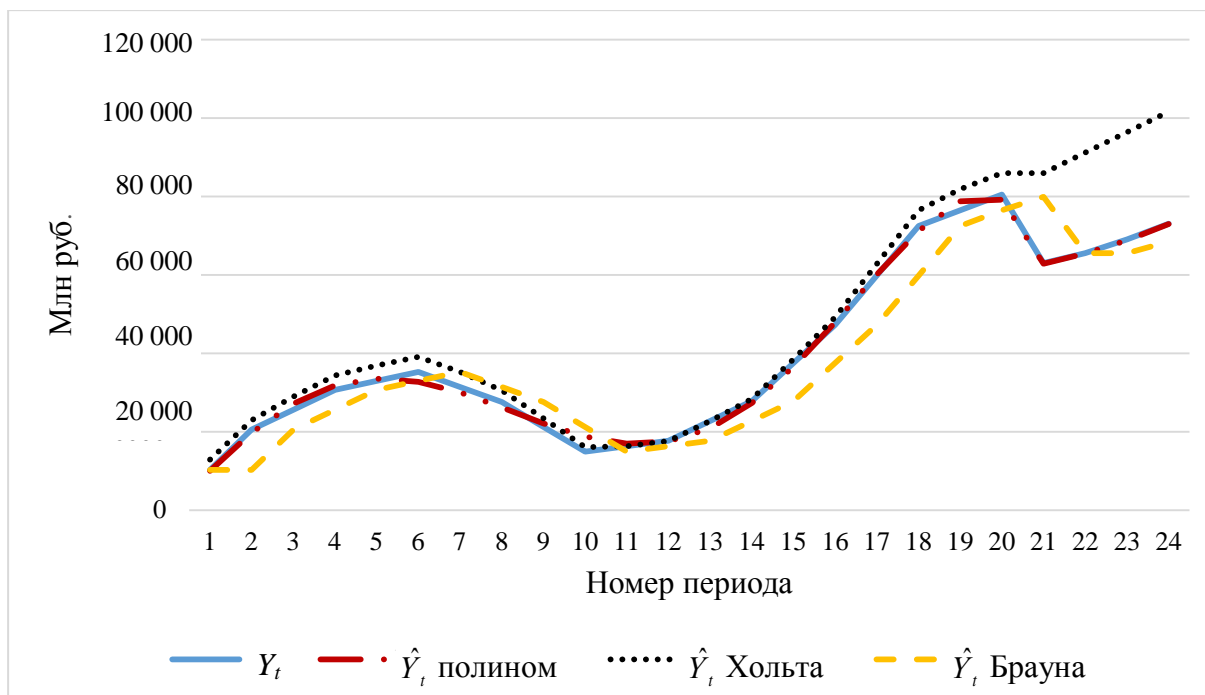


Рис. 2. Графическое сравнение моделей

По результатам сравнительного анализа были рассчитаны прогнозные значения и представлена графическая интерпретация полученных расчетов.

Таким образом, получены три прогнозные модели, которые можно разделить на условно оптимистичный, условно реалистичный и условно пессимистичный прогнозы. Для выбора лучшей прогнозной модели необходимо проверить все прогнозные модели по критерию Фишера и найти среднюю ошибку аппроксимации.

Критерий Фишера для регрессионной модели отражает, насколько хорошо эта модель объясняет общую дисперсию зависимой переменной. По данному критерию уравнение значимо, если выполняется условие $F_{\text{расч}} > F_{\text{табл}}$. Чтобы рассчитать $F_{\text{табл}}$, необходимо использовать функцию в MS Excel $F_{\text{РАСПОБР}}()$. В этой функции сначала определяется вероятность: ее значение равно значению α , т. е. 0,05. Затем необходимо написать величину степеней свободы (количества наблюдений в анализируемой модели). Данную степень свободы принято обозначать через n , а количество объясняющих переменных – через m . Для оценки качества прогнозной модели также используют среднюю ошибку аппроксимации. Допустимая ошибка аппроксимации не должна превышать 10% [1]. Результаты проверки значимости прогнозных моделей представлены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты проверки значимости прогнозных моделей

Показатель	Полиномиальная модель	Модель Хольта	Модель Брауна
$F_{\text{расч}}$	3 354,7	914,1	139,8
$F_{\text{табл}}$	4,4	4,4	4,4
$F_{\text{расч}} > F_{\text{табл}}$	Да	Да	Да
Средняя ошибка аппроксимации	4,5 %	7,95 %	17,51 %

Из полученных расчетов видно, что для дальнейших исследований подходит прогнозная модель Хольта, так как средняя ошибка аппроксимации равна 7,95 % и это значение соответствует нормативному (норма до 10 %). Данная тенденция говорит о хорошо подобранной спецификации уравнения. Также уравнение значимо по критерию Фишера, так как выполняется условие $F_{\text{расч}} > F_{\text{табл}}$. При этом данные условия выполняются в полиномиальной модели, но прогнозные значения не совсем точно описывают действительность.

По результатам проведенного исследования в качестве оптимальной модели для прогнозирования выручки производственного предприятия рекомендована модель Хольта. Она может успешно применяться для составления финансового плана. Кроме того, при совершенствовании системы планирования предлагаются следующие мероприятия:

открытие на предприятии отдела и разработка документации по прогнозированию основных показателей деятельности с целью улучшения эффективности использования материальных ресурсов, а также увеличения выручки;

внедрение современных программных средств для получения актуальной информации и внесения корректировок в финансовый план предприятия.

Библиографический список

1. Зеленина Л.И., Олар Я.В. Адаптивные модели прогнозирования: современные научные исследования и инновации // Электронный научно-практический журнал «Современные научные исследования и инновации». 2018. № 3. Ч. 2. URL: <http://web.snauka.ru/issues/2015/03/50324> (дата обращения: 20.10.2021).

2. Осипов Я.И. Финансовая стратегия компании // Российское предпринимательство. 2017. № 9 (191). С. 66–71.

3. Черненко В.А., Скороход А.Ю. Финансовое планирование и бюджетирование: учебное пособие. СПб.: Санкт-Петербургский государственный экономический университет, 2018. 108 с.

**PREDICTIVE MODELS
AND THEIR APPLICATION IN REVENUE PLANNING
OF A MANUFACTURING ENTERPRISE**

A.I. Khomenko, N.Y. Mutovkina

***Abstract.** The article discusses predictive models for revenue planning at the enterprise. An assessment was made of which model is best suited for financial planning at a manufacturing enterprise. According to the results of the study, conclusions are drawn about what kind of forecast model the enterprise needs to use in order to rationalize the use of material and financial resources and, consequently, to increase revenue.*

***Keywords:** planning, forecasting, Holt model, Brown model, Fisher criterion.*

Об авторах:

ХОМЕНКО Алина Игоревна – студентка кафедры бухгалтерского учета и финансов, Тверской государственной технической университет, Тверь. E-mail: novozhilova_lina.98@mail.ru

МУТОВКИНА Наталия Юрьевна – канд. техн. наук, доцент кафедры бухгалтерского учета и финансов, Тверской государственной технической университет, Тверь. E-mail: letter-boxnm@yandex.ru

About the authors:

KHOMENKO Alina Igorevna – Student of the Department of Accounting and Finance, Tver State Technical University, Tver. E-mail: novozhilova_lina.98@mail.ru

MUTOVKINA Natalia Yurievna – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Accounting and Finance, Tver State Technical University, Tver. E-mail: letter-boxnm@yandex.ru

Секция 2. Проблемы добычи, переработки природных ресурсов и защиты окружающей среды

УДК 622.882

НОРМАТИВНО-ПРАВОВОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ТОРФЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ, НАРУШЕННЫХ ГОРНЫМИ РАБОТАМИ

Ю.Н. Женихов, В.В. Панов, К.Ю. Женихов

© Женихов Ю.Н., Панов В.В.,
Женихов К.Ю., 2022

***Аннотация.** В статье приведены обязательные требования в области рекультивации нарушенных торфяными разработками земель. В соответствии с Постановлением Правительства РФ № 800 рассмотрены требования к составу разделов и порядок согласования Проекта рекультивации земель. Обосновано направление рекультивации путем искусственного обводнения выработанных торфяных площадей.*

***Ключевые слова:** рекультивация земель, нарушенные земли, проект рекультивации земель, обводнение, искусственное заболачивание.*

В Тверской области расположено 3 081 торфяное болото общей площадью 808,2 тыс. га с запасами торфа более 2 млрд т [1]. Добыча торфа велась с начала XX в. В 80-е гг. XX в. только в Тверской области ежегодно добывалось около 6 млн т торфа, который использовался как энергетическое топливо, удобрение в сельском хозяйстве и т. д. Под большие масштабы добычи торфа фрезерным способом разрабатывались огромные торфяные площади. При этом рекультивация выработанных торфяных полей практически не проводилась. Помимо этого, после 1990-х гг. с развалом торфяной промышленности в одночасье оказались брошенными тысячи гектаров площадей осушенных и ранее разрабатываемых торфяников.

В настоящее время разработка торфяных месторождений и переработка торфа вновь привлекают внимание инвесторов. Однако сейчас рекультивации планируемых к разработке торфяных площадей уделяется внимание уже на стадии предоставления лицензии на право пользования

участком недр местного значения, на стадии разработки, согласования и утверждения проектной документации.

Авторы статьи имели целью ознакомить инвесторов с требованиями нормативно-правовой базы (по состоянию на 1 января 2022 г.) в отношении рекультивации выработанных торфяных площадей.

В соответствии со статьей 22 Закона РФ «О недрах» пользователь недр обязан обеспечить «приведение участков земли и других природных объектов, нарушенных при пользовании недрами, в состояние, пригодное для их дальнейшего использования» [2]. Согласно статье 23.2, «состав и содержание технических проектов разработки месторождений полезных ископаемых определяются правилами подготовки технических проектов разработки месторождений полезных ископаемых по видам полезных ископаемых, устанавливаемыми федеральным органом управления государственным фондом недр по согласованию с уполномоченными Правительством Российской Федерации федеральными органами исполнительной власти» [2].

В соответствии с Постановлением Правительства РФ от 3 марта 2010 г. № 118 «документация по участкам недр местного значения до утверждения пользователем недр подлежит согласованию с уполномоченным органом государственной власти соответствующего субъекта Российской Федерации» [3]. Таким уполномоченным органом является лицензирующий орган в субъекте РФ. Проектная документация на разработку и рекультивацию участка недр местного значения согласуется заключением комиссии по согласованию при уполномоченном органе.

Требования к структуре проектной документации на разработку месторождений твердых полезных ископаемых содержатся в Приказе Минприроды России от 25 июня 2010 г. № 218 [4], рекультивация земель рассматривается в составе раздела 11 «Охрана недр и окружающей среды».

В 2018 г. было принято Постановление Правительства РФ от 10 июля 2018 г. № 800 «О проведении рекультивации и консервации земель» (с изменениями и дополнениями) [5], в котором содержатся нововведения в отношении рекультивации нарушенных земель, в том числе горными работами. В разделе 2 Постановления указаны основные термины и определения. Приведем некоторые из них:

нарушение земель – процесс, происходящий при добыче полезных ископаемых, выполнении геолого-разведочных, изыскательских, строительных и других работ и приводящий к нарушению почвенного покрова, гидрологического режима местности, образованию техногенного рельефа и другим качественным изменениям состояния земель и ландшафтов (природно-территориальных комплексов);

нарушенные земли – земли, деградация которых привела к невозможности их использования в соответствии с целевым назначением и разрешенным использованием;

отработанные земли – нарушенные земли, технологическая надобность в которых у предприятий миновала и на которых можно начинать рекультивационные работы;

рекультивация земель – мероприятия по предотвращению деградации земель и (или) восстановлению их плодородия посредством приведения земель в состояние, пригодное для их использования в соответствии с целевым назначением и разрешенным использованием, в том числе путем устранения последствий загрязнения почвы, восстановления плодородного слоя почвы и создания защитных лесных насаждений;

проект рекультивации земель – документ, на основании которого проводится рекультивация земель.

Рекультивация земель осуществляется в соответствии с утвержденным проектом путем проведения технических и (или) биологических мероприятий. Разработка проекта рекультивации земель обеспечивается лицами, деятельность которых привела к деградации земель. Проект консервации земель подготавливается в виде отдельного документа [5].

Проект рекультивации земель до его утверждения подлежит согласованию:

с собственником земельного участка, находящегося в частной собственности, если лицо, обязанное обеспечить рекультивацию земель, не является собственником земельного участка;

арендатором земельного участка, землевладельцем или землепользователем, если лицо, обязанное обеспечить рекультивацию земельного участка, находящегося в государственной или муниципальной собственности, не является таким арендатором, землепользователем или землевладельцем;

исполнительным органом государственной власти и органом местного самоуправления, уполномоченным на предоставление находящихся в государственной или муниципальной собственности земельных участков, в случае проведения рекультивации.

Таким образом, недропользователь обязан в составе проектной документации отдельным документом разработать и согласовать Проект рекультивации земель, нарушенных горными работами.

Чаще всего лицензионные участки располагаются на землях лесного фонда. В этом случае недропользователь обязан заключить договор аренды лесного участка на основе Проекта освоения лесов. Проект рекультивации земель необходимо согласовывать с арендатором.

Согласно пункту 14 Постановления Правительства РФ № 800, Проект рекультивации земель должен состоять из нескольких разделов.

1. «Пояснительная записка».

Включает в себя сведения об установленном целевом назначении земель и разрешенном использовании земельного участка, подлежащего рекультивации.

Целевое назначение земель, подлежащих рекультивации, устанавливается в соответствии со статьей 7 Земельного кодекса РФ (чаще всего это земли лесного фонда). В соответствии с классификатором видов разрешенного использования земельных участков, утвержденным Приказом Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии от 10 ноября 2020 г. № П/0412 «Об утверждении классификатора видов разрешенного использования земельных участков», разрешенный вид использования – недропользование, добыча полезных ископаемых открытым способом (карьеры).

Раздел также включает в себя сведения о нахождении земельного участка в границах территорий с особыми условиями использования (особо охраняемых природных территорий, территорий объектов культурного наследия Российской Федерации, территорий традиционного природопользования коренных малочисленных народов Севера, Сибири и Дальнего Востока Российской Федерации и др.). Для получения информации о наличии и границах территорий с особыми условиями пользования недропользователь делает запрос в уполномоченный государственный орган исполнительной власти субъекта РФ. В Тверской области таким органом является Министерство природных ресурсов и экологии Тверской области.

2. «Эколого-экономическое обоснование рекультивации земель».

Включает в себя экологическое и экономическое обоснование планируемых мероприятий и технических решений по рекультивации земель с учетом целевого назначения и разрешенного использования земель после завершения рекультивации. Направление рекультивации земель – определенное целевое использование нарушенных земель в народном хозяйстве.

В зависимости от поставленных целей различают природоохранное, рекреационное, сельскохозяйственное, растениеводческое, сенокосно-пастбищное, лесохозяйственное и водохозяйственное направления рекультивации. Направление должно быть согласовано с арендодателем.

В соответствии со статьей 52 Водного Кодекса РФ «Использование водных объектов для разведки и добычи полезных ископаемых» после окончания использования болота или его части проводится их

рекультивация преимущественно путем обводнения и искусственного заболачивания.

3. «Содержание, объемы и график работ по рекультивации земель».

Включает в себя состав работ по рекультивации земель, определяемый на основе результатов обследования земель, которое проводится в объеме, необходимом для обоснования состава работ по рекультивации (почвенные и иные полевые обследования, лабораторные исследования, в том числе физические, химические и биологические показатели состояния почв, а также результаты инженерно-геологических изысканий); описание последовательности и объема проведения работ по рекультивации или консервации земель; сроки проведения работ по рекультивации или консервации земель; планируемые сроки окончания работ по рекультивации или консервации земель.

Работы по рекультивации обычно имеют два основных этапа – технический и биологический. На техническом проводится корректировка ландшафта (засыпка рвов, траншей, ям, впадин, провалов грунта, разравнивание и террасирование промышленных терриконов), создаются гидротехнические и мелиоративные сооружения, производится нанесение плодородного слоя почвы. Технический этап рекультивации выполняют горнодобывающие предприятия. На биологическом проводятся агротехнические работы, целью которых является улучшение свойств почвы.

4. «Сметные расчеты (локальные и сводные) затрат на проведение работ по рекультивации земель».

Данный раздел имеет место в случае осуществления рекультивации земель с привлечением средств из бюджетной системы Российской Федерации.

В настоящее время на землях лесного фонда чаще всего выполняют рекультивацию путем обводнения и искусственного заболачивания или естественного облесения. Искусственное заболачивание предполагает установку на осушительной сети временных гидротехнических сооружений (глухих земляных перемычек, перемычек с обтеканием, переливных дамб), позволяющих удержать воду на обводняемых площадях и равномерно распределить ее по поверхности участка. При этом искусственное обводнение рассматривается как первый этап восстановления экосистемы торфяного болота. Оно позволяет снизить пожароопасность нарушенных площадей, восстановить биосферные функции болот, в частности в отношении снижения эмиссии парниковых газов.

Библиографический список

1. Женихов Ю.Н., Суворов В.И., Панов В.В. Торфяные ресурсы Тверской области: сохранение, использование и возобновление: монография. 2-е изд., перераб. и доп. Тверь: ТвГТУ, 2011. 116 с.

2. О недрах: закон Российской Федерации от 21.02.1992 № 2395-1 (последняя редакция). Доступ из справ.-правовой системы «Консультант-Плюс». URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_343 (дата обращения: 12.01.2022).

3. Об утверждении Положения о подготовке, согласовании и утверждении технических проектов разработки месторождений полезных ископаемых и иной проектной документации на выполнение работ, связанных с пользованием участками недр, по видам полезных ископаемых и видам пользования недрами: постановление Правительства Российской Федерации от 3 марта 2010 г. № 118. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс». URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_98205/fa9d4f98388f63ed120119d51d6956e8f6f6fc69/ (дата обращения: 12.01.2022).

4. Требования к структуре и оформлению проектной документации на разработку месторождений твердых полезных ископаемых, ликвидацию и консервацию горных выработок и первичную переработку минерального сырья: приказ Минприроды России от 25 июня 2010 г. № 218. Доступ из справ.-правовой системы «Гарант». URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/2072721/> (дата обращения: 12.01.2022).

5. О проведении рекультивации и консервации земель: постановление Правительства Российской Федерации от 10 июля 2018 г. № 800. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс». URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_302235/ (дата обращения: 12.01.2022).

REGULATORY LEGAL PROVISION OF RECULTIVATION OF PEAT DEPOSITS DISTURBED BY MINING WORKS

Yu.N. Zhenikhov, V.V. Panov, K.Yu. Zhenikhov

Abstract. The requirements in the field of reclamation of lands disturbed by peat mining are given. In accordance with Resolution of the Government of the Russian Federation No. 800, the requirements for the composition of the sections and the procedure for agreeing on the Land Reclamation Project were considered. The direction of reclamation by artificial watering of the worked-out peat areas is substantiated.

Keywords: land reclamation, disturbed land, land reclamation project, watering, artificial waterlogging.

Об авторах:

ЖЕНИХОВ Юрий Николаевич – д-р техн. наук, профессор кафедры горного дела, природообустройства и промышленной экологии, Тверской государственный технический университет, Тверь. E-mail: Jenixov2@mail.ru

ПАНОВ Владимир Владимирович – д-р геогр. наук, профессор кафедры горного дела, природообустройства и промышленной экологии, Тверской государственный технический университет, Тверь. E-mail: vvpanov61@gmail.com

ЖЕНИХОВ Кирилл Юрьевич – старший преподаватель кафедры горного дела, природообустройства и промышленной экологии, Тверской государственный технический университет, Тверь. E-mail: Jenixov3@mail.ru

About the authors:

ZHENIKHOV Yuri Nikolaevich – Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Mining, Environmental Engineering and Industrial Ecology, Tver State Technical University, Tver. E-mail: Jenixov2@mail.ru

PANOV Vladimir Vladimirovich – Doctor of Geographical Sciences, Professor of the Department of Mining, Environmental Engineering and Industrial Ecology, Tver State Technical University, Tver. E-mail: vvpanov61@gmail.com

ZHENIKHOV Kirill Yurievich – Senior Lecturer of the Department of Mining, Environmental Engineering and Industrial Ecology, Tver State Technical University, Tver. E-mail: Jenixov3@mail.ru

Секция 3. Производство строительных материалов, строительство и строительные технологии

УДК 691.517

МИКРОСТРУКТУРА НЕАВТОКЛАВНОГО ГАЗОБЕТОНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ

В.В. Белов, Р.А. Али, Р.З. Цыбина

© Белов В.В., Али Р.А.,
Цыбина Р.З., 2022

Аннотация. В статье изучена микроструктура неавтоклавного газобетона с цементной матрицей, наполненной с помощью различных микронаполнителей, в том числе на основе техногенных отходов. Показано, что образцы неавтоклавного газобетона, полученного на основе пылевидных базальтовых отходов, в отличие от составов на основе молотого кварцевого песка, характеризуются равномерно распределенными сферическими порами и оптимальной величиной пористости. При введении в смесь волокнистых базальтовых отходов в качестве дисперсно-армирующего компонента повышается прочность, уменьшается трещинообразование и улучшается микроструктура неавтоклавного газобетона.

Ключевые слова: микроструктура, микронаполнитель, пылевидные базальтовые отходы, волокнистые базальтовые отходы, неавтоклавный газобетон.

К минеральным строительным материалам с высокими теплоизоляционными свойствами относится ячеистый газобетон неавтоклавного твердения [1, 2]. Основные проблемы при получении неавтоклавного газобетона связаны с его низкой прочностью и трещиностойкостью. Повышению прочностных характеристик и улучшению структуры газобетона способствует применение наполнителей из природного сырья, обладающих реакционно-химической активностью (наряду с суперпластификаторами) [3, 4]. Компактная упаковка частиц наполнителя с оптимальной гранулометрией обеспечивает повышение прочности материала [3, 5, 6].

При использовании промышленных отходов можно получать высококачественные и экологически чистые ячеистые бетоны с низкой себестоимостью. Их производство станет более прибыльным и позволит эффективнее решать проблему строительства доступного жилья [7, 8]. При

получении газобетонных стеновых камней на основе отходов дробления средней плотностью 650–750 кг/м³ с оптимальной структурой уменьшаются усадочные деформации [9]. Для уменьшения усадки отношение известняка к цементу должно быть больше единицы [10]. Снижение усадочных деформаций с увеличением содержания заменяющих цемент добавок можно объяснить уменьшением количества цементного клинкера [11, 12].

Для наиболее эффективного управления свойствами композитов с добавлением промышленных отходов необходима разработка многокомпонентных составов с использованием модифицирующих добавок [13]. Поскольку минеральные отходы являются малоопасными веществами, которые не наносят ущерба окружающей среде, их можно использовать в качестве заполнителя в цементных композитах [14].

Модификация сырьевой смеси дисперсным армированием в количестве 1–3 % от массы цемента приводит к изменению морфологии новообразований [15–17]. По результатам анализа [18] установленных закономерностей микроструктуры базальтофибробетона определено оптимальное содержание базальтовых волокон – 0,5 % от массы цемента по критерию прироста прочности [17].

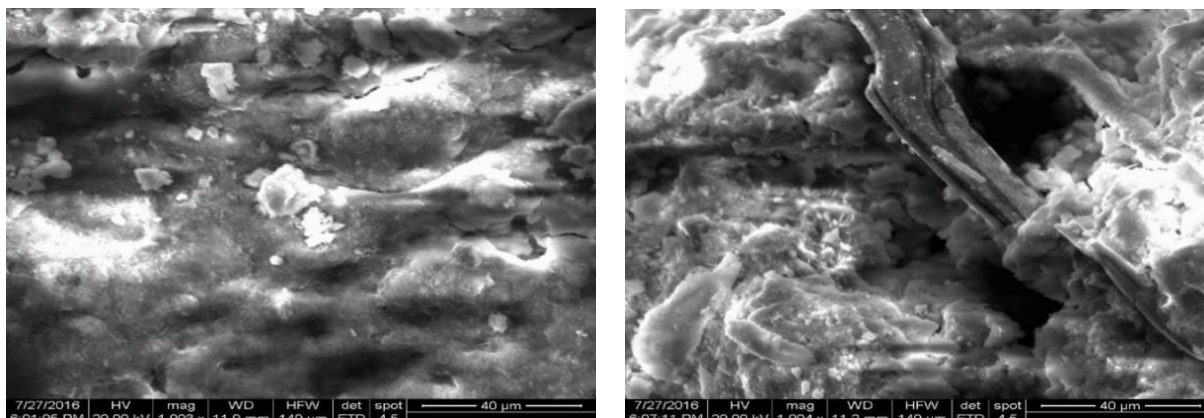
Большой интерес представляет получение бетона неавтоклавного твердения, который отличается безотходностью, экологичностью и малой фондознергоемкостью [19]. Экспериментальный состав ячеистого газобетона, полученного с использованием пылевидных и волокнистых базальтовых отходов, позволяет упрочнить и стабилизировать макроструктуру газобетона, оптимизировать его деформативные свойства, повысить устойчивость газомассы до начала схватывания вяжущего [20–22].

Авторами статьи проведено микроструктурное исследование образцов неавтоклавного газобетона в возрасте 28 суток с помощью установки Quanta 200 с приставкой для элементного анализа Apollo 40 методом энергодисперсионной спектроскопии. Изучалась структура газобетона, полученного с использованием пылевидных базальтовых отходов (ПБО), волокнистых базальтовых отходов (ВБО) и химической добавки. При постоянном количественном соотношении портландцемента и ПБО исследовалась структура образцов неавтоклавного газобетона первого (Ц + ПБО + А1 + ЩД, 0 % ВБО), второго (Ц + ПБО + А1 + ЩД, 2 % ВБО) и третьего (Ц + ПБО + А1 + ЩД, 4 % ВБО) составов. Расплав смеси по Сутгарду составлял 29–30 см.

Результаты микроструктурного анализа образцов неавтоклавного газобетона в возрасте 28 суток представлены на рис. 1–3.

На фотографии микроструктуры газобетона первого состава (Ц + ПБО + А1 + ЩД, 0 % ВБО) в возрасте 28 суток (рис. 1) заметна трещина. Это свидетельствует об определенной дефектности структуры

образцы неавтоклавного газобетона, полученные при введении ВБО в количестве 4 % от массы цемента.



а

б

Рис. 3. Микроструктура неавтоклавного газобетона третьего состава (Ц + ПБО + Al + ЩД, 4 % ВБО) в возрасте 28 суток:
а – $\times 1\,000$; б – $\times 3\,000$

Можно сделать вывод, что ВБО выполняют функцию связующего между портландцементом и пылевидными базальтовыми отходами, что может обусловить повышенную трещиностойкость неавтоклавного газобетона.

Библиографический список

1. Леонович С.Н., Свиридов Д.В., Щукин Г.Л. Компенсация усадки пенобетона // Строительные материалы. 2015. № 3. С. 3–6.
2. Свинарев А.В., Глушков А.М., Куприна А.А. Технологический модуль ТМ-25 для производства неавтоклавных фибропенобетонных изделий // Строительные материалы. 2014. № 6. С. 4–6.
3. Езерский В.А. Улучшение свойств мелкозернистого бетона с помощью комплексных минеральных добавок // Строительные материалы. 2015. № 6. С. 4–6.
4. Курятников Ю.Ю., Коновалов Р.В. Неавтоклавный газобетон с применением гиперпластификаторов // Материалы Международной заочной научно-технической конференции «Инновации и моделирование в строительном материаловедении и образовании». Тверь: ТвГТУ, 2014. С. 59–61.
5. Белов В.В., Али Р.А. Разработка оптимальных составов неавтоклавного газобетона марок со средней плотностью D500, D600, D800 // Путь науки. Международный научный журнал. 2015. № 9 (19). С. 22–27.
6. Кузнецова Н.В., Стерхов И.И. Исследование составов газобетонов с заполнителем из отходов литейного производства // Вопросы совре-

менной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. 2014. № 3 (53). С. 24–30.

7. Пинскер В.А., Вылегжанин В.П. Пути экономии цемента при производстве ячеистых бетонов // Строительные материалы. 2008. № 3. С. 43–44.

8. Али Р.А., Белов В.В. Разработка оптимальных составов неавтоклавногазобетона по средней плотности с использованием пылевидных базальтовых отходов // Инновации и моделирование в строительном материаловедении: сборник научных трудов. Тверь: ТвГТУ, 2015. С. 17–21.

9. Пластифицирующая добавка в строительные материалы, включающие минеральные вяжущие вещества: пат. 2382005С1 Рос. Федерация / Чулкова И.Л., Пастушенко И.В., Парфенов А.С., Беляев В.Б., Беляева Л.В.; завл. 23.07.2008; опубл. 20.02.2010, Бюл. № 5.

10. Güneyisi E., Gesog̃lu E., Özbay M. Strength and drying shrinkage properties of self-compacting concretes incorporating multi-system blended mineral admixtures // Construction and Building Materials. 2010. No. 24. P. 1878–1887.

11. Ezziane K., El-Hadj Kadri. Compressive strength and shrinkage of mortar containing various amounts of mineral additions // Construction and Building Materials. 2011. No. 25. P. 3603–3609.

12. Сырьевая смесь для получения газобетона неавтоклавногазобетона твердения: пат. 2380343С1 Рос. Федерация / Полухина Н.А., Чалая Е.В., Зеленков Д.С.; заявл. 20.10.2008; опубл. 27.01.2010, Бюл. № 3.

13. Езерский В.А., Кузнецова Н.В., Барина О.С. Модификация цементных смесей с использованием отходов производства цементно-стружечных плит // Строительные материалы. 2016. № 6. С. 47–49.

14. Степанова В.Ф. Перспективы применения композитов в производстве бетона и железобетона // Технологии бетонов. 2016. № 9–10 (110–111). С. 8–9.

15. Сумин А.В., Строкова В.В. Пеногазобетон с наноструктурированным модификатором // Строительные материалы. 2016. № 1–2. С. 27–30.

16. Белов В.В., Али Р.А. Влияние волокнистых базальтовых отходов на характеристики неавтоклавногазобетона // Научное обозрение. 2016. № 15. С. 48–54.

17. Али Р.А., Белов В.В. Малоусадочный газобетон с базальтовой фиброй из промышленных отходов // Инновации и инвестиции. 2020. № 8. С. 176–180.

18. Yuanming S., Baoling L., En-Hua Y., Yiquan L. Feasibility study on utilization of municipal solid waste incineration bottom ash as aerating agent for the production of autoclaved aerated concrete // Cement and Concrete Composites. 2015. Vol. 56. P. 51–58.

19. Kittipong K., Suwimol A., Kwannate S. Properties of autoclaved aerated concrete incorporating rice husk ash as partial replacement for fine aggregate // *Cement and Concrete Composites*. 2015. Vol. 55. P. 11–16.

20. Zühtü, Onur Pehlivanlı, İbrahim Uzun, Zeynep Pınar Yücel, İlhami Demir. The effect of different fiber reinforcement on the thermal and mechanical properties of autoclaved aerated concrete // *Construction and Building Materials*. 2016. Vol. 112. P. 325–330.

21. Bonakdar A., Babbitt F., Mobasher B.P. Physical and mechanical characterization of Fiber-Reinforced Aerated Concrete (FRAC) // *Cement and Concrete Composites*. 2013. Vol. 38. P. 82–91.

22. Dey V. Low-velocity flexural impact response of fiber-reinforced aerated concrete // *Cement and Concrete Composites*. 2014. Vol. 49. P. 100–110.

MICROSTRUCTURE OF NON-AUTOCLAVE GAS CONCRETE USING MAN-MADE WASTES

V.V. Belov, R.A. Rushdi, R.Z. Tsybina

***Abstract.** The work studied the microstructure of non-autoclave gas concrete with a cement matrix filled with the help of various micro-fillers, including on the basis of man-made wastes. It is shown that samples of non-autoclave aerated concrete obtained on the basis of dust-like basalt wastes, unlike compositions based on ground quartz sand, are characterized by uniformly distributed spherical pores and optimal porosity. When fibrous basalt wastes are introduced into the mixture as dispersion-reinforcing component, strength is increased, crack formation is reduced and microstructure of nonautoclave gas concrete is improved.*

***Keywords:** microstructure, micro-filler, dust-like basalt waste, fibrous basalt waste, non-autoclave gas concrete.*

Об авторах:

БЕЛОВ Владимир Владимирович – советник РААСН, д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой производства строительных изделий и конструкций, Тверской государственной технической университет, Тверь. E-mail: vladim-bel@yandex.ru

АЛИ Рушди Ахмед Али – канд. техн. наук, научный сотрудник кафедры производства строительных изделий и конструкций, Тверской государственной технической университет, Тверь. E-mail: rushdiahmad@mail.ru

ЦЫБИНА Раиса Захаровна – доцент кафедры конструкций и сооружений, Тверской государственной технической университет, Тверь.

About the authors:

BELOV Vladimir Vladimirovich – Adviser of the Russian Academy of Architecture and Building Sciences, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Building Products and Structures Manufacture, Tver State Technical University, Tver. E-mail: vladim-bel@yandex.ru

ALI Rushdi Ahmed Ali – Candidate of Technical sciences, Researcher of the Department of Building Products and Structures Manufacture, Tver State Technical University, Tver. E-mail: rushdiahmad@mail.ru

TSYBINA Raisa Zakharovna – Associate Professor of the Department of Structures and Constructions, Tver State Technical University, Tver.

УДК 621.928.26

ОБОСНОВАНИЕ ФОРМЫ ДИСКОВ ВАЛКОВОГО ГРОХОТА ДЛЯ КЛАССИФИКАЦИИ ГРАВИЯ И ЩЕБНЯ

А.В. Кондратьев, С.М. Кочканян, С.П. Смородов, А.А. Гусаров

© Кондратьев А.В., Кочканян С.М.,
Смородов С.П., Гусаров А.А., 2022

***Аннотация.** В статье с учетом результатов ранее проведенных исследований рассматривается характер движения частиц материала по поверхности вращающихся дисков валкового грохота с подвижными фартуками. Проводится сравнительная оценка параметров траекторий движения частиц по поверхности многогранных и круглых дисков. Доказывается целесообразность применения круглых дисков на валковом грохоте с подвижными фартуками.*

***Ключевые слова:** валы, диски, частица, траектория движения, время полета, время нахождения на дисках.*

Производство нерудных строительных материалов сопряжено с рядом трудоемких технологических операций, одной из которых является классификация гравия и щебня на отдельные фракции. Сортировка каменного материала в основном выполняется на вибрационных грохотах, ресурсы для совершенствования которых к настоящему времени практически полностью исчерпаны. Вместе с тем из практики использования валковых грохотов в горноперерабатывающей промышленности известно, что их эффективность и производительность в 2–3 раза превышают аналогичные показатели на других конструкциях разделительных устройств, в том числе и на вибрационных грохотах [1, 2]. Проведенные исследования позволили существенно повысить интенсивность просеивания гравия и

щебня на валковом грохоте с многогранными (восьмигранными) дисками за счет установки над поверхностью сита подвижных фартуков [3, 4]. В то же время из-за низкой надежности валковых грохотов, обусловленной частыми заклиниваниями материала, такие разделительные устройства крайне редко применяются на дробильно-сортировочных комплексах дорожно-строительных машин. Основной причиной указанного недостатка является постоянное изменение расстояния между торцом многогранного диска и рядом стоящим валом при работе грохота [5]. В связи с этим (учитывая устойчивое движение материала по ситы благодаря применению подвижных фартуков) было принято решение вместо многогранных дисков использовать диски круглой формы. Вследствие постоянства промежутка между круглым диском и валом можно будет исключить заклинивание камней. При этом есть вероятность, что эффективность просеивания материала не будет снижаться.

Для подтверждения выдвинутого предположения были проведены сравнительные исследования процесса грохочения гравия на валковом сите с подвижными фартуками, на валах которого установлены круглые диски и многогранные [6]. В результате проведенных испытаний были получены высокие показатели как по эффективности, так и по производительности процесса фракционирования гравия на валковом грохоте с круглыми дисками, результативность работы которого практически не уступала устройству с многогранными дисками, а иногда была даже несколько выше [7, 8].

С целью обоснования работоспособности валкового грохота с подвижными фартуками в зависимости от формы дисков была поставлена задача по изучению характера движения материала по просеивающей поверхности сита. С помощью киносъемки изучалась траектория перемещения отдельной частицы на стенде валкового грохота с подвижными фартуками. В качестве частицы использовали контрастно окрашенный в белый цвет костяной шар. Для фиксации движения частицы по поверхности сита боковая стенка грохота была выполнена из прозрачного оргстекла.

Условия проведения эксперимента были следующими. Стенд состоял из пяти валов, над которыми были размещены подвижные фартуки. Длина рабочей поверхности сита 1,35 м; ширина 0,2 м; диаметр дисков 0,3 м; форма дисков восьмигранная или круглая; частота вращения валов с дисками 30–90 об/мин; шаг расстановки фартуков 0,18 м; линейная скорость движения фартуков 0,32 м/с.

Сначала изучали процесс движения частицы по многогранным дискам, оценивая время t_c нахождения материала непосредственно на поверхности валкового сита в зависимости от частоты вращения валов n . Очевидно, что чем меньше время t_n полета частиц, тем больше время t_c , а значит, и вероятность просеивания мелких компонентов разделяемой

смеси увеличивается. Полученные данные показали наибольшие значения времени t_c в диапазоне частоты n вращения валов с дисками 30–45 об/мин (рис. 1). Просеивание гравия на валковом грохоте с многогранными дисками при частоте вращения дисков $n = 40$ об/мин показало наибольшую эффективность E фракционирования материала, что полностью подтвердило прогнозы моделирования процесса на примере движения частицы [8].

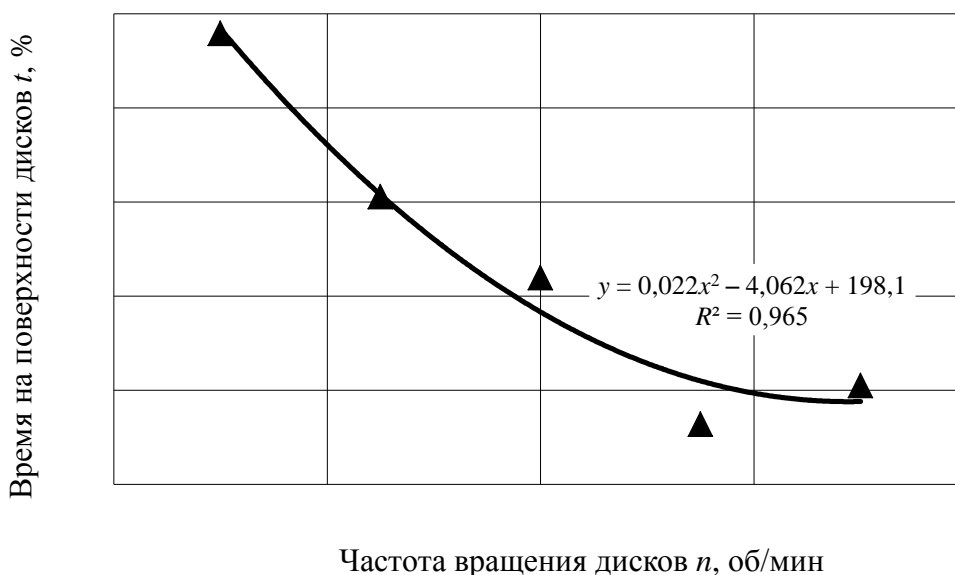


Рис. 1. Влияние частоты вращения дисков на время нахождения частицы на поверхности валкового сита

Далее провели сравнительный анализ траекторий движения частицы по поверхности валкового сита с круглыми дисками и с восьмигранными (рис. 2) при частоте вращения валов $n = 60$ об/мин. Линии траекторий получены путем покадровой обработки последовательного движения частицы по валковому ситу. Анализ характера движения частицы показал, что на дисках круглой формы движение материала происходит с небольшим редким отрывом от поверхности сита и на небольшую высоту – максимум на 4 см (рис. 2а). Движение частицы на многогранных дисках характеризуется постоянным подбрасыванием шара над просеивающей поверхностью, причем наибольшая высота траектории полета частицы составила 7 см (рис. 2б).

Сопоставление линий траекторий движения частицы по поверхности грохота показывает заметное увеличение времени t_c нахождения частицы на круглых дисках (рис. 2а) по сравнению с дисками восьмигранной формы (рис. 2б). При этом на обоих ситах благодаря воздействию на шар подвижных фартуков средняя скорость его перемещения по валковому грохоту была одинаковой. Это объясняется тем, что частица в процессе транспортировки, постоянно циркулируя в замкнутом пространстве между

фартуками, периодически разгонялась сначала фартуком, потом дисками, а затем тормозилась после столкновения с тыльной стороной соседнего фартука по ходу направления движения.

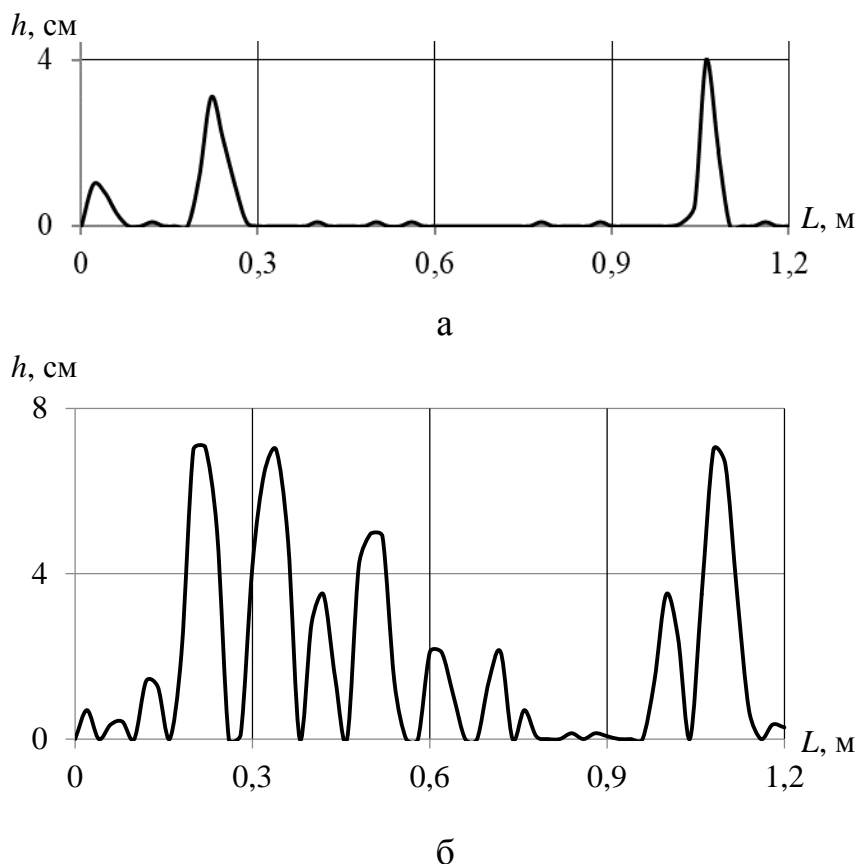
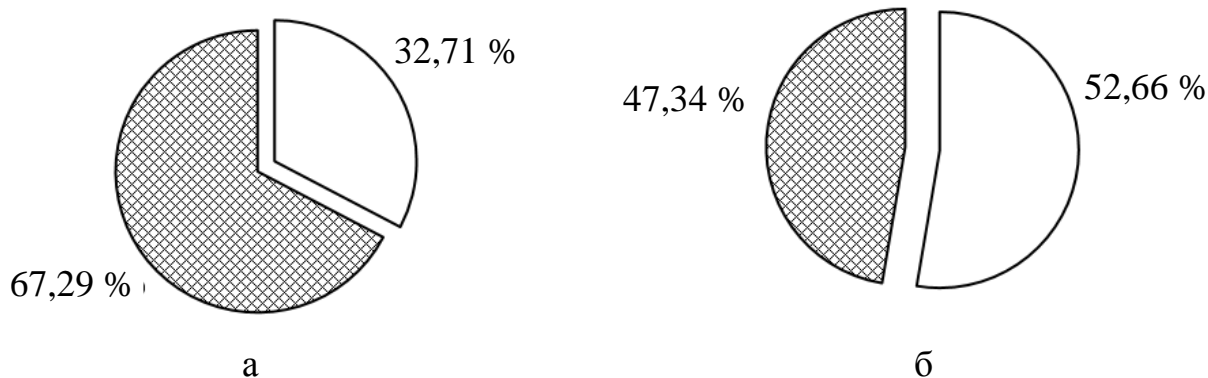


Рис. 2. Траектории движения частицы: а – круглые диски;
б – восьмигранные диски

На основе полученных траекторий движения шара были построены диаграммы, показывающие соотношение времени t_c нахождения частицы непосредственно на вращающихся дисках и времени t_n полета частицы при прохождении всей длины просеивающей поверхности (рис. 3). Если при прохождении частицы по всей длине валкового сита с круглыми дисками большую часть времени (67,29 %) занимало безотрывное движение шара и только 32,71 % – время полета (рис. 3а), то на грохоте с многогранными дисками время нахождения непосредственно на просеивающей поверхности составляло всего 47,34 % и было меньше времени полета (52,66 %) (рис. 3б).



□ Время нахождения в полете, % ▨ Время нахождения на дисках, %

Рис. 3. Диаграммы времени частицы на валковом сите:
а – круглые диски; б – восьмигранные диски

Результаты исследования движения частицы по поверхности валкового сита с подвижными фартуками в соответствии с уравнением кинетики академика И.Ф. Василенко указывают на повышение эффективности грохочения с уменьшением времени t_n полета частиц, которое неизбежно сопровождается увеличением времени t_c нахождения зерен материала непосредственно на поверхности сита, что интенсифицирует просеивание мелкой фракции [9]. Данные выводы были полностью подтверждены в ходе сравнительных опытов просеивания гравия на грохоте с круглыми и на сите с восьмигранными дисками. Процесс фракционирования гравия на сите с круглыми дисками проходил даже более интенсивно по сравнению с просеиванием материала на грохоте с восьмигранными дисками [8].

Таким образом, применение круглых дисков на валковом грохоте с подвижными фартуками позволяет существенно увеличить время нахождения частиц непосредственно на просеивающей поверхности без снижения транспортирующей способности разделительного устройства. Это позволит не только интенсифицировать процесс грохочения как по эффективности, так и по производительности фракционирования каменных материалов, но и существенно повысить надежность работы валковой сортировки. Результаты приведенных исследований дают основания для более широкого использования валковых грохотов на сортировочных и дробильно-сортировочных комплексах дорожно-строительных машин для классификации гравия и щебня.

Библиографический список

1. Молочко М.В. Разработка и обоснование параметров валково-дискового грохота и сепаратора пней для подготовки торфа к брикетированию: автореф. ... дис. канд. техн. наук: 05.05.06 – горные машины. Минск, 1986. 20 с.

2. Юдин А.В., Шестаков В.С. Выбор оборудования и оценка схем мобильных карьерных комплексов при отработке закарстовых месторождений // Известия вузов. Горный журнал. 2017. № 1. С. 92–100.

3. Сепарирующе-транспортирующее устройство: пат. 2004095 Рос. Федерация. № 4854992 / Кондратьев А.В., Мясников А.Б., Кочкян С.М., Иванов Е.И., Пупенков М.Н.; заявл. 27.07.90; опубл. 15.12.93, Бюл. № 45–46. 4 с.

4. Обоснование параметров валкового грохота с подвижными фартуками / А.В. Кондратьев [и др.] // Строительные и дорожные машины. 2016. № 2. С. 11–14.

5. Кондратьев А.В., Кочкян С.М., Павлов Ю.Н. Валковые сепараторы. Научные основы проектирования: монография. Тверь: ТвГТУ, 2007. 136 с.

6. Смородов С.П., Лысенко Т.В., Канавичев И.П. Зависимость работоспособности валкового грохота с подвижными фартуками от формы дисков // XXII Московская Международная межвузовская научно-техническая конференция студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых «Подъемно-транспортные, строительные, дорожные, путевые машины и робототехнические комплексы»: материалы конференции. В 2 т. М.: МАДИ, 2018. Т. 1. С. 207–209.

7. Кондратьев А.В., Смородов С.П., Коротченко А.И. Результаты модернизации валкового грохота с подвижными фартуками // Теоретические исследования и экспериментальные разработки студентов и аспирантов ТвГТУ: материалы научно-практической конференции, приуроченной ко Дню российской науки, 8–9 февраля 2017 г. В 3 т. Тверь: ТвГТУ. 2017. Т. 2. С. 147–151.

8. Improving the efficiency of the roller screen with circular disks / A. Kondratiev, S. Smorodov, V. Antsev, A. Kirichek // International Conference on Modern Trends in Manufacturing Technologies and Equipment (ICMTMTE 2018). Series «MATEC Web of Conferences», 2018. URL: https://www.researchgate.net/publication/328608461_Improving_the_efficiency_of_the_roller_screen_with_circular_disks (дата обращения: 17.01.2022).

9. Василенко И.Ф. Теория соломотряса // Сборник трудов по земледельческой механике / под ред. акад. В.А. Желиговского. М.: Сельхозиздат, 1961. Т. 6. С. 69–92.

JUSTIFICATION OF THE SHAPE OF ROLLER SCREEN DISCS FOR THE CLASSIFICATION OF GRAVEL AND CRUSHED STONE

A.V. Kondratyev, S.M. Kochkanyan, S.P. Smorodov, A.A. Gusarov

Abstract. In the article, taking into account the results of previous studies, the nature of the movement of material particles on the surface of rotating disks

of a roller screen with movable aprons is considered. A comparative assessment of the parameters of the trajectories of particle motion on the surface of polyhedral and circular disks is carried out. The expediency of using circular discs on a roller screen with movable aprons is proved.

Keywords: shafts, disks, particle, trajectory of motion, flight time, time spent on disks.

Об авторах:

КОНДРАТЬЕВ Александр Владимирович – д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой строительных и дорожных машин и оборудования, Тверской государственный технический университет, Тверь. E-mail: avkondr@ya.ru

КОЧКАНЯН Сейран Микаелович – канд. техн. наук, доцент кафедры строительных и дорожных машин и оборудования, Тверской государственный технический университет, Тверь. E-mail: s_kochkanyan@mail.ru

СМОРОДОВ Сергей Петрович – старший преподаватель кафедры строительных и дорожных машин и оборудования, Тверской государственный технический университет, Тверь. E-mail: ssp.tver@yandex.ru

ГУСАРОВ Андрей Александрович – доцент кафедры информатики и прикладной математики, кафедры строительных и дорожных машин и оборудования, Тверской государственный технический университет, Тверь. E-mail: Gusarov-A-A@yandex.ru

About the authors:

KONDRATYEV Aleksandr Vladimirovich – Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Construction and Road Machines and Equipment, Tver State Technical University, Tver. E-mail: avkondr@ya.ru

KOCHKANYAN Seyran Mikaelovich – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Construction and Road Machines and Equipment, Tver State Technical University, Tver. E-mail: s_kochkanyan@mail.ru

SMORODOV Sergey Petrovich – Senior Lecturer of the Department of Construction and Road Machines and Equipment, Tver State Technical University, Tver. E-mail: ssp.tver@yandex.ru

GUSAROV Andrey Alexandrovich – Associate Professor of the Department of Informatics and Applied Mathematics, Department of Construction and Road Machines and Equipment, Tver State Technical University, Tver. E-mail: Gusarov-A-A@yandex.ru

ПРОБЛЕМЫ И ПРЕИМУЩЕСТВА ВНЕДРЕНИЯ BIM-ТЕХНОЛОГИЙ В РОССИИ

С.А. Кульков, А.А. Петров

© Кульков С.А., Петров А.А., 2022

Аннотация. В статье проведен анализ внедрения BIM-технологии в строительной сфере. Показано распространение BIM на государственном и частном уровнях в строительной отрасли.

Ключевые слова: BIM, информационное моделирование, модель, проектирование, строительство.

В последнее время термин «BIM-технологии» все чаще употребляется не только в среде проектировщиков, но и на уровне Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации. Сокращение сроков, снижение стоимости и обеспечение качества строительства выступают главными аргументами в пользу внедрения этих технологий. Вопрос заключается в возможности применения их в широком масштабе и трудностях, которые могут при этом возникнуть.

Термин является аббревиатурой с английского Building Information Modeling – «информационное моделирование зданий», однако данные технологии применимы и для других строительных объектов, таких как мосты, промышленные объекты, трубопроводы и т. п. Проектировщики, использующие BIM-технологии, говорят о том, что в основе BIM лежит трехмерная информационная модель, на базе которой организована совместная работа [1, 2]. Специалисты в сфере информационных технологий, пытающиеся создать российские аналоги, дают своим разработкам различные названия, например «Комплексное информационное моделирование» и т. п.

Можно выделить две причины, по которым сегодня все большее внимание уделяется внедрению BIM-технологий.

1. Высокие издержки строительства и его низкая эффективность. Мировой опыт показывает, что на уровне национальной экономики тема BIM начинает звучать при возникающих проблемах с бюджетом, необходимости сокращения затрат на строительство, кризисных явлениях. В России, например, именно в период кризиса 2008–2009 гг. многие строительные холдинги начали переходить на технологии BIM-моделирования. Таким образом, можно сказать, что появилась потребность во внедрении данных технологий в практическую деятельность

строительных организаций с целью решения основных проблем строительной отрасли: снижения издержек и рисков и повышения производительности и качества.

2. Более широкое распространение современных компьютерных технологий. Если раньше мощная компьютерная техника и хорошие программные продукты были доступны единицам, то сейчас компании, обеспеченные заказами, вполне могут их себе позволить. Таким образом, BIM-технологии стали вседоступными и применимыми на практике.

Технологии BIM символизируют переход традиционных процессов строительства от бумажного принципа к цифровому.

Строительство объекта происходит дважды: сначала в виртуальном пространстве, затем в реальном. Цифровая информационная модель строящегося объекта на всех этапах его жизненного цикла помогает в решении возникающих задач. Она формируется на самых ранних его этапах, затем пополняется необходимой информацией и помогает при всестороннем анализе принятию наиболее эффективных управленческих решений.

На первом этапе проектировщик, используя программное обеспечение (авторский инструментарий), разрабатывает 3D-модели, элементы которых на разных стадиях имеют различный уровень проработки (детализации) и насыщаются информацией в зависимости от стадии проекта.

В автоматическом режиме могут обнаружиться различные коллизии, проблемные вопросы, после снятия которых начинается выпуск документации для строительства. В результате строитель получает информацию совершенно нового качества – достоверную картину того, чем будет являться будущий объект. На основе данных информационной модели вычисляются объемы, определяются лучшие способы реализации тех или иных конструкций и решений. «Облачный» способ хранения информации позволяет сотрудничать как архитектору и проектировщику, так и заказчику и строителю.

При добавлении к 3D-пространственной модели параметра времени (календарно-сетевых графиков) происходит визуализация процесса организации строительства: появляется возможность оптимизации производства работ, использования техники и логистических операций [1, 2].

Правильно сформированная модель также способствует повышению эффективности работы специалистов-сметчиков. При наличии соответствующих баз данных и специализированного программного обеспечения становится возможным контроль затрат на строительство на каждом этапе, их мониторинг и оперативная реакция на отклонения от бюджетных и стоимостных нормативов.

На этапе эксплуатации объекта недвижимости большие массивы информации, полученные на этапах проектирования и строительства,

могут быть переданы и служить для построения системы управления и обслуживания объекта.

Таким образом, данные о проекте накапливаются на протяжении всего его жизненного цикла. Однако считается, что выгода от применения BIM-технологий может быть значительной, и ее основным обладателем является заказчик, который должен уметь правильно формулировать требования к исполнителям проекта, контролировать переданную ему информацию и использовать ее для оптимизации стоимости строящегося объекта.

Отдельным вопросом является подготовка специалистов в области экспертизы: их обучение, создание рабочих мест, выбор программного обеспечения. Помимо этого, в планах находится реализация единой платформы для работы в BIM [4].

Проблемы, которые могут возникнуть при внедрении BIM-технологий:

1. Отсутствие единой прозрачной системы стоимости строительных ресурсов. Существующие региональные бумажные варианты справочников цен на строительные ресурсы не позволяют оперативно получать информацию о стоимости, ее динамике, новых участниках рынка, новых видах материалов и механизмов.

2. Отсутствие перечня типовых проектных решений. Данная проблема не позволяет создать эффективные инструменты для выбора оптимальных проектных решений и снижения стоимости строительства. 3D-модель дома собирается из элементов семейств проекта. Чтобы использовать BIM, нужна база этих элементов, с которой смогут работать как проектировщики, так и производители элементов. Помимо этого, необходима база стоимости проектов. Когда проект смоделирован в 3D с применением данных из справочника ресурсов, можно сразу узнать его стоимость в текущих рыночных ценах.

3. Отсутствие прозрачной системы выдвижения коммерческих предложений от всех участников рынка при проведении электронных торгов.

4. Отсутствие прозрачной системы контроля расходования денежных средств, которую можно вести публично.

5. Отсутствие комплексного подхода в управлении инвестиционно-строительными проектами.

6. Отсутствие прозрачного электронного документооборота.

Преимущества внедрения BIM-технологий:

1. Снижение рисков некачественного проектирования и простоев при строительстве за счет точного проекта.

2. Повышение производительности менеджеров, управляющих инвестиционно-строительными проектами, благодаря следующим аспектам:

созданию единого информационного пространства;
снижению транзакционных издержек при заключении договоров за счет шаблонизированных стандартных договоров;
уменьшению времени, необходимого для заключения договора, с помощью облачной системы электронного документооборота;
своевременному началу подготовки к реализации каждого этапа проекта (точному соблюдению календарно-сетевого плана).

3. Появление у инвестора возможности:

планировать, на каком этапе понадобятся те или иные инвестиции. Это позволяет эффективнее управлять денежными потоками и снижать издержки, связанные со стоимостью заемных средств;

анализировать результаты проекта на любом его этапе;

сравнивать плановые и фактические показатели в разрезе заключенных договоров и фактических оплат.

4. Снижение стоимости закупаемых ресурсов путем создания электронных торговых площадок, на которых можно объявлять аукционы.

29 марта 2021 г. появилась информация о том, что у 12 % российских девелоперов BIM стал стандартом при проектировании. Такие данные приводятся в итоговом отчете о результатах опроса, проведенного организацией «Деловая Россия». Однако лишь 4 % застройщиков в полной мере применяют информационную модель, а 8 % респондентов заявили о том, что с помощью BIM-технологий производят контроль работ на стройплощадках. 46 % участников опроса сообщили, что переход на BIM стал для предприятия приоритетным направлением, еще 46 % отчасти согласились, что необходимо внедрять современные технологии в бизнес-процессы. Только 18 % респондентов определили количественные цели, которые они хотели бы достичь, реализуя проекты внедрения BIM [5].

Таким образом, по мнению респондентов, главными препятствиями для внедрения информационного моделирования все еще являются такие факторы, как нехватка квалифицированных кадров и несовершенство нормативной базы. Многие из опрошенных в качестве существенных преград также назвали существенную стоимость перехода, отсутствие заинтересованности заказчиков и инвесторов, отсутствие защиты интеллектуальной собственности, безынициативность собственников, менеджеров, подрядчиков и нехватку времени на обучение и переход.

Библиографический список

1. СП 333.1325800.2017. Информационное моделирование в строительстве. Правила формирования информационной модели объектов на различных стадиях жизненного цикла. Введ. 01.03.2018. М.: Минстрой России, 2018.

2. СП 328.1325800.2017. Информационное моделирование в строительстве. Правила описания компонентов информационной модели. Введ. 01.03.2018. М.: Минстрой России, 2018.

3. Метод информационного моделирования. Информационная модель здания. Группа компаний ВиПС. 2015. URL: <http://kbvips.ru/t> (дата обращения: 18.01.2022).

4. Зачем нам BIM? А если не внедрим? // Отраслевой журнал «Строительство». URL: <http://www.ancb.ru/> (дата обращения: 18.01.2022).

5. BIM-технологии (рынок России) Информационное моделирование зданий и сооружений. URL: <https://www.tadviser.ru/index.php/> (дата обращения: 18.01.2022).

CHALLENGES AND ADVANTAGES IMPLEMENTATION OF BIM TECHNOLOGIES IN RUSSIA

S.A. Kulkov, A.A. Petrov

***Abstract.** The article analyzes the implementation of BIM technology in the construction industry. Shown the spread of BIM at the public and private levels.*

***Keywords:** BIM, information modeling, model, design, construction.*

Об авторах:

КУЛЬКОВ Сергей Алексеевич – доцент кафедры конструкций и сооружений, Тверской государственной технической университет, Тверь.

ПЕТРОВ Артем Алексеевич – студент кафедры конструкций и сооружений, Тверской государственной технической университет, Тверь. E-mail: petrovart97@gmail.com

About the authors:

KULKOV Sergey Alekseevich – Associate Professor of the Department of Constructions and Buildings, Tver State Technical University, Tver.

PETROV Artem Alekseevich – Student of the Department of Constructions and Buildings, Tver State Technical University, Tver. E-mail: petrovart97@gmail.com

ОЦЕНКА НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ АНКЕРОВ СБОРНОЙ ДОРОЖНОЙ ПЛИТЫ С НИЖНИМ КОМПОЗИТНЫМ СЛОЕМ НА ПОЛИМЕРНОЙ ОСНОВЕ

В.И. Трофимов, Р.З. Цыбина, Г.А. Хитрич

© Трофимов В.И., Цыбина Р.З.,
Хитрич Г.А., 2022

Аннотация. В статье рассматривается актуальная проблема повышения эффективности работы дорожных цементобетонных плит в Арктических зонах. Для решения проблемы предлагается использовать технологию сборных многослойных дорожных плит, где нижний слой выполняется из готовой полимерной композитной плиты. Производится оценка несущей способности винтовых анкеров, предназначенных для соединения двух слоев сборной дорожной плиты.

Ключевые слова: Арктические зоны, трещиностойкость, полимерная композитная плита, винтовые анкеры, сборная дорожная плита.

Важным условием ускоренного обустройства северных территорий является строительство широкой сети дорог и аэродромов. Однако суровые природно-климатические условия и повсеместное распространение структурно-неустойчивых при оттаивании мерзлых грунтов сдерживают широкомасштабное освоение арктических территорий. При этом эффективное освоение уникальных и стратегически важных для нашей страны месторождений, а также надежная их защита невозможны без применения новых технологических и конструктивных решений при сооружении транспортных объектов в удаленных районах Арктики [1].

Широкое распространение на Севере получили железобетонные дорожные и аэродромные плиты, но их применение не лишено таких недостатков, как разрушение торцов плит в местах их стыков, отслаивание, коррозия и др. При этом большое значение имеет снижение массы дорожных плит.

С учетом выявленных недостатков была предложена новая конструкция плиты – сборная из нижнего полимеркомпозитного слоя, выполненного из готовой плиты и соединенного оригинальным способом с верхним бетонным слоем [2]. При этом плиты изготавливаются из полимерного композиционного материала, физико-механические характеристики которого отвечают требованиям к максимальной

нагрузке – колесной, осевой и гусеничной, а также к химической стойкости, что обеспечивает их высокую долговечность.

В качестве соединительных элементов были предложены винтовые анкеры в виде саморезов, которые заранее устанавливаются в полимеркомпозитной плите.

Надежная работа анкера в бетоне связана с его несущей способностью, оцениваемой по отрыву, в процессе которого образуется воронка (рис. 1) [3].



Рис. 1. Форма воронки после отрыва анкера из бетона (при быстром нагружении)

Соединение нижней полимеркомпозитной плиты с верхним бетонным слоем можно выполнять двумя способами: механическим креплением к готовой бетонной плите (рис. 2а) или монолитным креплением в процессе формирования дорожной плиты (рис. 2б).

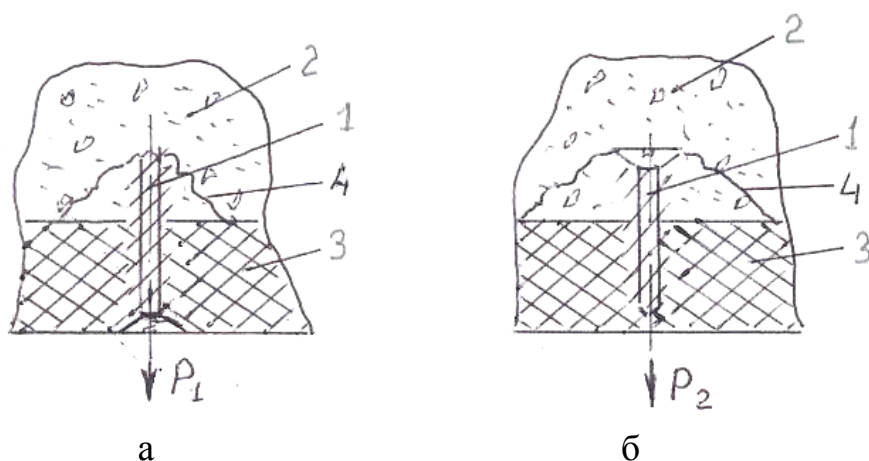


Рис. 2. Схемы соединения бетонного и полимеркомпозитного слоев сборной плиты: а – механическое; б – монолитное; 1 – винтовой анкер; 2 – бетонный слой; 3 – полимеркомпозитная плита; 4 – поверхность воронки отрыва

В полимеркомпозитном слое винтовая часть анкера будет работать преимущественно на срез за счет развития касательных напряжений τ с образованием соответственно цилиндрической воронки, так как полимер, в отличие от бетона, является более упругопластичным материалом (см. рис. 2).

В бетонном слое при отрыве анкера образуется воронка, состоящая из двух частей: нижней части цилиндрической формы и верхней в виде усеченного конуса. При этом поверхность цилиндрической части выглядит гладкой, а конической – шершаво-бугристой и рваной. Это объясняется тем, что в цилиндрической части по поверхности среза формируются деформации сдвига с касательными напряжениями τ , а в конической части – преимущественно деформации растяжения с напряжениями растяжения σ_p (рис. 3).

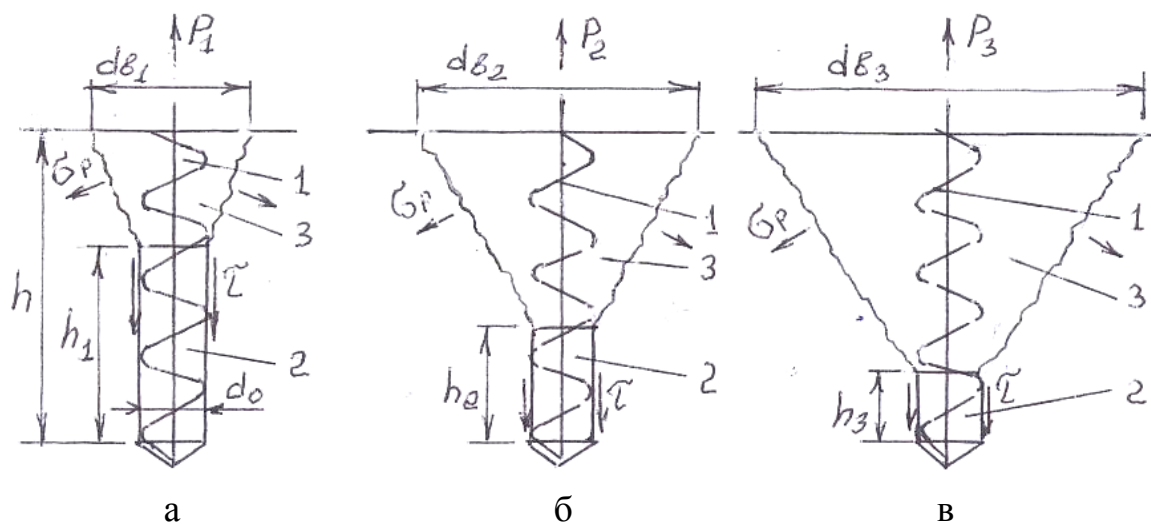


Рис. 3. Схемы отрыва винтового анкера из бетонной матрицы при изменении скорости нагружения V : а – при скорости V_1 ; б – при скорости V_2 ; в – при скорости V_3 ; 1 – винтовой анкер; 2 – бетонная матрица; 3 – поверхность воронки отрыва

Известно, что бетон слабо сопротивляется деформациям растяжения и ведет себя в этом случае как хрупкое реологическое тело в отличие от полимерных и полимеркомпозитных материалов. Это подтверждается данными таблицы, где относительное удлинение ϵ , например, стеклопластика в пять раз больше, чем у бетона [4]. Таким образом, рассматривая случай работы анкера в бетоне, можно увидеть, что с увеличением скорости нагружения V винтового анкера 1 увеличивается поверхность воронки отрыва 3 бетонной матрицы 2 за счет развития в основном деформаций растяжения (см. рис. 3).

Физико-механические показатели материалов

Материал	Плотность, кг/м ³	Водопогло- щение, %	Ударная вязкость, Дж/м ²	Относительное удлинение, %
Бетон (М300)	2 200	8	0,3	0,1
Древесина	600–1 000	40–80	29 000	0,7
Стеклопластик	1 800–2 000	5	1,5	0,5
Композиционный полимерный материал	770–920	0,01–0,5	45 000	50

Представленные на рис. 3 схемы отрыва винтового анкера из бетона получены при условии возрастающей скорости нагружения, т. е. $V_3 > V_2 > V_1$. С увеличением скорости нагружения V (отрыва анкера из бетонной матрицы) будет изменяться и характер, т. е. форма воронки и ее параметры: $P_1 < P_2 < P_3$; $d_{в1} < d_{в2} < d_{в3}$; $h_1 > h_2 > h_3$. При этом основные изменения формы и размеров воронки при изменении скорости нагружения можно объяснить релаксацией напряжений, что особенно проявляется при медленном нагружении (см. рис. 3а).

Условие работы винтового анкера в бетонной матрице плиты характеризует надежность соединения двух слоев сборной плиты: бетонного и полимеркомпозитного. Работа анкера в бетонной матрице включает два участка от действия нагрузки P : сдвиг по цилиндрической части воронки и отрыв по конической части воронки при растяжении (рис. 4):

$$P = P_{\tau} + P_{\sigma} < \tau S_{ц} + \sigma_p S_{к},$$

где P_{τ} – нагрузка, приходящаяся на цилиндрическую часть воронки; P_{σ} – нагрузка, приходящаяся на коническую часть воронки; τ – напряжение сдвига; σ_p – напряжение растяжения; $S_{ц}$ – боковая поверхность цилиндрической части воронки; $S_{к}$ – боковая поверхность конической части воронки.

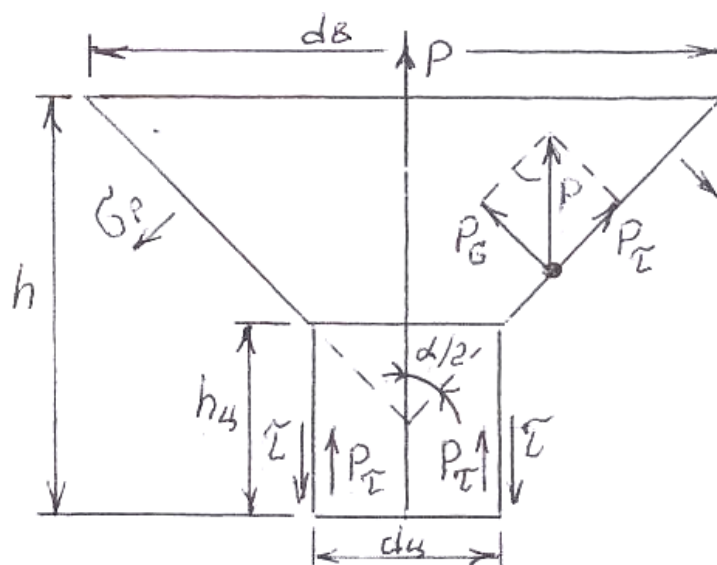


Рис. 4. Расчетная схема несущей способности винтового анкера

В свою очередь, $\tau = P_\tau / S_\tau$, где $S_\tau = \pi d_\tau h_\tau$ (d_τ и h_τ – соответственно диаметр и высота цилиндрической части воронки); $\sigma_p = P_\sigma / S_\sigma$, где $S_\sigma = (d_b - d_\tau) / 2 \sin \alpha / 2\pi(d_b + d_\tau) / 2$.

Если учитывать, что бетон при быстром нагружении, особенно в условиях работы с развитием преимущественно деформаций растяжения, ведет себя как хрупкое тело, то зона развития сдвиговой части воронки будет незначительной (см. рис. 3в). В связи с этим в случае выполнения ориентировочных расчетов этой частью работы анкера в бетонной матрице можно пренебречь.

Исследования по оценке несущей способности различных анкеров и штампов в горных породах и мерзлых грунтах, выполненные такими учеными, как Ю.А. Ветров, Л.А. Шрейнер, Р.М. Эйгелес, Д.А. Лозова и др., позволили установить, что величина угла скалывания α находится в пределах 130–160° [5].

При выполнении ориентировочных расчетов и при условии быстрого нагружения цилиндрической частью можно пренебречь. В таком случае условие работы винтового анкера в бетонной матрице принимает вид:

$$P = P_\sigma < \sigma_p S_\sigma.$$

Зная значение сопротивления растяжению σ_p для бетона и параметры воронки отрыва ($\alpha = 130–160^\circ$), можно рассчитать предельную нагрузку P , обеспечивающую работу винтового анкера конкретных размеров в бетоне.

Выполненная оценка несущей способности винтовых анкеров в бетоне, основанная на использовании модели деформирования горных пород и мерзлых грунтов при быстром нагружении штампа с формированием воронки отрыва за счет работы в основном деформаций растяжения, позволяет проводить оценочные расчеты работы винтовых анкеров в виде саморезов в бетонном слое новой конструкции сборной дорожной плиты.

Библиографический список

1. Ремнев В.В. Арктическая зона России: перспективы применения новых материалов и технологий для строительства аэродромов и автомобильных дорог // Транспортная стратегия – XXI век. 2013. № 23 (4). С. 40–42.
2. Дорожная плита: пат. 2760668 Рос. Федерация / Трофимов В.И., Ерофеев Д.А., Васильев Д.И., Хитрич Г.А.; заявл. 28.04.2021; опубл. 29.11.2021, Бюл. № 34. 9 с.
3. Описание способов испытания анкера на вырыв в блоке и бетоне. URL: <https://bazafasada.ru/> (дата обращения: 21.01.2022).
4. Композиционный дорожный мат для дорог со сборно-разборным покрытием: пат. 131734 Рос. Федерация / Титов Д.В., Люевич Д.А.; заявл. 27.02.2013; опубл. 27.08.2013, Бюл. № 24. 2 с.

5. Лозовой Д.А. Разрушение мерзлых грунтов. Саратов: Саратовский университет, 1978. 184 с.

**ASSESSMENT OF THE BEARING CAPACITY
OF ANCHORS OF A PREFABRICATED ROAD SLAB
WITH A LOWER COMPOSITE LAYER POLYMER-BASED**

V.I. Trofimov, R.Z. Tsybina, G.A. Khitrich

***Abstract.** The article deals with the actual problem of improving the efficiency of road cement concrete slabs in the Arctic zones. It is proposed to use the technology of prefabricated multilayer road slabs to solve the problem, where the lower layer is made of a finished polymer composite plate. The load-bearing capacity of screw anchors designed to connect two layers of a prefabricated road slab was evaluated.*

***Keywords:** Arctic zones, crack resistance, polymer composite plate, screw anchors, prefabricated road plate.*

Об авторах:

ТРОФИМОВ Валерий Иванович – канд. техн. наук, доцент кафедры производства строительных изделий и конструкций, Тверской государственный технический университет, Тверь. E-mail: vitrofa@mail.ru

ЦЫБИНА Раиса Захаровна – доцент кафедры конструкций и сооружений, Тверской государственный технический университет, Тверь.

ХИТРИЧ Григорий Алексеевич – студент 4-го курса кафедры производства строительных изделий и конструкций, Тверской государственный технический университет, Тверь. E-mail: griny201@mail.ru

About the authors:

TROFIMOV Valery Ivanovich – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Production of Building Products and Structures, Tver State Technical University, Tver. E-mail: vitrofa@mail.ru

TSYBINA Raisa Zakharovna – Associate Professor of the Department of Structures and Constructions, Tver State Technical University, Tver.

KHITRICH Grigory Alekseevich – Fourth-year Student of the Department of Production of Building Products and Structures, Tver State Technical University, Tver. E-mail: griny201@mail.ru

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ДЕФОРМИРОВАНИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ В УСЛОВИЯХ НОРМАЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУР

Д.В. Фадеев, В.В. Фадеев

© Фадеев Д.В., Фадеев В.В., 2022

Аннотация. В статье представлен подход к моделированию процессов деформирования материалов на основе метода частиц. Предложенная октаэдрическая модель, в которой использован потенциал межатомного взаимодействия, позволяет наглядно показать поведение элементарного объема твердого тела при изменении его напряженно-деформированного состояния. На основе предлагаемой модели проведено численное моделирование сжатия образца сплава МЛ5.

Ключевые слова: моделирование процессов, конструкционные материалы, октаэдрическая модель.

Математическое моделирование для изучения механического поведения материалов с учетом их реальных свойств сохраняет традиционную актуальность, поскольку решение этой проблемы приводит к количественным зависимостям макроскопических характеристик деформирования, прочности и других параметров от внешнего воздействия на конструкцию [2, 3]. Знание этих зависимостей позволяет ответить на вопрос о работоспособности конструкций под действием заданных нагрузок, а также оптимизировать процесс их проектирования.

Современный уровень развития механики деформируемых сред не позволяет установить в твердых телах единую зависимость между действующими напряжениями и возникающими деформациями. Эта проблема до настоящего времени не получила окончательного решения, поэтому разработка общих методов расчета напряженно-деформируемого состояния конструкций с различными физико-механическими свойствами при малых и больших деформациях с учетом статических и динамических нагрузок является весьма важной и востребованной в практике задач.

На наш взгляд, перспективным путем представляется построение моделей, в основу которых положено то общее, что присуще всем рассматриваемым системам, – их корпускулярное строение. При таком подходе наибольшего внимания заслуживает октаэдрическая модель [1], учитывающая пространственное взаимодействие минимального числа частиц. Именно этот способ был использован нами для моделирования напряженного состояния твердых тел в условиях их нагружения.

В ненагруженном состоянии октаэдрическая модель представляет собой предварительно напряженную систему (рис. 1), у которой по трем диагоналям 1–1, 2–2 и 3–3 действуют силы притяжения, а на восьми гранях 1–2, 1–3 и 2–3 – силы отталкивания, и вся система находится в статическом равновесии. Растяжение или сжатие октаэдрической модели по каждому направлению задается нагрузками P_1, P_2, P_3 (рис. 1).

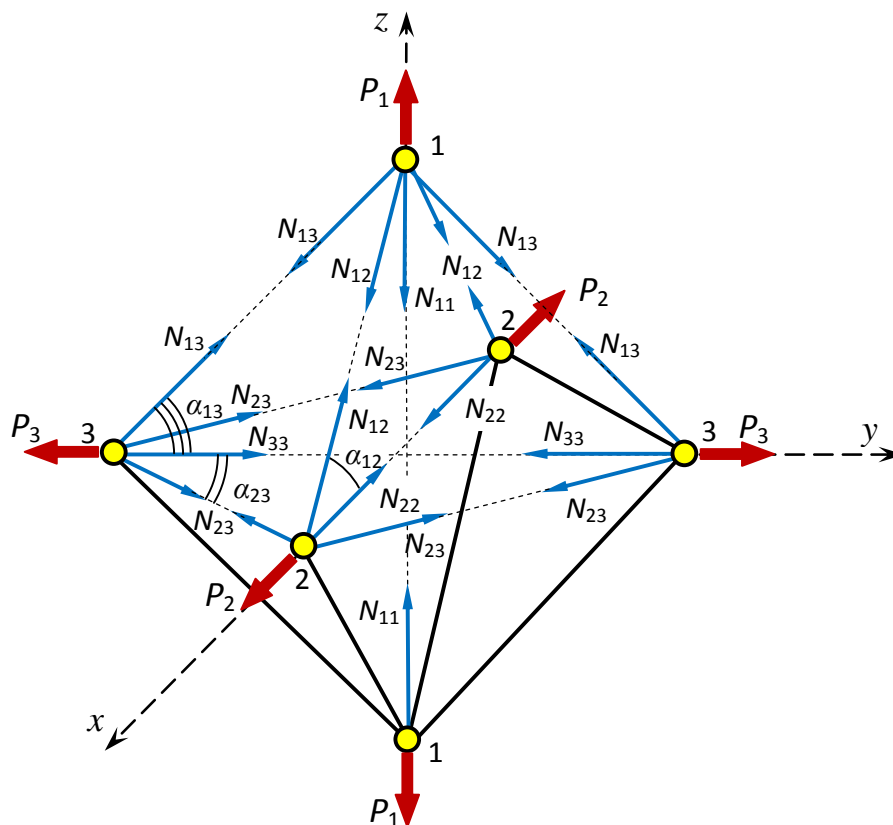


Рис. 1. Стержевая октаэдрическая модель

Для определения внутренних усилий N_{ij} в стержнях октаэдрической модели использован потенциал Ми [2] в виде

$$N_{ij} = \frac{nm}{m-n} \cdot \frac{D}{a} \left[\left(\frac{a}{r_{ij}} \right)^{n+1} - \left(\frac{a}{r_{ij}} \right)^{m+1} \right],$$

где D, a, m, n – подбираемые по результатам макроэксперимента параметры; r_{ij} – расстояние между соответствующими узлами октаэдрической модели.

Для подбора параметров потенциала был использован метод максимального правдоподобия. Его суть состоит в извлечении информации о межмолекулярных силах из эксперимента путем расчета измеряемой характеристики с модельным потенциалом с последующей подгонкой параметров так, чтобы достигалось наилучшее согласие между измеренными и рассчитанными значениями.

Для проведения вычислительного эксперимента была написана программа «ОКТАЭДР» в среде визуального программирования Delphi на языке Object Pascal, позволяющая численно смоделировать напряженно-деформированные состояния в октаэдрической модели (рис. 2).

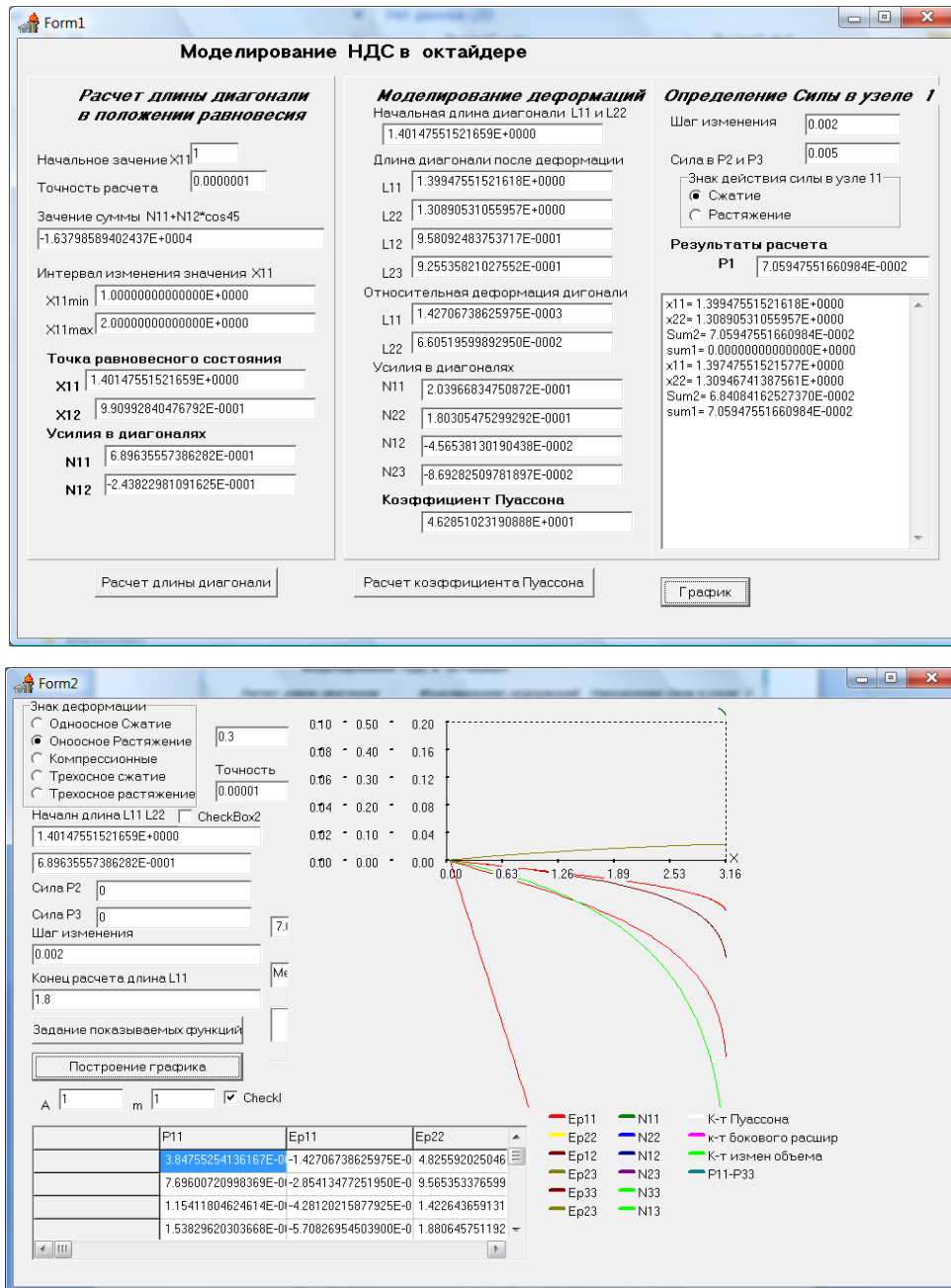


Рис. 2. Рабочие окна программы «ОКТАЭДР»

Проведенное математическое моделирование по одноосному (рис. 3а), двухосному (рис. 3б) и трехосному (рис. 3в) растяжению-сжатию октаэдрической модели показало, что ее поведение при этих видах нагружения соответствует действительному.

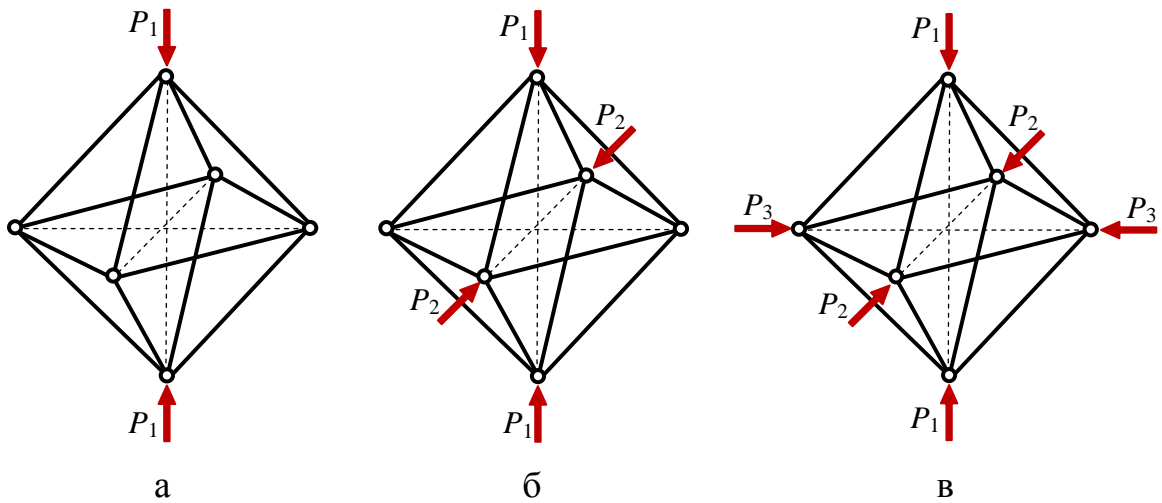


Рис. 3. Моделирование растяжения-сжатия октаэдрической модели:
 а – одноосное; б – двухосное; в – трехосное

На предлагаемой модели был проведен численный эксперимент. В качестве моделируемого материала при одноосном растяжении был выбран литейный магниевый сплав МЛ5 [4]. Подгонка данных велась с учетом связи между модельными значениями D , a , n и m и физическими параметрами, определяющими прочностные свойства стали, σ_B и δ .

Полученная в результате численного эксперимента модельная кривая (рис. 4б) при найденных значениях параметров потенциала $D = 2,8$ кН, $a = 1$, $n = 6$, $m = 39$ имеет хорошее согласие с соответствующей экспериментальной диаграммой сжатия для стали МЛ5 (рис. 4а). Численные расчеты по математической модели как качественно, так и количественно соответствуют экспериментальным данным.

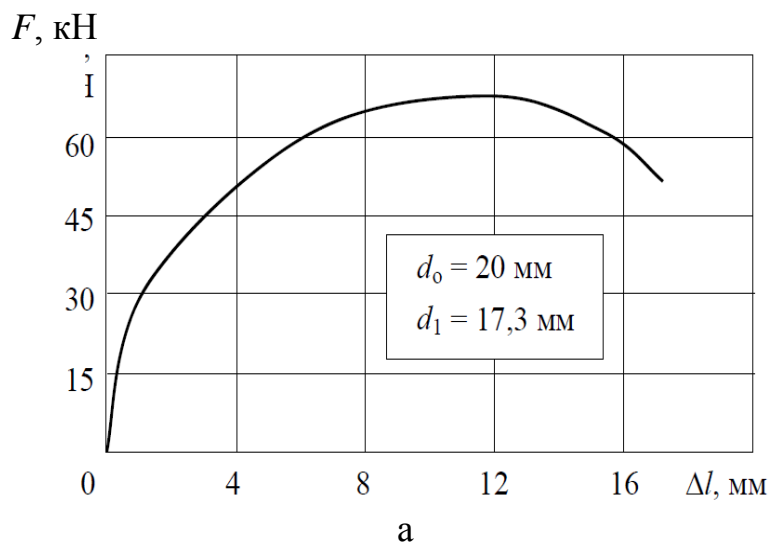


Рис. 4. Моделирование одноосного растяжения сплава МЛ5:
 а – экспериментальная диаграмма растяжения;
 б – модельная диаграмма растяжения

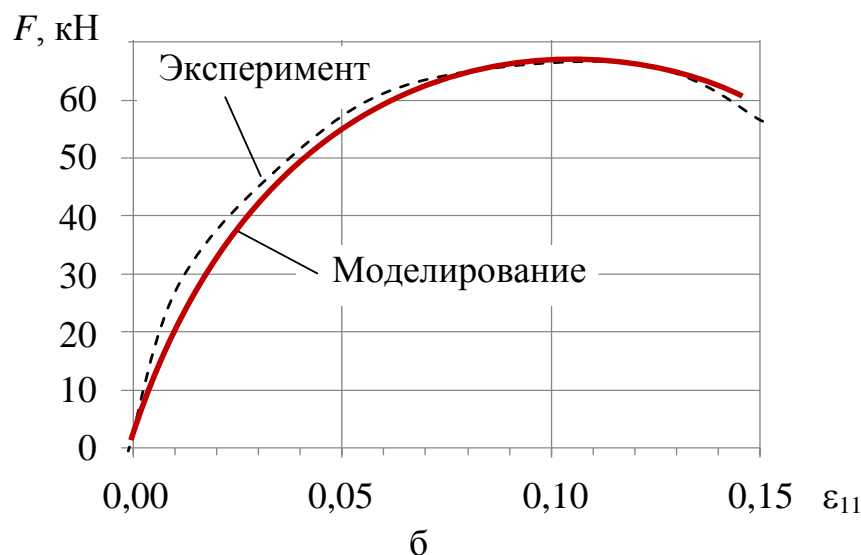


Рис. 4. Продолжение

Таким образом, результаты численного моделирования процессов деформирования октаэдрической модели, приведенные в работе, демонстрируют возможность создания математической модели деформирования твердых тел. Предлагаемая октаэдрическая модель представляет теоретический и практический интерес для механики деформируемого твердого тела, например при расчете напряженно-деформированного состояния реальных конструкций под действием произвольных нагрузок, а также для визуализации процесса деформирования.

Библиографический список

1. Миронов В.А., Лотов В.Н., Фадеев В.В. Моделирование напряженно-деформированного состояния мерзлых торфяных грунтов с помощью октаэдрической модели // Торфяная отрасль России на рубеже XXI века: проблемы и перспективы: сборник материалов научно-практической конференции ученых и производителей с международным участием. Тверь: ТвГТУ, 1999. С. 76–79.
2. Кривцов А.М. Деформирование и разрушение твердых тел с микроструктурой. М.: Физматлит, 2007. 304 с.
3. Пшенокова И.А. Математическое моделирование и визуализация процесса деформирования твердых тел методом динамических частиц: дис. ... канд. физ.-мат. наук. Нальчик: Институт информатики и проблем регионального управления Кабардино-Балкарского научного центра РАН, 2011. 147 с.
4. Диаграммы растяжения конструкционных материалов (сталей и сплавов) // ПроСопромат.ру. Технический портал, посвященный Сопромату и истории его создания. URL: <https://prosopromat.ru/page/101> (дата обращения: 15.09.2021).

NUMERICAL SIMULATION OF DEFORMATION OF STRUCTURAL MATERIALS UNDER NORMAL TEMPERATURE CONDITIONS

D.V. Fadeev, V.V. Fadeev

***Abstract.** The article develops an approach to modeling the processes of deformation of materials based on the particle method. The proposed octahedral model, using the potential of interatomic interaction, allows us to visually illustrate the behavior of the elementary volume of a solid body when its stress–strain state changes. On the basis of the proposed model, numerical simulation of compression of the ML5 alloy sample was carried out.*

***Keywords:** modeling of processes, structural materials, octahedral model.*

Об авторах:

ФАДЕЕВ Денис Вадимович – студент кафедры математической кибернетики, Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет), Москва. E-mail: denfad2003r@mail.ru

ФАДЕЕВ Вадим Валентинович – канд. техн. наук, доцент кафедры автомобильных дорог, оснований и фундаментов, Тверской государственный технический университет, Тверь. E-mail: roadstroi@mail.ru

About the authors:

FADEEV Denis Vadimovich – Student of the Department of Mathematical Cybernetics, Moscow Aviation Institute (National University), Moscow. E-mail: denfad2003r@mail.ru

FADEEV Vadim Valentinovich – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Highways Foundation and Foundations, Tver State Technical University, Tver. E-mail: roadstroi@mail.ru

Секция 4. Машиностроение и металлообработка

УДК 621.892

РЕСУРС МАГНИТОЖИДКОСТНЫХ УЗЛОВ ТРЕНИЯ

А.Н. Болотов, О.О. Новикова, В.В. Новиков, Я.А. Янишевский

© Болотов А.Н., Новикова О.О.,
Новиков В.В., Янишевский Я.А., 2022

Аннотация. В статье дан обзор факторов, определяющих долговечность магнитожидкостных узлов трения. Показано, что в основном ресурс узла определяется временем, в течение которого концентрация дисперсной фазы из-за испарения дисперсионной среды достигнет предельного значения по допустимой вязкости магнитной жидкости. Предложены соотношения, позволяющие оценить ресурс работы неразборного трибоузла или периодичность перезаправки узла трения магнитной жидкостью.

Ключевые слова: магнитные смазочные жидкости, магнито-жидкостные трибосопряжения, скорость испарения, вязкость магнитной жидкости, ресурс, трение.

В современном промышленном оборудовании магнитная жидкость в качестве смазочного материала используется достаточно широко. Хорошо зарекомендовали себя магнитожидкостные смазки в конструкциях направляющих, подшипников скольжения и герметизирующих устройств. Из-за уникальных физико-химических свойств магнитных жидкостей особенно актуальными являются магнитные трибоузлы в механизмах, эксплуатируемых в особых условиях, например в вакууме, при экстремально низких или высоких температурах [1–4]. Одним из основных преимуществ магнитных смазок по сравнению с традиционными является возможность однократной заправки узла смазочным материалом и дальнейшей длительной эксплуатации трибосопряжения без дополнительного технического обслуживания. Устойчивая работоспособность и долговечность таких узлов трения определяются как надежностью конструктивного решения, направленного на удержание магнитной смазки в зоне трения переменным или стационарным магнитным полем, так и сохранением стабильности самой магнитной жидкости.

Исследования показали, что сохранение рабочих характеристик магнитной жидкости является основным фактором сложной технической системы, которая лимитирует срок службы магнитного трибоузла [5–7].

Однако в настоящее время все еще отсутствует методика расчета ресурса магнитожидкостных узлов, которая бы учитывала именно физико-химические особенности строения жидких магнитных смазок. Целью настоящего исследования является выбор критерия, лимитирующего работоспособность магнитной жидкости, и получение соотношений, определяющих долговечность магнитожидкостного трибоузла при эксплуатации в атмосферных условиях и вакууме.

Выбор критерия, лимитирующего работоспособность магнитной жидкости. Основные причины ухудшения функциональных свойств магнитных жидкостей сводятся к разрушению их структуры [5]. Нарушение коллоидной структуры магнитной жидкости под действием сильных магнитных полей возможно, но маловероятно в силу достаточно выверенных стабильных магнитосиловых систем конструкции механизма. Значительные термомеханические воздействия также могут вызвать необратимую коагуляцию магнитных дисперсных частиц. Определив оптимальные условия эксплуатации магнитожидкостного трибоузла, можно нивелировать влияние перечисленных факторов и сохранить коллоидную стабильность магнитной смазки. Наиболее значимым фактором, определяющим ограничение ресурса магнитожидкостных узлов трения, является испарение основы магнитных жидкостей [8, 9]. В результате этого термоактивированного процесса вязкость магнитной жидкости возрастает вплоть до потери текучести, в связи с чем она перестает выполнять свои смазочные функции.

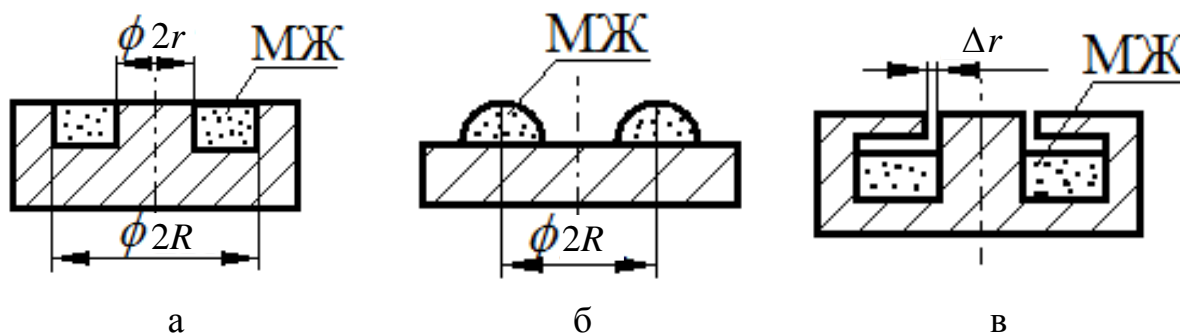
Авторами предложено оценивать ресурс магнитожидкостного трибоузла по промежутку времени, в течение которого из-за испарения дисперсионной среды концентрация магнитной фазы возрастает от начального значения ω_s до допустимого ω_f (определяется предельной вязкостью магнитного смазочного масла).

Долговечность магнитожидкостного трибоузла, эксплуатируемого в атмосферных условиях. Предположим, что поверхность магнитной жидкости контактирует с атмосферой, давление в которой существенно выше, чем в вакууме. Процесс перераспределения в окружающей среде испарившихся из поверхности основы магнитной жидкости молекул происходит по механизму диффузионного массопереноса и зависит от формы свободной поверхности магнитной жидкости (рисунок). В случае полностью открытой поверхности магнитного масла (рисунок б) ресурс t магнитожидкостного узла определяется по формуле

$$t = \frac{\rho V}{\psi_1} [\omega_f - \omega_s + \omega_s \ln(\frac{1-\omega_s}{1-\omega_f})], \quad (1)$$

где ρ – плотность жидкой фазы; V – исходный (заправочный) объем магнитной жидкости; $\psi_1 = \frac{DCP_s\mu}{2RT\varepsilon_0} (1 + \frac{DC}{2\varepsilon_0S(1-\omega_s)} \sqrt{\frac{2\pi\mu}{RT}})$ (D – коэффициент диффузии молекул пара в окружающем газе; C – эквивалентная

электрическая емкость; P_s – давление насыщенных паров при данных условиях; μ – молярная масса; R – универсальная газовая постоянная; T – абсолютная температура; ε_0 – электрическая постоянная; S – поверхность, через которую происходит массоперенос (обычно поверхность магнитной жидкости)).



Примеры свободной поверхности магнитной жидкости (а, б) и ее геометрического расположения (а, в)

Если магнитная жидкость находится в полости с небольшим отверстием (см. рисунок а, в), ресурс магнитожидкостного подшипника рассчитывается по формуле

$$t = \frac{V(\omega_f - \omega_s)\rho}{\psi_2}, \quad (2)$$

где $\psi_2 = \frac{DS_0 P_s \mu}{RTh} \left(1 + \frac{DS_0}{hS(1-\omega_s)} \sqrt{\frac{2\pi\mu}{RT}} \right)^{-1}$ (S_0 – площадь отверстия; h – длина канала отверстия).

Ресурс магнитожидкостного трибоузла, работающего в вакууме.

В случае вакуума необходимо учесть сверхнизкое давление пара над поверхностью магнитной жидкости, которое приводит к повышенной скорости испарения дисперсионной среды по сравнению с атмосферными условиями. Выбор в качестве основы магнитной жидкости сред с низким давлением насыщенных паров позволит снизить скорость фазового перехода «жидкость – пар». В качестве примера дисперсионных сред, удовлетворяющих данному условию, можно назвать такие жидкостеносители, как углеводородная ВМ-1, олигоэтилсилоксановая ПЭС-В-1, олигоэтилсилоксановая ПЭС-5, олигометилфенилсилоксановая ФМ-1, алкилнафталиновая и перфторполиэфир.

По мере испарения дисперсионной среды возрастает концентрация твердой дисперсной магнитной фазы. При достижении ее предельного значения вязкость магнитной жидкости также становится предельно высокой, эксплуатационный период, предшествующий этому, определяет ресурс магнитожидкостного трибоузла. Анализируя временную зависимость нарастания дисперсной фазы из-за испарения жидкостеносителя

носителя, долговечность магнитожидкостного трибоузла, работающего в вакууме, выразим следующим образом:

$$t = \left[V(\omega_f - \omega_s) + V\omega_s \ln \frac{1-\omega_s}{1-\omega_f} \right] \sqrt{2\pi\mu RT} \frac{\rho}{S\mu P_s}. \quad (3)$$

Формула (3) применяется в случаях, когда можно пренебречь количеством молекул, которые конденсируются после испарения (см. рисунок б). Если испарившиеся молекулы диффундируют в вакуум по механизму молекулярной эффузии через малое отверстие площадью S_0 (см. рисунок а, в), время изменения концентрации дисперсной фазы от ω_s до ω_f будет рассчитываться по формуле

$$t = \frac{V(\omega_f - \omega_s)}{P_s S_0} \sqrt{\frac{2\pi RT}{\mu}}. \quad (4)$$

В таблице приведены результаты расчетов долговечности магнито-жидкостного подшипника по формулам (1)–(4) для двух вариантов геометрического расположения поверхности магнитной жидкости и значений объемной температуры. Для примера выбраны магнитные жидкости на основе диоктилсебагината ММ-ДОС (для эксплуатации в атмосфере) и хлорфенилсилоксана ММ-ХС (для работы в вакууме), характеризующегося низким давлением насыщенных паров.

Ресурс магнитожидкостных подшипников
при различных условиях испытаний

Условия испытаний		Ресурс, годы	
Положение поверхности испарения	Температура, °С	ММ-ДОС, атмосфера	ММ-ХС, вакуум
Поверхность масла полностью открыта	20	6,9	0,17
	100	0,13	$3 \cdot 10^{-4}$
Масло находится в полости с отверстием	20	28,7	13
	100	0,53	$2 \cdot 10^{-3}$

Анализ результатов расчетов для двух вариантов эксплуатации, определяющих скорость испарения и рассеяния пара, показал, что снижение температуры эксплуатации узла и уменьшение свободной поверхности магнитной жидкости существенно увеличивают долговечность магнитных подшипников. При оптимальном сочетании этих факторов она может составлять десятки лет. При этом особенно сильное влияние оказывает положение поверхности испарения магнитной жидкости.

Заключение. Для увеличения срока эксплуатации магнито-жидкостного узла необходимо комплексно сочетать факторы: подобрать рациональную конструкцию трибоузла, обеспечивающего минимальное испарение магнитной жидкости, и площадь поверхности трения, достаточную для сохранения несущей способности узла; выбрать состав

магнитной жидкости, соответствующий температурным и нагрузочным условиям в реальном трибоконтакте.

Предложенные соотношения (1)–(4) позволяют достаточно точно оценить время, по истечении которого объемная концентрация дисперсной фазы возрастает до недопустимого значения из-за испарения жидкости-носителя. Рассчитанный период времени можно трактовать как ресурс работы неразборного трибоузла, идущего под замену, или периодичность перезаправки узла трения магнитной жидкостью. Последнее актуально в случае недоступности достаточно дорогих низколетучих магнитных жидкостей. Особенно востребованы полученные результаты при проектировании узлов трения космической техники и нефтегазового оборудования.

Библиографический список

1. Odenbach S. Ferrofluids: magnetically controllable fluids and their applications. Lecture notes in physics. Luxemburg: Springer-Verlag, 2002. 253 p.
2. Фертман В.Е. Магнитные жидкости: справочное пособие. Минск: Вышэйш. шк., 1988. 184 с.
3. Магнитные жидкости в машиностроении / Д.В. Орлов [и др.]. М.: Машиностроение, 1993. 272 с.
4. Болотов А.Н., Новиков В.В., Новикова О.О. Расчет и оптимизация постоянных магнитов для специальных подшипниковых опор: монография. Тверь: ТвГТУ, 2013. 124 с.
5. Исследование структурной стабильности магнитных масел для узлов трения / А.Н. Болотов [и др.] // Известия МГТУ МАМИ. 2014. Т. 4. № 2 (20). С. 15–17.
6. Study on the synthesis and tribological property of Fe₃O₄ based magnetic fluids / Wei Huang, Wang Xiaolei, Ma Guoliang, Shen Cong // Tribology Letters. 2009. Vol. 33. No. 3. P. 187–192.
7. Мищак А. Трибологические свойства феррожидкости // Трение и износ. 2006. Т. 27. № 3. С. 330–336.
8. Болотов А.Н., Новиков В.В., Новикова О.О. Расчет ресурса магнитожидкостных узлов трения в газовой среде // Вестник машиностроения. 2016. № 10. С. 55–59.
9. Болотов А.Н., Новиков В.В., Новикова О.О. О зависимости коллоидной устойчивости магнитных жидкостей от диэлектрической проницаемости стабилизатора и дисперсионной среды // Известия высших учебных заведений. Серия: Химия и химическая технология. 2017. Т. 60. № 4. С. 75–81.

SERVICE LIFE OF MAGNETIC FRICTION UNITS

A.N. Bolotov, O.O. Novikova, V.V. Novikov, Y.A. Yanishevsky

***Abstract.** The article provides an overview of the observed phenomena of magnetic fluid nodes. It is shown that, basically, a solution is established in the resource about the time during which the concentration of the dispersed phase due to the dispersion of the dispersion medium is determined by the limiting value for the allowable viscosity of the magnetic fluid. Estimated assessment, assessment of the service life of a non-separable triboassembly or the frequency of refilling a set of ferrofluid samples.*

***Keywords:** magnetic lubricating fluids, magnetofluidic tribounits, evaporation rate, magnetic fluid viscosity, service life, friction.*

Об авторах:

БОЛОТОВ Александр Николаевич – д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой прикладной физики, Тверской государственный технический университет, Тверь. E-mail: alnikbltov@rambler.ru

НОВИКОВА Ольга Олеговна – канд. техн. наук, доцент кафедры прикладной физики, Тверской государственный технический университет, Тверь. E-mail: onvk@mail.ru

НОВИКОВ Владислав Викторович – канд. техн. наук, доцент кафедры прикладной физики, Тверской государственный технический университет, Тверь. E-mail: vnkv@yandex.ru

ЯНИШЕВСКИЙ Яков Андреевич – студент, Государственный университет «Дубна», Дубна. E-mail: yaya.20@uni-dubna.ru

About the authors:

BOLOTOV Alexander Nikolayevich – Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Applied Physics, Tver State Technical University, Tver. E-mail: alnikbltov@rambler.ru

NOVIKOVA Olga Olegovna – Candidate of Technical Sciences, Assistant of the Department of Applied Physics, Tver State Technical University, Tver. E-mail: onvk@mail.ru

NOVIKOV Vladislav Viktorovich – Candidate of Technical Sciences, Assistant of the Department of Applied Physics, Tver State Technical University, Tver. E-mail: vnkv@yandex.ru

YANISHEVSKY Yakov Andreevich – Student, Dubna State University, Dubna. E-mail: yaya.20@uni-dubna.ru

МАГНИТНЫЕ СМАЗОЧНЫЕ НАНОМАСЛА НА ОСНОВЕ КРЕМНИЙОРГАНИЧЕСКИХ НАНОЖИДКОСТЕЙ

А.Н. Болотов, О.О. Новикова, Я.А. Янишевский

© Болотов А.Н., Новикова О.О.,
Янишевский Я.А., 2022

***Аннотация.** В статье рассмотрен новый подход к проектированию магнитожидкостных трибосопряжений, работающих при граничном режиме трения. Предложена технология получения магнитных смазочных наномасел на основе силоксанов и исследованы их основные триботехнические характеристики. Дан анализ влияния ряда противоизносных присадок, растворенных в наномаслах, на коэффициент трения и интенсивность изнашивания трибоузлов в широком диапазоне нагрузок. Применение разработанной технологии позволит проектировать новые магнитные наномасла с учетом условий эксплуатации конкретных узлов трения. Полученные смазочные композиции значительно повысят надежность и увеличат ресурс магнитных узлов трения.*

***Ключевые слова:** магнитные смазочные наномасла, магнитожидкостные трибосопряжения, противоизносные присадки, трение, износ.*

Применение магнитных смазочных материалов для узлов трения существенно повышает надежность и долговечность машин и оборудования. Высокие триботехнические характеристики магнитожидкостных смазок обусловлены уникальным сочетанием физико-химических свойств коллоидных систем с дисперсными магнитными и антифрикционными наполнителями [1–4]. Особенностью магнитожидкостных трибоузлов является необходимость включения в конструкцию магнитной системы для локализации магнитного смазочного материала непосредственно в зоне трения. Конструктивно это существенно проще проектирования специальных устройств для регенерации и восполнения потерь традиционных смазочных масел. При этом необходимый объем магнитного смазочного материала не превышает нескольких кубических сантиметров, а герметичность устройства не является обязательным условием.

Известные в настоящее время магнитные жидкости, состоящие из основы, дисперсной магнитной фазы и стабилизатора, достаточно хорошо изучены, и их потенциальные возможности как смазочного материала в трибоузлах в значительной мере исчерпаны [5–8]. Так, попытка улучшить трибологические характеристики магнитных жидкостей путем введения в их состав специальных антифрикционных присадок привела к ухудшению

коллоидной стабильности системы [9], в то время как смазочные свойства улучшились несущественно. Принципиально новый подход к проектированию трибосопряжений, работающих при граничном режиме трения, заключается в создании специальных магнитных смазочных композиций – магнитных наномасел.

Задача данного исследования состояла в разработке технологии получения магнитных смазочных наномасел на основе силиконов и исследовании их триботехнических характеристик.

Синтез магнитного смазочного наномасла. По результатам анализа физико-химических свойств в качестве основы магнитных смазочных наномасел были выбраны синтетические кремнийорганические жидкости ПЭС-5 и ХС-2-1ВВ, обладающие малой испаряемостью, хорошими реологическими характеристиками при низких температурах и высокими смазочными свойствами в широком диапазоне нагрузок.

Для синтеза магнитных наномасел в основном использовался высокодисперсный магнетит, выбор ПАВ-стабилизатора осуществлялся с учетом диэлектрического критерия [10]. В магнитных смазочных композициях на основе ПЭС-5 и ХС-2-1ВВ были растворены различные присадки.

Базовая технология синтеза магнитных масел включала в себя несколько стандартных этапов. На заключительном этапе в магнитную жидкость для получения масла вводились присадки при температуре 40–50 °С и тщательном перемешивании.

Оборудование и методы исследования. Смазочные свойства магнитных масел при высоких давлениях в зоне трения испытывались на трехшариковой машине трения МТШ-М [11]. Магнитное масло на дорожке трения собиралось и удерживалось неоднородным полем цилиндрических магнитов, закрепленных между шарами. Шаровые образцы диаметром 8 мм и цилиндрический контрорбразец были выполнены из стали ШХ-15.

В области средних давлений магнитные масла испытывались по схеме трения диск (Ст. 3) – палец (бронза ОСЦ5-5-5) на машине трения МТП [11]. Достаточное для испытаний количество магнитного масла составляло 3 см³, оно наносилось непосредственно на дисковый контрорбразец и удерживалось магнитным полем на дорожке трения.

Результаты экспериментальных исследований. Магнитное наномасло ММ1-ПЭС (таблица, в скобках после марки масла указаны дисперсная фаза и стабилизатор) стабилизировано олеиновой кислотой (ОК) и содержит около 6 об. % магнитной фазы. Вязкость масла в несколько раз выше вязкости основы, что нельзя объяснить указанным объемным содержанием магнетита. Можно предположить, что значительный рост объема дисперсной фазы и вязкости обусловлен полимолекулярным строением сольватных оболочек частиц. Намагниченность насыщения

масел ММ1-ПЭС не слишком высокая (19–25 кА/м), но этого достаточно, чтобы масло сохраняло хорошую магнитоподвижность в узлах трения.

Магнитное наномасло ММ1-ПЭС имеет очень хорошую седиментационную и агрегативную устойчивость в градиентных магнитных полях. Малая испаряемость составляющих его компонентов позволяет применять масло в газовой среде и в условиях вакуума при температуре от –40 до 100 °С. Коагуляционные процессы развиваются в магнитном масле при температуре более 100 °С за счет деструкции сольватных оболочек частиц в результате десорбции олеиновой кислоты. При температурах ниже –40 °С масло теряет магнитоподвижность и перестает реагировать на внешнее магнитное поле. ММ1-ПЭС, по сути, является традиционной магнитной жидкостью, однако созданные на ее основе магнитные масла превосходят ее по смазочным свойствам.

Триботехнические свойства магнитных наномасел

№ п/п	Смазочная композиция	Машина трения МТП ($P = 4,2$ МПа, $v = 0,32$ м/с)		Машина трения МТШ-М ($P = 1,25$ ГПа, $v = 0,24$ м/с)	
		f	$I_h, 10^{-9}$	f	$d, \text{мм}$
1	ПЭС-5	0,14	14,5	0,21	0,69
2	ММ1-ПЭС ($\text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{ОК}$)	0,12	12,6	0,15	0,6
3	ММ1-ПЭС: + 5 масс. % совол + 15 масс. % совол + 20 масс. % совол	0,08	2,1	0,15	0,82
				0,13	0,48
				0,12	0,39
4	ММ1-ПЭС + 10 масс. % ДФ-11	0,13	4,1	0,12	0,69
5	ММ1-ПЭС + 5 масс. % ЗН2ТЭ	0,14	3,7	0,16	0,49
6	ММ2-ПЭС ($\text{Fe} + \text{XC-2-1BB}$)	0,1	2,0	0,3	0,95
7	XC-2-1BB	0,03	0,5	0,18	0,68
8	ММ1-XC ($\text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{MXC}$)	0,15	0,6	0,16	0,51
9	ММ1-XC + 5 масс. % совол	0,09	0,55	0,15	0,47
10	ММ1-XC + 5 масс. % ДФ-11	–	–	0,13	0,39
11	ТМ-5-18	0,07	0,4	0,15	0,35

Примечание. P – давление на контакте; v – скорость скольжения; f – коэффициент трения; I_h – интенсивность изнашивания; d – диаметр пятна износа.

Была установлена нестандартная зависимость смазочных свойств масла ММ1-ПЭС от концентрации присадки совол (смесь пента- и тетрахлордифенилов) (см. таблицу). При небольших концентрациях присадки происходило ухудшение смазочных свойств наномасла, при увеличении содержания присадки в масле больше 6–7 масс. % трение и износ снижались. Предположительно, причиной этому стало влияние синергетического эффекта совместного действия ПАВ-стабилизатора и ПАВ-присадки. Магнитное наномасло ММ1-ПЭС, содержащее 15 масс. % присадки совол, имеет смазочные характеристики, сравнимые с характеристиками хорошего трансмиссионного масла ТМ-5-18. При увеличении концентрации присадки в масле свыше 15 масс. % трение и износ снижались, но наблюдалось разрушение коллоидной структуры наномасла и существенно возрастало негативное коррозионное воздействие хлора присадки.

Присадка ДФ-11 (раствор диалкилдитиофосфата цинка в масле) позволила снизить трение и износ в составе углеводородных смазочных композиций. Однако ее добавление в масло ММ1-ПЭС не повлияло на смазочные свойства магнитного наномасла.

Присадка 3Н2ТЭ (хлорированный эфир пентадиена) позволила существенно улучшить противоизносные свойства магнитного масла ММ1-ПЭС. Установлено оптимальное содержание данной присадки с целью сохранения коллоидной устойчивости и улучшения триботехнических характеристик магнитного масла – около 5 масс. %.

Высокие смазочные свойства показали синтезированные магнитные наномасла с присадками на основе олигохлорорганосилоксана ММ1-ХС.

В процессе триботехнических испытаний хорошо зарекомендовали себя магнитные наномасла на основе олигомера ХС-2-1ВВ. Они обладают достаточно высокой намагниченностью насыщения (22–41 кА/м), позволяющей стабильно удерживать магнитным полем масло в зоне трения. Помимо этого, показатель их пластической вязкости является одним из самых низких для магнитных масел на основе кремнийорганических жидкостей. Совокупность указанных свойств позволяет использовать магнитные наномасла на основе олигомера ХС-2-1ВВ в трибоузлах, работающих при граничном и гидродинамическом режимах смазки. Магнитные наномасла на основе олигомера ХС-2-1ВВ могут надежно использоваться для смазывания при окружающей температуре от ~180 до –30 °С.

Заключение. Проведенные исследования показали, что синтетические кремнийорганические жидкости ПЭС-5 и ХС-2-1ВВ могут быть использованы в качестве дисперсионной среды для создания магнитных смазочных наномасел. Изготовленные на основе предложенной технологии магнитные наномасла устойчиво работают в широком температурном и нагрузочном диапазонах.

Триботехнические испытания магнитных наномасел на базе кремнийорганических жидкостей в широком диапазоне нагрузок выявили их специфические особенности. Проведен анализ влияния ряда противозносных присадок, растворенных в маслах, на коэффициент трения и интенсивность изнашивания трибоузлов. Установлены оптимальные концентрации вводимых присадок для снижения изнашивания трибоузла с сохранением коллоидной и коррозионной устойчивости наномасел. Применение полученных магнитных смазочных композиций позволит значительно повысить надежность, а также увеличить ресурс узлов трения.

Библиографический список

1. Odenbach S. Ferrofluids: magnetically controllable fluids and their applications. Lecture notes in physics. Luxemburg: Springer-Verlag, 2002. 253 p.
2. Фертман В.Е. Магнитные жидкости: справочное пособие. Минск: Вышэйш. шк., 1988. 184 с.
3. Ochoński W. Sliding bearings lubricated with magnetic fluids // *Industrial Lubrication and Tribology*. 2007. Vol. 59. No. 6. P. 252–265.
4. Nada G.S., Osman T.A. Static performance of finite hydrodynamic journal bearings lubricated by magnetic fluids with couple stresses // *Tribology Letters*. 2007. Vol. 27. No. 3. P. 261–268.
5. Технологические методы повышения смазочного действия нанодисперсных магнитных масел / А.Н. Болотов [и др.] // Сборка в машиностроении, приборостроении. 2017. № 8. С. 361–365.
6. Study on the synthesis and tribological property of Fe₃O₄ based magnetic fluids / Wei Huang, Wang Xiaolei, Ma Guoliang, Shen Cong // *Tribology Letters*. 2009. Vol. 33. No. 3. P. 187–192.
7. Мищак А. Трибологические свойства феррожидкости // Трение и износ. 2006. Т. 27. № 3. С. 330–336.
8. Болотов А.Н., Новиков В.В., Новикова О.О. Смазочные масла, полученные модифицированием магнитных наножидкостей // *Материаловедение*. 2019. № 11. С. 29–35.
9. Ермаков С.Ф. Влияние смазочных материалов и присадок на триботехнические характеристики твердых тел. Часть 2. Активное управление трением // Трение и износ. 2012. Т. 33. № 3. С. 275–283.
10. Болотов А.Н., Новиков В.В., Новикова О.О. О зависимости коллоидной устойчивости магнитных жидкостей от диэлектрической проницаемости стабилизатора и дисперсионной среды // *Известия высших учебных заведений. Серия: Химия и химическая технология*. 2017. Т. 60. № 4. С. 75–81.
11. Bolotov A.N., Novikov V.V., Novikova O.O. Studying tribotechnical properties of nanostructured lubricating oils with various dispersive media // *Journal of Friction and Wear*. 2017. Vol. 38. No 2. P. 121–125.

MAGNETIC LUBRICATING NANOOILS BASED ON ORGANOSILICON LIQUIDS

A.N. Bolotov, O.O. Novikova, Y.A. Yanishevsky

Abstract. *A new approach in the design of magnetofluidic tribounits operating under the boundary friction regime is considered. A technology for producing magnetic lubricating nanooills based on siloxanes is proposed and their main tribotechnical characteristics are investigated. The analysis of the influence of a number of anti-wear additives dissolved in nanooils on the coefficient of friction and the wear rate of tribounits in a wide range of loads is given. The application of the developed technology will make it possible to design new magnetic nanooils taking into account the operating conditions of specific friction units. The resulting lubricating compositions will significantly increase the reliability and service life of magnetic friction units.*

Keywords: *magnetic lubricating nanooills, magnetofluidic tribounits, anti-wear additives, friction, wear.*

Об авторах:

БОЛОТОВ Александр Николаевич – д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой прикладной физики, Тверской государственной технической университет, Тверь. E-mail: alnikbltov@rambler.ru

НОВИКОВА Ольга Олеговна – канд. техн. наук, доцент кафедры прикладной физики, Тверской государственной технической университет, Тверь. E-mail: onvk@mail.ru

ЯНИШЕВСКИЙ Яков Андреевич – студент, Государственный университет «Дубна», Дубна. E-mail: yaya.20@uni-dubna.ru

About the authors:

BOLOTOV Alexander Nikolayevich – Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Applied Physics, Tver State Technical University, Tver. E-mail: alnikbltov@rambler.ru

NOVIKOVA Olga Olegovna – Candidate of Technical Sciences, Assistant of the Department of Applied Physics, Tver State Technical University, Tver. E-mail: onvk@mail.ru

YANISHEVSKY Yakov Andreevich – Student, Dubna State University, Dubna. E-mail: yaya.20@uni-dubna.ru

Секция 5. Химия, химическая и биотехнология

УДК 641.12:641.51

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БЕЛКОВ БОБОВЫХ КУЛЬТУР В ПРОДУКТАХ ПИТАНИЯ

В.А. Базулева, Е.А. Прутенская

© Базулева В.А., Прутенская Е.А., 2022

***Аннотация.** На сегодняшний день наблюдается дефицит пищевого белка в рационе питания, что приводит к истощению организма человека и возникновению алиментарно-зависимых заболеваний. В статье проанализирована пищевая ценность бобовых в сравнении с другими видами продовольственного сырья, проведен обзор основных способов использования продуктов переработки бобовых культур.*

***Ключевые слова:** бобовые культуры, белковые вещества, пищевая ценность.*

Около 80 % мировых запасов пищевого белка относятся к растительным культурам, из них 50 % составляют зерновые, 25 % – зернобобовые и масличные. Растительное сырье считается перспективным источником белка, так как быстро воспроизводится, доступно, экологически безопасно при соблюдении технологий выращивания, а также дешевле, чем животное сырье. Широкое распространение имеет соя ввиду использования ее в мясоперерабатывающей отрасли в качестве заменителя животного белка, а, например, на использование фасоли приходится всего 2 % [1]. Однако если комбинировать различные растения, например злаковые с бобовыми, то можно получить белковый комплекс с «идеальным» аминокислотным составом [2].

По пищевой ценности бобовые культуры близки к животным продуктам. Проанализировав пищевую ценность бобовых по сравнению с другим продовольственным сырьем, можно говорить о том, что белка в них примерно в 1,5 раза больше, чем в говядине, в 2–3 раза больше, чем в зерновых культурах, и в 8 раз больше, чем в картофеле и молоке. Зернобобовые содержат в своем химическом составе фитостеролы, фитаты, лецитин и изофлавоны, характеризуются низким гликемическим индексом, а также не имеют глютена и холестерина, в них мало натрия, много железа и фолатов. Исключительность состава зернобобовых делает их весомым сырьем для разработки функциональных, диетических и специальных продуктов питания. Согласно мнению диетологов, бобовые

входят в список десяти самых полезных для здоровья продуктов и должны составлять не менее 8 % рациона питания [3].

Бобовые культуры содержат различные белковые фракции: водосолеорастворимые (76–83 %), щелочерастворимые (8–10 %) и остаточные. Незаменимые аминокислоты в большей степени содержатся в альбуминах (до 20 %) и глобулинах (60–90 %), поэтому извлекаются из сырья водными растворами нейтральных солей. Альбуминовая и глобулиновая фракции представлены гетерогенными комплексами белков. Глобулины характеризуются высоким процентом лизина, но имеют меньше триптофана и метионина по сравнению с альбуминами. Для бобовых характерен высокий процент аргинина, аспарагиновой и глутаминовой кислот и очень низкий – пролина [4]. В ряде образцов было выявлено, что при пониженном количестве белка содержится больше водорастворимой фракции – альбуминов, но закономерность в накоплении отдельных белковых фракций в зависимости от количества белка в семенах не установлена.

Щелочерастворимая фракция представлена в основном глютелинами.

В настоящее время активно ведутся исследования в области переработки зернобобовых с целью получения продуктов питания с определенными функциональными свойствами. Особое внимание нутрициологи уделяют зернобобовым ввиду наличия в их составе множества эссенциальных веществ биокорректирующего действия. В рационе питания населения популярны продукты, готовые сразу к употреблению, а также диетические, оздоравливающие, на основе растительного сырья.

Помимо употребления бобовых культур в сыром и вареном виде, также используют переработанные бобовые. Применение высокобелковых растительных продуктов делает возможным значительное увеличение экономических показателей производства за счет снижения стоимости исходного сырья. Одним из перспективных источников высокобелкового сырья является мука бобовых.

Исследователями разработана технология переработки зерна, бобовых и зерновых культур для получения экструдированной муки из девяти видов сырья. Экструзионная технология является одной из наиболее перспективных и высокоэффективных процессов и сочетает в себе термо-, гидро- и механическую обработку сырья. Такой процесс позволяет получить продукты нового поколения с заданными свойствами и новой структурой, а также продукты быстрого приготовления. На основе муки из фасоли, гороха, нута, сои можно производить белковые паштеты, икру, пасты, сухие завтраки, чипсы, сухарики, мюсли, обогащенные белком, хлебобулочные изделия; создавать продукты диетического,

лечебного, оздоровительного питания, богатые необходимыми целевыми компонентами [5].

Эмульгирующие свойства горохового экстракта способствовали его использованию в технологии заварных полуфабрикатов. Для стабилизации структурно-механических показателей майонеза яичный желток заменяли концентратом гороха, полученным после гидротермической обработки гороха при температуре 95–97 °С в течение 45–70 мин с последующим плющением, сушкой до влажности 7,0–7,5 % и размолом [6].

Существует способ получения крема из гороха и фасоли. Для этого их варят до готовности на кипяченом цельном молоке или на смеси воды и молока. В измельченную смесь растительного сырья и жидкости добавляют сахар и регулятор кислотности, активно перемешивают до образования пены, соединяют со сливочным маслом, ароматизаторами и взбивают до консистенции крема.

Обогащение хлеба белковыми добавками – перспективный путь в решении проблемы недостатка белка. Натуральные добавки, полученные из растительных источников белка, например из семян бобовых культур, являются хорошими и наиболее экономически выгодными.

Широко используются в хлебопечении соя и продукты ее переработки. Известно применение сырой муки гороха с процентной долей в тесте не более 5 %. При этом расход пшеничной муки сокращается, а водопоглотительная способность теста увеличивается. Кроме того, существует способ приготовления теста с добавлением гороховой белковой пасты, основанный на заквашивании гороховой муки. Пасту добавляют при замесе в количестве 10–20 % от массы муки в тесте. Содержание белка в хлебе при таком способе увеличивается на 2–3 %.

Предложен способ внесения горохового белкового концентрата в виде белково-жировой эмульсии при производстве пшеничного хлеба. Ее готовят из фосфатидного концентрата, растительного масла, горохового белкового концентрата и воды в гомогенизаторе в течение 3 мин и выдерживают при 30 °С в течение 3,5 ч. Тесто готовят опарным способом [7].

Фасоль также находит применение в хлебопекарной и кондитерской промышленности. Некоторые исследователи отмечают, что для лучшего усвоения белого хлеба организмом и увеличения его питательных свойств фасолевую муку белых сортов в количестве 10–15 % стоит добавлять к пшеничной муке. Такой хлеб содержит на 2–3 % белка больше, чем пшеничный, и обладает более высокими вкусовыми и питательными качествами.

Разработан способ получения белковой структуры для применения при производстве напитков, творога и сыров. Чтобы получить белковую композицию, замачивают бобы нута, измельчают набухшие бобы в горячей воде, нагревают суспензию до 85–92 °С, выдерживают и

охлаждают до 63 °С. Затем подкисляют до рН 4,8 и вносят солодовый раствор.

Для получения калорийного белкового продукта высокого качества, пригодного для людей всех возрастов, вегетарианцев, а также болеющих диабетом, для улучшения вкусовых свойств был изобретен паштет из бобовых. Его состав характеризуется наличием бобовых, орехов, чеснока, масла, воды, соли и специй в определенном соотношении. Полученный паштет с пластичной консистенцией имеет вкус, который не похож на вкус блюд из бобовых культур. Продукт употребляется в холодном виде, не требует подогрева, поэтому очень удобен [8].

По результатам обзора можно отметить важность и ценность использования бобовых культур в разработке современных рецептурно-технологических решений и технологий получения функциональных продуктов питания с заданными свойствами для пищевой промышленности. Создание таких пищевых продуктов основано на доступных методах воздействия: физических и химических.

Проектирование рецептурных смесей пищевых продуктов с использованием бобовых культур имеет широкое применение в различных отраслях пищевой промышленности. Основное внимание уделяется созданию комбинированных продуктов питания на основе частичной или полной замены традиционного сырья продуктами переработки бобовых.

Библиографический список

1. Патшина М.В. Некоторые аспекты использования комбинации белковых препаратов в мясных продуктах // Инновационная наука. Сельскохозяйственные науки. 2015. № 8. С. 85–86.
2. Перспективы применения зернобобовых в инновационных технологиях функциональных продуктов питания / Н.С. Родионова [и др.] // Вестник ВГУИТ. 2020. Т. 82. № 3. С. 153–163.
3. Манжесов В.И. Перспективы использования бобов фасоли для получения белковых концентратов // Хранение и переработка сельхозсырья. 2011. № 8. С. 65–65.
4. Царева Н.И., Артемова Е.Н. Бобовые в технологии продуктов питания со взбивной структурой. Орел: Госуниверситет – УНПК, 2014. 133 с.
5. Николаева Д.А. Перспективные технологии переработки зернобобовых, сои и зерновых на пищевые продукты быстрого приготовления // Техника и технология пищевых производств: тезисы докладов Международной научно-технической конференции. Могилев: БГУ, 2005. С. 98–99.

6. Керимов И.И. Повышение эффективности применения продуктов переработки гороха в пищевых технологиях: автореф. ... канд. техн. наук: 05.18.01. Пятигорск, 2005. 24 с.

7. Новые продукты переработки зерна бобовых и крупяных культур / А.Д. Задорин [и др.] // Химия и компьютерное моделирование. Бутлеровские сообщения. 2001. № 5. С. 28–35.

8. Способ производства натуральных консервов из горошка: пат. 2257817 Рос. Федерация. № 2004105073/13 / Квасенков О.И.; заявл. 24.02.2004; опубл. 10.08.2005, Бюл. № 22. 15 с.

THE USE OF LEGUME PROTEINS IN FOOD

V.A. Bazuleva, E.A. Prutenskaya

***Abstract.** Today, there is a deficiency of protein in the diet, which leads to depletion of the human organism and the emergence of alimentary-dependent diseases. The article analyzes the nutritional value of legumes in comparison with other types of food raw materials, reviews the main ways of using processed legumes.*

***Keywords:** legumes, protein substances, nutritional value.*

Об авторах:

БАЗУЛЕВА Виктория Александровна – преподаватель кафедры биотехнологии, химии и стандартизации, Тверской государственный технический университет, Тверь. E-mail: bazvik@list.ru

ПРУТЕНСКАЯ Екатерина Анатольевна – канд. биол. наук, доцент кафедры биотехнологии, химии и стандартизации, Тверской государственный технический университет, Тверь. E-mail: prutenskaya@mail.ru

About the authors:

BAZULEVA Victoria Alexandrovna – Lecturer of the Department of Biotechnology, Chemistry and Standardization, Tver State Technical University, Tver. E-mail: bazvik@list.ru

PRUTENSKAYA Ekaterina Anatolevna – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Biotechnology, Chemistry and Standardization, Tver State Technical University, Tver. E-mail: prutenskaya@mail.ru

АНАЛИЗ АНТИОКСИДАНТНОЙ АКТИВНОСТИ ЭКСТРАКТОВ, ПОЛУЧЕННЫХ ИЗ ПОЛОВЫ ЛЬНА

А.В. Волкова, Е.В. Ожимкова

© Волкова А.В., Ожимкова Е.В., 2022

Аннотация. В настоящее время антиоксиданты востребованы при производстве пищевых продуктов, косметических и фармацевтических препаратов. В статье предложена методика получения экстрактов из половы (отходов заготовки семян льна) и исследована антиоксидантная активность полученных настоев.

Ключевые слова: антиоксиданты, экстракция, отходы, возобновляемые ресурсы, лен.

Перспективным сырьем для получения ценных биологически активных веществ, в том числе натуральных антиоксидантов, являются отходы переработки сельскохозяйственных растений. Преимуществом использования антиоксидантов природного происхождения является то, что их можно использовать на протяжении долгосрочного периода за счет низкой токсичности, а также рассматривать как естественный фактор метаболизма, который принимается иммунной системой и не изменяет процесс химического гомеостаза. Кроме того, большинство синтетических антиоксидантов, к сожалению, проявляют довольно токсичное действие на организм и могут являться причиной развития серьезных заболеваний. В связи с этим применение синтетических антиоксидантов ограничено, а их содержание в продуктах питания строго регламентируется.

Таким образом, более перспективными для применения в промышленности являются природные антиоксиданты. Они не только замедляют или предотвращают окислительную порчу продуктов, в которых возможны окислительные процессы, но и обогащают их биологически активными веществами, повышая тем самым пищевую и биологическую ценность. Следовательно, есть основания считать антиоксидантную активность одним из показателей, отражающих физиологическую ценность продукта для организма человека. На сегодняшний день уровень содержания природных антиоксидантов целесообразно рассматривать в качестве дополнительного критерия качества продуктов питания, расширяя группу нормированных показателей, установленных нормативной документацией [1].

Существует большое разнообразие методов получения антиоксидантов, наиболее распространенными являются химический и

микробиологический синтез, а также экстракция из растительного сырья [2].

При существующих технологиях заготовки и переработки сельскохозяйственного сырья образуется большое количество органических отходов, богатых разнообразными биологически активными соединениями, в том числе антиоксидантами. Растительные отходы являются постоянно возобновляемым вторичным сырьем, которое целесообразно использовать для рентабельного получения востребованных биологически активных веществ. Кроме того, получаемые растительные экстракты чаще всего содержат сложный комплекс биологически активных веществ, обладающих широким спектром действия (противовоспалительным, антимикробным, иммуностимулирующим, антиоксидантным и т. д.) [3].

Вследствие увеличения площадей посевов и объемов переработки льна на территории Тверской области растет и количество отходов, которые можно рассматривать в качестве вторичных ресурсов. Отсутствие эффективных технологий утилизации и использования отходов при переработке сельскохозяйственного сырья приводит к пагубному воздействию на окружающую среду [4].

В представленной работе впервые проведены эксперименты по получению природных антиоксидантов из половы льна, обоснованы основные параметры экстракции.

Выбор воды в качестве экстрагента обусловлен следующими факторами:

большинство важных веществ, которыми оперирует технология пищевых продуктов, в воде растворяются, поэтому извлекаются из продуктов достаточно полно;

вода хорошо проникает через стенки клеток, если они не пропитаны жироподобными или другими гидрофобными веществами;

вода в фармакологическом плане индифферентна, поэтому нет препятствий к ее потреблению;

вода доступна всем предприятиям, производящим экстракты из растительного сырья.

Целью работы является обоснование возможности использования половы льна масличного (доступного в Тверской области растительного сырья) для получения востребованных биологически активных веществ, в том числе антиоксидантов.

При проведении экспериментов экстракты получали путем настаивания измельченной до размеров не более 2 мм половы льна с растворителем. В качестве растворителя использовали дистиллированную воду. В ходе поисковых экспериментов исследованы следующие гидромодули: 1:10, 1:15, 1:20, 1:30. Для проведения эксперимента на аналитических весах взвешивали точную навеску (до четвертого знака)

воздушно-сухого растительного сырья. Затем навеска количественно переносилась в колбу и смешивалась с соответствующим гидромодулю количеством экстрагента. Готовую суспензию оставляли для экстракции при отсутствии прямых солнечных лучей. Для полученных экстрактов определяли антиоксидантную активность перманганатным методом.

В настоящее время известно много различных методов определения антиоксидантной активности, при использовании любого из них изначально определяют концентрацию вещества, принятого за стандарт по своей антиоксидантной активности, а затем – исследуемой пробы. Полученные результаты выражают в пересчете на стандартное вещество, которым чаще всего выступают природные антиоксиданты – кверцетин, аскорбиновая кислота, рутин, пирокатехин, эпикатехин, галловая кислота и др. [5].

В результате анализа полученных экспериментальных данных были определены оптимальные условия экстракции: гидромодуль 1:15 и продолжительность процесса $24 \pm 0,2$ часа. За это время обеспечивалась максимальная степень извлечения антиоксидантов. Сокращение времени процесса не позволило получить максимальный выход биологически активных веществ, а увеличение продолжительности процесса нецелесообразно, так как после $24 \pm 0,2$ часа не происходило увеличение выхода антиоксидантов. Экстракты, полученные из половы льна в указанных условиях, характеризовались довольно высокой антиоксидантной активностью (0,7 мг/мл в пересчете на кверцетин) и стабильностью при хранении без использования дополнительных консервантов и стабилизаторов.

Библиографический список

1. Anbudhasan P. Natural antioxidants and its benefits // International Journal of Food and Nutritional Sciences. 2014. № 6. P. 225–232.
2. Sahurkar M.R. Antioxidants: extraction and application in food industry // International Journal of Food Science and Nutrition. 2018. № 6. P. 272–281.
3. Plant protein-derived antioxidant peptides: isolation, identification, mechanism of action and application in food systems: a review / C. Wen [et al.] // Trends in Food Science & Technology. 2020. № 105. P. 308–322.
4. Иванова В.Н., Серегин С.Н. Пищевая промышленность России. Современное состояние, проблемы, ориентиры будущего развития: учебное пособие. М.: Финансы и статистика, 2014. 568 с.
5. Определение антиоксидантной активности порошков из растительного сырья перманганатным методом / Л.П. Нилова [и др.] // Потребительский рынок Евразии: современное состояние, теория и практика в условиях Евразийского экономического союза и ВТО: сборник статей. Екатеринбург: УрГЭУ, 2015. С. 118–122.

ANALYSIS OF ANTIOXIDANT ACTIVITY OF EXTRACTS OBTAINED FROM EMPTY GLUME OF FLAX SEEDS

A.V. Volkova, E.V. Ozhimkova

Abstract. *Currently, antioxidants are in demand in the production of food products, cosmetics and pharmaceuticals. The paper proposes a method for obtaining extracts from empty glume (waste of flax seed harvesting) and investigates their antioxidant activity.*

Keywords: *antioxidants, extraction, waste, renewable resources, flax.*

Об авторах:

ВОЛКОВА Анастасия Валерьевна – студент кафедры биотехнологии, химии и стандартизации, Тверской государственной технической университет, Тверь. E-mail: eozhimkova@mail.ru

ОЖИМКОВА Елена Владимировна – канд. хим. наук, доцент кафедры биотехнологии, химии и стандартизации, Тверской государственной технической университет, Тверь. E-mail: eozhimkova@mail.ru

About the authors:

VOLKOVA Anastasia Valerievna – Student of the Department of Biotechnology, Chemistry and Standardization, Tver State Technical University, Tver. E-mail: eozhimkova@mail.ru

OZHIMKOVA Elena Vladimirovna – Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor at the Department of Biotechnology, Chemistry and Standardization, Tver State Technical University, Tver. E-mail: eozhimkova@mail.ru

УДК 539.217.1

ПОРИСТОСТЬ ПИПЕРАЗИНСОДЕРЖАЩИХ ПОЛИАМИДОВ

И.С. Жохов, Е.И. Лагусева

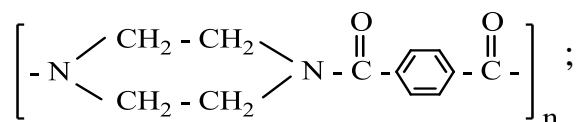
© Жохов И.С., Лагусева Е.И., 2022

Аннотация. *В статье рассмотрены способы исследования распределения пор по размеру и удельные площади поверхности пор полиамида ПТ-33 и сополиамида БПТ-70, измеренные тремя методами: t-методом Хэлси, методом Лэнгмюра и методом БЭТ (BET – Brunauer, Emmet, Teller).*

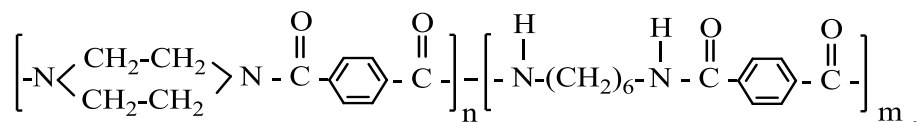
Ключевые слова: полиамид ПТ-33, сополиамид 6ПТ-70, типы изотерм по классификации БДДТ, метод ВЈН, t-метод Хэлси, метод Лэнгмюра, метод БЭТ.

На установке газожидкостной поликонденсации синтезировано более 20 различных жирно-ароматических полиамидов, в том числе фибридов. В представленной работе для исследования были выбраны пиперазинсодержащие полиамиды [1]:

полиамид ПТ-33:



сополиамид 6ПТ-70:



Исследования проводились с помощью анализатора пористости Beckman Coulter SA 3100 [2].

По полученным от прибора данным построим изотерму адсорбции – десорбции для полиамида ПТ-33 (рис. 1), выражающую соотношение адсорбированного газа и давления.

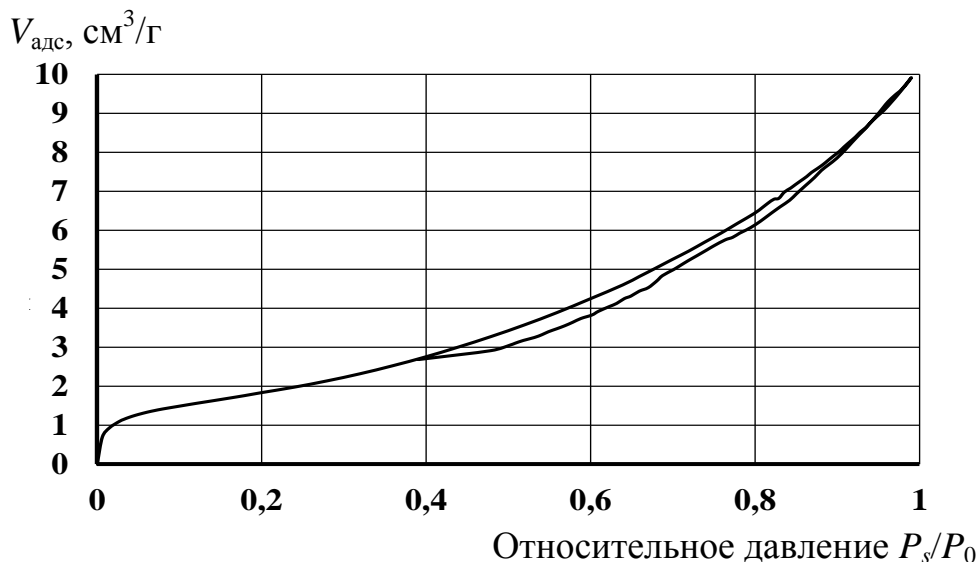


Рис. 1. Изотерма адсорбции – десорбции полиамида ПТ-33

Согласно классификации изотерм БДДТ, впервые предложенной С. Брунауэром, Л. Демингом, У. Демингом и Э. Теллером, данная изотерма относится к IV типу [3]. Об этом можно судить по характерному изгибу и петле гистерезиса, которая обусловлена капиллярной конденсацией азота в порах. Изотерма такого типа характерна для мезопористых веществ.

Пользуясь методом ВЈН, предложенным Барретом – Джойнером – Халендом (Barrett, Joyner, Halenda) в 1951 г., построим гистограмму распределения пор по размеру в исследуемых образцах (рис. 2).

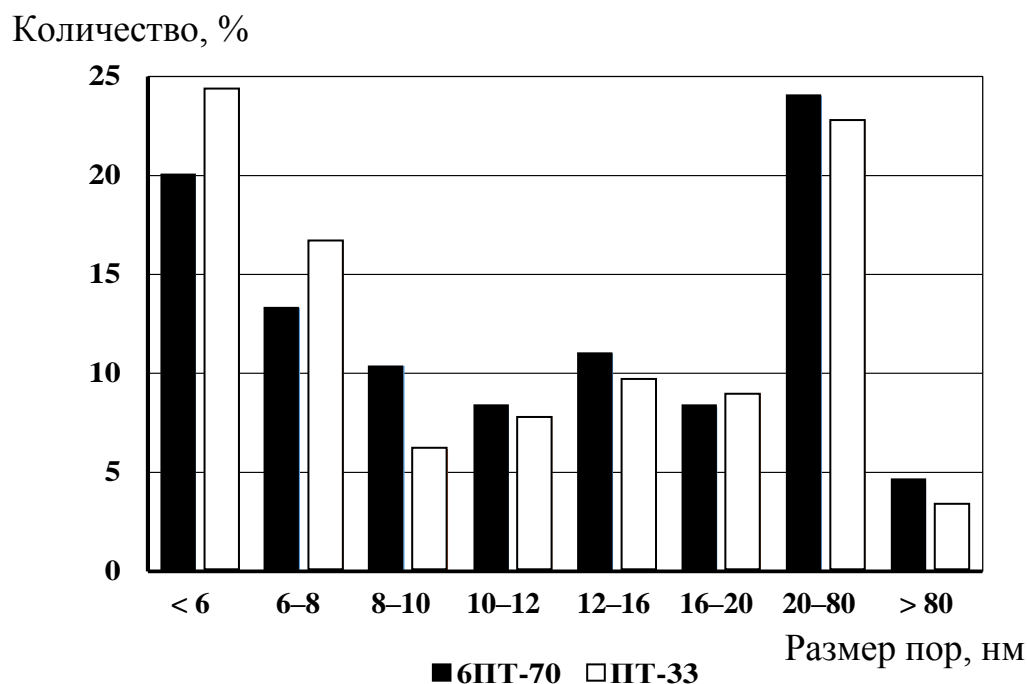


Рис. 2. Гистограмма распределения пор сополиамида 6ПТ-70 и полиамида ПТ-33

Для получения распределения пор по размеру десорбционная ветвь изотермы предпочтительнее адсорбционной, поскольку для того же объема газа она представляет меньшее относительное давление, т. е. затрачивается меньшее количество энергии.

По распределению ВЈН видно, что большую часть пор составляют мезопоры – свыше 50 %. При этом явно присутствуют макропоры – свыше 5 %. Наличие микропор с помощью данного метода выявить невозможно, поскольку нижний диапазон измерений составляет 3 нм [3].

Наличие микропор можно определить путем расчета площади поверхности. Анализатор Beckman Coulter SA 3100 использует для расчета три модели: *t*-метод Хэлси, БЭТ (BET – Brunauer, Emmet, Teller) и метод Лэнгмюра.

Первый метод – *t*-метод Хэлси – позволяет узнать объем микропор в присутствии пор большего диаметра. В этом случае измеряют изотерму адсорбции азота и из нее определяют отдельно площадь поверхности микропор и внешнюю поверхность. На рис. 3 представлен *t*-график зависимости объема адсорбированного газа от толщины адсорбционной пленки. Значение статистической толщины задается эмпирическими уравнениями де Бэра или Хэлси [3].

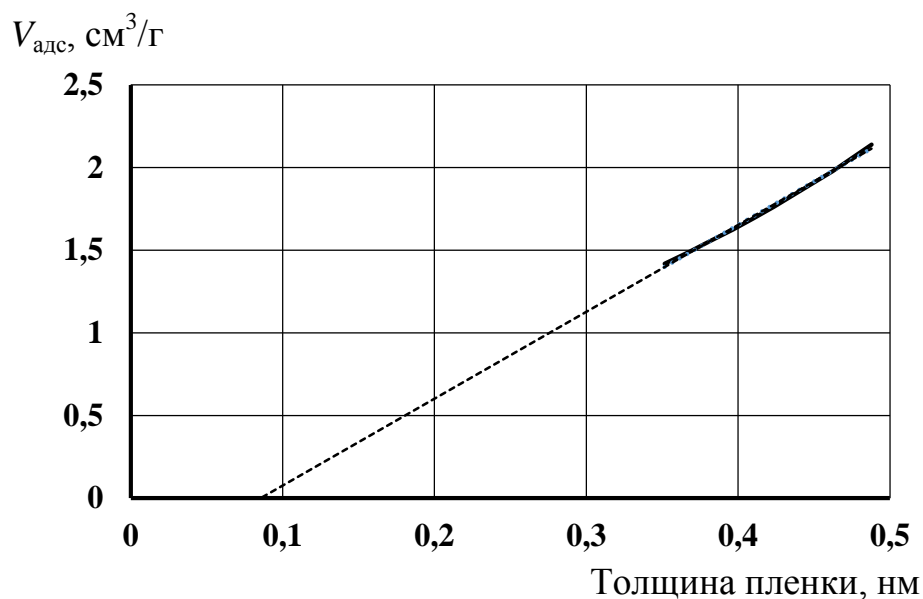


Рис. 3. Зависимость объема адсорбированного газа от толщины адсорбционной пленки полиамида ПТ-33

По результатам анализа выяснилось, что у полиамида ПТ-33 24,37 % и сополиамида 6ПТ-70 20,08 % пор менее 6 нм являются мезопорами. Таким образом, общая площадь поверхности микропор равна 0 м²/г у полиамида ПТ-33 и 0,286 м²/г у сополиамида 6ПТ-70, т. е. микропоры в полиамиде ПТ-33 отсутствуют.

Вторая модель расчета – метод Лэнгмюра – также позволяет получить данные о площади микропористых образцов [3]. Здесь на основе поглощенного газа и относительного давления строится интерполированная зависимость значения функции Лэнгмюра от относительного давления (рис. 4).

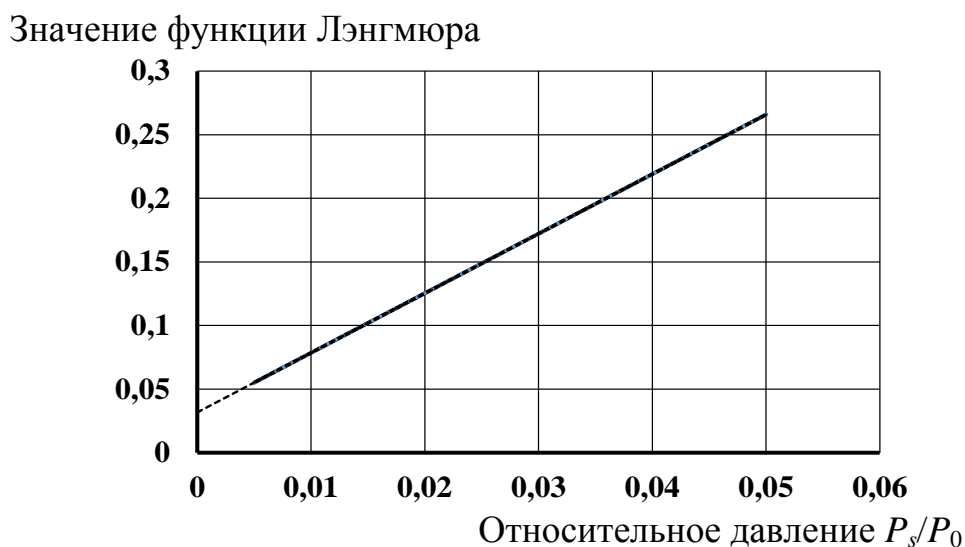


Рис. 4. Зависимость функции Лэнгмюра от относительного давления для сополиамида 6ПТ-70

По результатам данного метода расчетное значение удельной площади поверхности составило 6,263 м²/г для полиамида ПТ-33 и 7,811 м²/г для сополиамида 6ПТ-70.

Последняя модель расчета – метод БЭТ – предоставляет данные о площади поверхности пор без учета микропористой составляющей [3]. Метод основан на обработке зависимости значений функции БЭТ от относительного давления (рис. 5).

Значение функции БЭТ

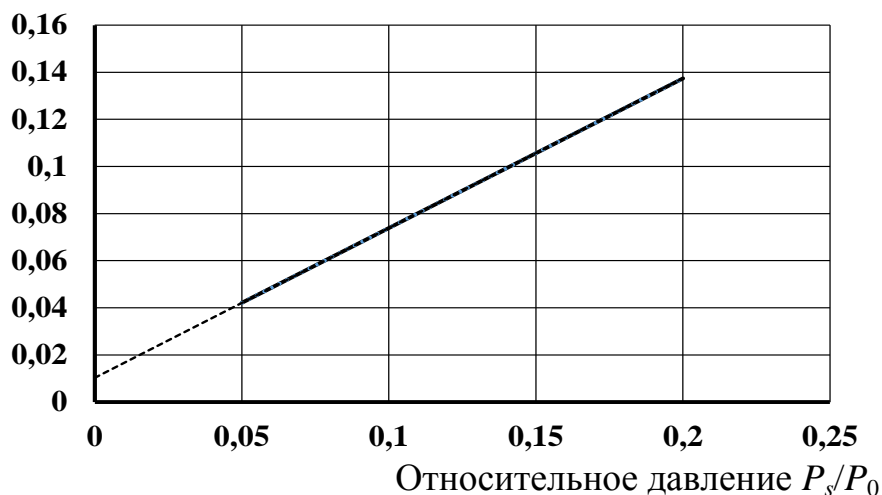


Рис. 5. Зависимость функции БЭТ от относительного давления для полиамида ПТ-33

Значение удельной площади поверхности составило 6,738 м²/г у полиамида ПТ-33 и 7,221 м²/г у сополиамида 6ПТ-70.

Результаты расчета удельной площади поверхности полиамида ПТ-33 и сополиамида 6ПТ-70 представлены в таблице.

Результаты расчета удельной площади поверхности

Модель расчета	Удельная площадь поверхности, м ² /г	
	ПТ-33	6ПТ-70
<i>t</i> -метод Хэлси	0	0,286
Метод Лэнгмюра	6,263	7,811
Метод БЭТ	6,738	7,221

Таким образом, у полиамида ПТ-33 и сополиамида 6ПТ-70 площадь поверхности мезопор отличается незначительно. Это обусловлено менее плотной компоновкой пор, что увеличивает площадь внешней поверхности.

Библиографический список

1. Никифоров В.А. Особенности механизма газожидкостного полиамидирования в пенном гидродинамическом режиме // Известия вузов. Серия: Химия и химическая технология. 2020. Т. 63. № 3. С. 67–74.
2. SA 3100, адсорбция, десорбция / Beckman Coulter. URL: <https://www.mybeckman.ru/particle-characterization/sa-3100> (дата обращения: 16.12.2021).
3. Грег С., Синг К. Адсорбция, удельная поверхность, пористость / пер. с англ. 2-е изд. М.: Мир, 1984. 306 с.

POROSITY OF PIPERAZINECONTAINING POLYAMIDES

I.S. Zhokhov, E.I. Laguseva

Abstract. *The article describes methods for studying the pore size distribution and specific pore surface areas of polyamide PT-33 and copolyamide 6PT-70, measured by three methods: t-Halsey method, Langmuir method and BET method (BET – Brunauer, Emmet, Teller).*

Keywords: *polyamide PT-33, copolyamide 6PT-70, types of isotherms according to the BDDT classification, BJH method, t-Halsey method, Langmuir method, BET method.*

Об авторах:

ЖОХОВ Илья Сергеевич – аспирант кафедры химии и технологии полимерных материалов, Тверской государственной технической университет, Тверь. E-mail: ilya-zhkhv1@rambler.ru

ЛАГУСЕВА Елена Ивановна – канд. техн. наук, доцент кафедры химии и технологии полимерных материалов, Тверской государственной технической университет, Тверь.

About the authors:

ZHOKHOV Ilya Sergeevich – Postgraduate Student of the Department of Chemistry and Technology of Polymer Materials, Tver State Technical University, Tver. E-mail: ilya-zhkhv1@rambler.ru

LAGUSEVA Elena Ivanovna – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Chemistry and Technology of Polymer Materials, Tver State Technical University, Tver. E-mail: lagusseva@yandex.ru

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В МЕДИЦИНСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Н.А. Стукалова, А.А. Гусаров, Д.О. Стукалов

© Стукалова Н.А., Гусаров А.А.,
Стукалов Д.О., 2022

***Аннотация.** В современной науке широко используются информационные технологии. В статье показано, что даже в такой консервативной области, как медицина, находят применение алгоритмы принятия решения и алгоритмы работы с большими данными. здравоохранение считается очень перспективной областью для внедрения искусственного интеллекта, использование которого может повысить точность диагностики и скорость разработки лекарств. В работе также рассмотрены проблемы, возникающие при применении искусственного интеллекта.*

***Ключевые слова:** искусственный интеллект, информационные технологии, врач, пациент, медицинское учреждение, алгоритм.*

В XXI в. информация становится важным ресурсом: кто имеет данные, тот управляет миром. По мнению аналитиков, рынок больших данных в ближайшее время ожидает рост. До пандемии COVID-19 было подсчитано, что к 2025 г. рынок вырастет до 229 млрд долларов. Однако в связи со сложившейся ситуацией мы предполагаем, что это может произойти раньше. В данной сфере появляется все больше новых технологий, самая популярная из которых носит название Data Driven Approach (решения крупных организаций основываются на анализе большого количества данных). Был проведен опрос среди руководителей крупных компаний. Они отметили, что решения, принимаемые на основе анализа больших данных, приводят к снижению затрат на новые исследования и дают возможность инвестировать в новые проекты.

Данный тренд не обошел стороной и медицину, где объем информации увеличивается быстрее, чем в любой другой сфере. В медицину данные поступают из разных секторов: электронная медицинская документация, данные лабораторных исследований, диагностические исследования и т. д. Неочевидными медицинскими данными также могут являться сведения, взятые из социальных сетей: сколько мы находимся в интернете, какой контент смотрим, наши доходы и расходы. Можно заметить, что с 2012 г. количество публикаций о связи искусственного интеллекта (ИИ) и медицины сильно выросло, в настоящее

время это достаточно популярная сфера, где многие исследователи пытаются найти новые способы развития технологий.

В отношении инвестиций в ИИ медицинская сфера является перспективным сектором. Однако в то же время по количеству одобренных алгоритмов медицина занимает одно из последних мест, поскольку это очень консервативная система. Перед введением алгоритма в работу он должен пройти большое количество исследований.

С появлением большого количества данных возникает вопрос «где их хранить?». На сегодняшний день самым популярным хранилищем является облачный сервис, что облегчает работу медицинских учреждений. Например, если исследование сделано в одной больнице, а пациент перенаправлен в другую, то для отслеживания динамики заболевания повторное подобное исследование не требуется, организация может запросить данные из архива, тем самым уменьшая нагрузку врачей и пациента.

С помощью облачных сервисов можно проводить независимую аналитику, а получив доступ к данным, строить алгоритмы ИИ. Стремительное развитие технологий ИИ происходит благодаря доступности данных и появлению вычислительных мощностей, которые позволяют разрабатывать алгоритмы намного быстрее. Сейчас появляются процессоры, предназначенные для разработки и обучения алгоритмов ИИ.

Следует отметить, что в сферу ИИ входят машинное обучение, машинный интеллект и машинное сознание. Целью машинного обучения является решение конкретной узкой задачи, например распознавание патологий на рентгеновских снимках. Если же задачу чуть изменить, но алгоритм при этом не обучен, то он начнет ошибаться. Следующая ступень ИИ – это машинное сознание, которое еще недостаточно изучено, но уже предприняты попытки решить более широкие задачи.

На данный момент все разработки, которые используются в практике, относятся к машинному обучению. Заметим, что отличие традиционного программирования от машинного обучения заключается в следующем: в первом случае вводятся данные, прописывается алгоритм и в результате работы программы получают выходные данные; во втором сообщаются входные и выходные данные, а алгоритм машина разрабатывает сама.

Самым популярным направлением ИИ в медицине является компьютерное зрение. Количество алгоритмов, одобренных к применению, растет. Так, в 2014 г. появился первый алгоритм, в 2018 г. их было уже 25, на сегодняшний день применяются 46 алгоритмов, в частности распознающий новообразования щитовидной железы, классифицирующий новообразования молочной железы, классифицирующий новообразования в легких и т. д.

Еще одним популярным алгоритмом машинного обучения является алгоритм NLP (Natural Language Processing), который обрабатывает неструктурированные данные и на выходе дает данные, более понятные для чтения и проведения анализа. Одним из часто используемых алгоритмов является алгоритм реконструкции изображений. Например, в исследованиях МРТ и КТ изображение становится менее шумным и результат можно получить гораздо быстрее, т.е. пациент получает меньшую лучевую нагрузку.

Выделим основные проблемы использования ИИ в медицине. Одной из них является проблема ответственности за ошибки. Можно провести аналогию с разработчиками беспилотных автомобилей (если автомобиль попадет в аварию со смертельным исходом, кто за это будет отвечать?). На данный момент в ответе только врач. Далее следует недостаточная валидация алгоритмов сторонними компаниями. К примеру, некоторая компания выпускает какой-либо алгоритм и тестирует его на своих же данных, но было бы лучше тестировать алгоритм, используя сторонние данные. Так же и с лекарствами, если компания выпускает препарат, то его необходимо тестировать в других компаниях и на основании этого делать публикацию. Помимо этого, стоит отметить низкий уровень доверия к технологиям.

Вполне вероятно, для разных медицинских организаций необходимы разные алгоритмы: для онкодиспансера один, для поликлиники совершенно другой и т. д.

Все алгоритмы построены на датасетах (Dataset). Однако не всегда медицинские организации готовы предоставить данные, а врачи могут дать отличающиеся описания, в связи с чем возникает вопрос «как сформировать качественные датасеты?». В разных больницах внутри страны, не говоря уже о мире, используется разное оборудование, проводятся разные исследования, поэтому, как правило, невозможно обойтись одним алгоритмом. Предлагается следующее решение: на государственном сервисе «Госуслуги» пациенты могут разрешить использование своих данных для развития сферы в целом (например, человек прошел МРТ головного мозга, получил описание и врачебное заключение и размещает эти данные, тем самым позволяя их использовать в научных целях). Еще одним перспективным путем решения проблем с датасетами является разработка алгоритмов генерации изображений.

Следующий вопрос, который требует решения, – защита персональных данных. По закону компания, которая обращается за персональными данными, должна сделать их анонимными, но не у всех больниц есть такие компетенции и возможности.

Каким образом можно определить эффективность модели в медицине? Когда создается алгоритм, вводятся метрики, позволяющие выяснить, насколько хороший результат он даст. Проблема заключается в том, что алгоритм может быть результативным, но не подходит для нужд данной больницы. В медицинской сфере не так много метрик и параметров, как в статистике и математике. У медицинской организации нет задачи получить хорошую математическую модель, перед ней стоят цели снизить затраты на медицинские услуги, увеличить продолжительность жизни пациента и повысить удовлетворенность работой врачей.

Как было сказано ранее, количество исследований с каждым годом растет. Если 20 лет назад исследователи задавались вопросами «работают ли алгоритмы?», «не генерируют ли случайно числа и отгадывают результат?», то сейчас встают вопросы «как правильно внедрить алгоритм в деятельность врача?», «какое взаимодействие алгоритма и врача наиболее эффективно?». Интерес исследователей смещается в сторону осознанного применения и имплементации алгоритмов в клинической практике.

Отношение врачей к технологиям ИИ стало меняться. Мы не нашли данных о том, как обстоят дела в России, но если судить по опросу, проведенному Стэнфордским университетом, то почти половина врачей (около 47 %) и 73 % студентов-медиков хотят изучать новые технологии. Они считают, что имеющихся знаний недостаточно для понимания технологий и изменений, которые произойдут с медициной в будущем. 44 % студентов хотят пройти дополнительные курсы по статистике (Data Science), 13 % студентов интересуются ИИ, 25 % – клинической генетикой, 23 % – программированием. На вопрос «насколько эффективным является ваше образование в университете?» 53 % опрошенных ответили, что полученных знаний недостаточно для использования новых технологий, необходимо пересматривать стандарты обучения в университетах и вводить новые предметы.

Библиографический список

Стукалова Н.А., Семилетова Л.В., Стукалов Д.О. Практическое применение электронного обучения // Информационные ресурсы и системы в экономике, науке и образовании: сборник статей X Международной научно-практической конференции / под ред. А.П. Ремонтова. Пенза: Приволжский дом знаний, 2020. С. 116–119.

INFORMATION TECHNOLOGY IN MEDICAL RESEARCH

N.A. Stukalova, A.A. Gusarov, D.O. Stukalov

***Abstract.** Information technology is widely used in modern science. The article shows that even in such a conservative field as medicine, the development of decision algorithms and algorithms for working with big data, are being used. Healthcare is considered a very promising area for the introduction of artificial intelligence, the use of which can improve the accuracy of diagnosis and the speed of drug development. The paper also discusses the problems that arise when using artificial intelligence.*

***Keywords:** artificial intelligence, information technologies, Doctor, patient, medical institution, algorithm.*

Об авторах:

СТУКАЛОВА Наталия Александровна – канд. техн. наук, доцент кафедры информатики и прикладной математики, Тверской государственный технический университет, Тверь. E-mail: nast77@mail.ru

ГУСАРОВ Андрей Александрович – доцент кафедры информатики и прикладной математики, Тверской государственный технический университет, Тверь. E-mail: gusarov-a-a@yandex.ru

СТУКАЛОВ Дмитрий Олегович – студент, Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, Санкт-Петербург. E-mail: stukalovd568@gmail.com

About the authors:

STUKALOVA Natalia Alexandrovna – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Computer Science and Applied Mathematics, Tver State Technical University, Tver. E-mail: nast77@mail.ru

GUSAROV Andrei Alexandrovich – Associate Professor of the Department of Computer Science and Applied Mathematics, Tver State Technical University, Tver. E-mail: gusarov-a-a@yandex.ru

STUKALOV Dmitry Olegovich – Student, St. Petersburg National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics, St. Petersburg. E-mail: stukalovd568@gmail.com

Секция 6. Энергетика и энергосбережение

УДК 669.187: 621.186

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НАУЧНОГО ОТКРЫТИЯ ДЛЯ ЭНЕРГОРЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ В ФАКЕЛЬНЫХ ПЕЧАХ И ТОПКАХ ПАРОВЫХ КОТЛОВ

А.Н. Макаров, А.В. Крупнов, Е.П. Алисова

© Макаров А.Н., Крупнов А.В.,
Алисова Е.П., 2022

Аннотация. На основе открытых в ТвГТУ законов теплового излучения газовых объемов разработана методика расчета теплообмена в факельных нагревательных печах и топках паровых котлов электростанций. На основе выполненных расчетов сконструированы нагревательные печи, в которых повышаются равномерность нагрева и производительность печей, сокращаются время нагрева и расход топлива, а также разработаны конструкции топок паровых котлов, в которых снижаются неравномерность тепловых потоков и внутритрубные отложения, уменьшается число ремонтов и простоев котлов.

Ключевые слова: факел, печь, топка, теплообмен, тепловое излучение, энергоресурсосбережение.

Расчет теплообмена в факельных печах (рис. 1) по законам теплового излучения газовых объемов позволил впервые получить полную информацию о падающих на все грани слитков и других нагреваемых изделий потоках тепловых излучений факела, нагретых стен, свода, пода, продуктов горения с учетом переотражения и поглощения (рис. 2); выявить причины неравномерности нагрева; разработать способы и устройства нагрева, при которых повышается равномерность нагрева изделий, сокращаются время нагрева и расход топлива, повышается производительность печей (получены патенты на изобретения). Конструкция нагревательных колодцев не изменялась в течение 80 лет (рис. 1). Получены патенты [1–6] на изобретения факельных печей с двумя горелками (рис. 3), шестью (рис. 4), двенадцатью, а также другие патенты (рис. 5–7), описания которых изложены авторами в монографиях и учебных пособиях.

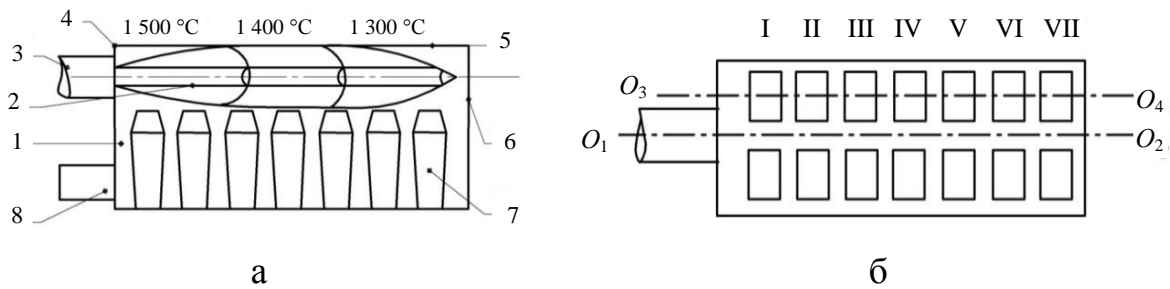


Рис. 1. Схема рабочего пространства нагревательного колодца (а):
 1 – камера; 2 – факел; 3 – горелка; 4 – фронтальная стена; 5 – свод;
 б – задняя стена; 7 – слитки; 8 – каналы;
 размещения слитков в нем (б): I–VII – номера рядов слитков

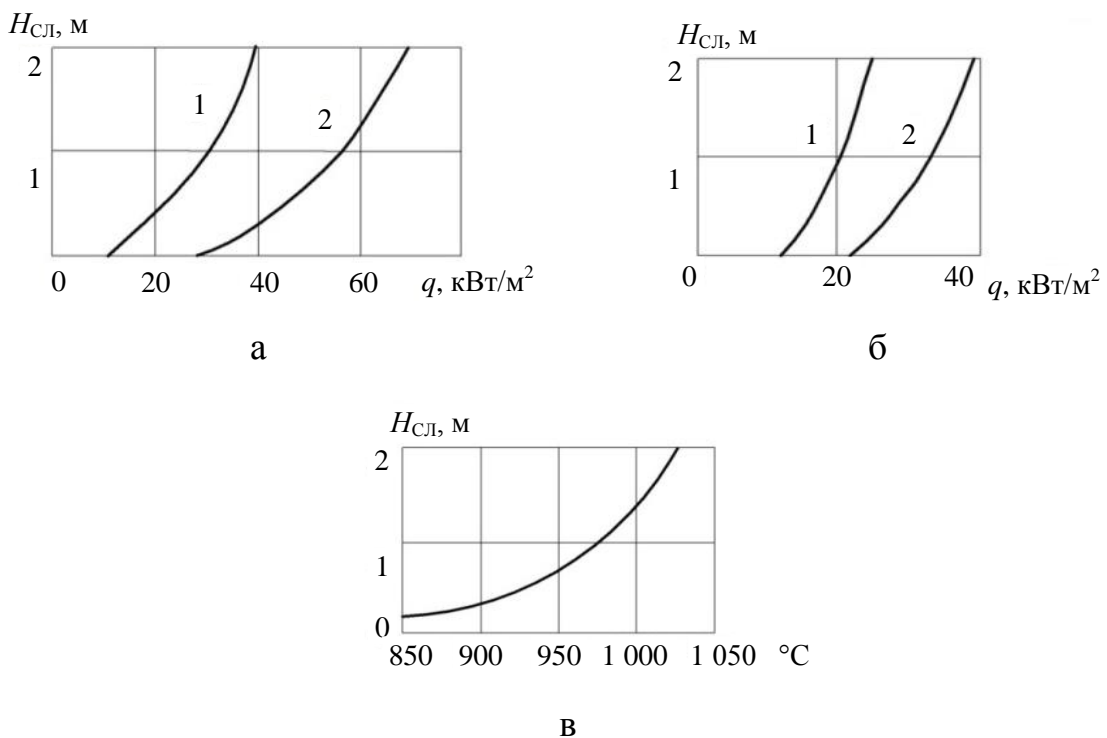


Рис. 2. График распределения суммарных тепловых потоков по высоте боковой поверхности слитков, обращенной к поверхности стен (а):
 1 – по высоте I, II, IV рядов; 2 – по высоте слитков III–V, VII;
 к оси O_1O_2 (б): 1 – по высоте слитков I, II, VI, VII рядов;
 2 – по высоте слитков III–V рядов;
 изменение температуры по высоте слитков на расстоянии 80 мм от поверхности в процессе нагрева (в)

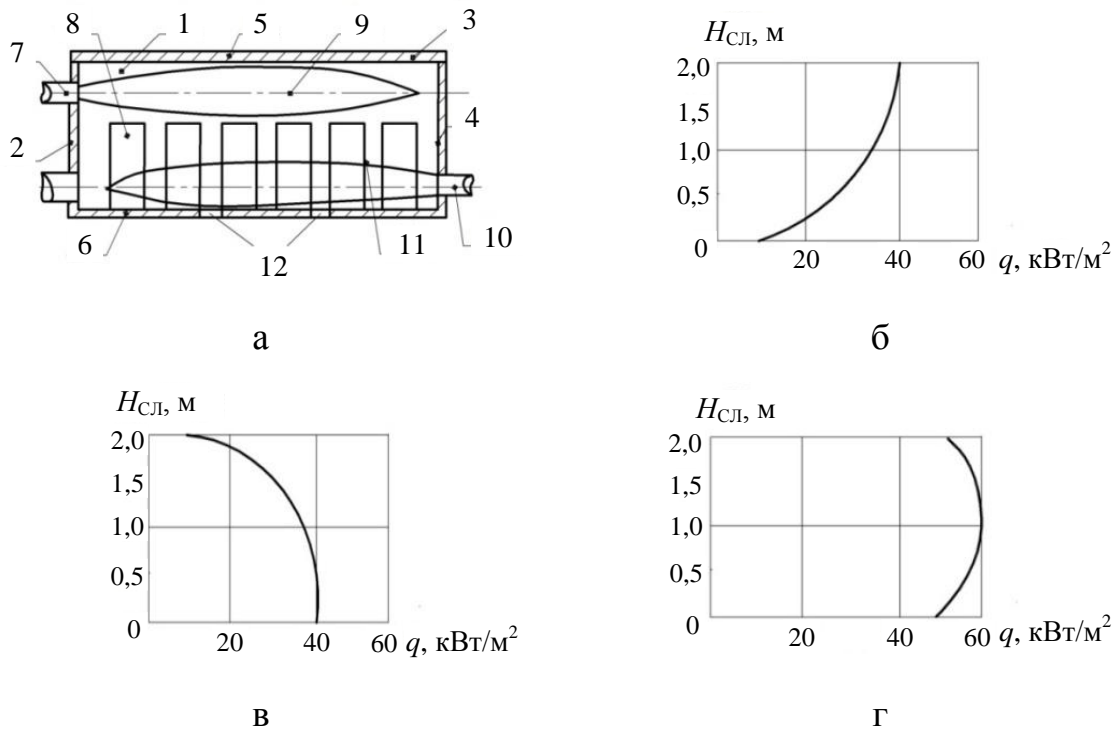


Рис. 3. Схема рекуперативного нагревательного колодца с двумя факелами (а): 1 – камера; 2 – фронтальная стена; 3 – боковая стена; 4 – задняя стена; 5 – перемещающаяся крышка; 6 – под; 7 – горелка; 8 – слитки; 9 – верхний факел; 10 – горелка; 11 – нижний факел; 12 – отверстия для подачи воздуха; распределение средних тепловых потоков по высоте слитков при работе верхней горелки (б); нижней горелки (в); верхней и нижней горелок одновременно (г)

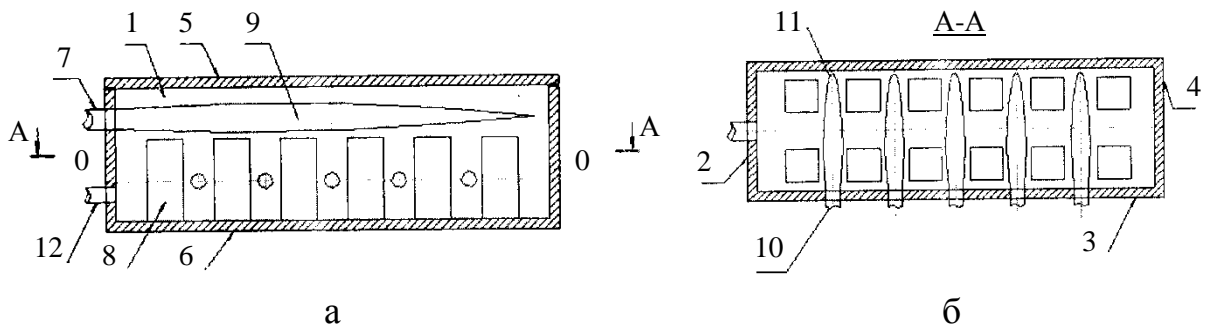
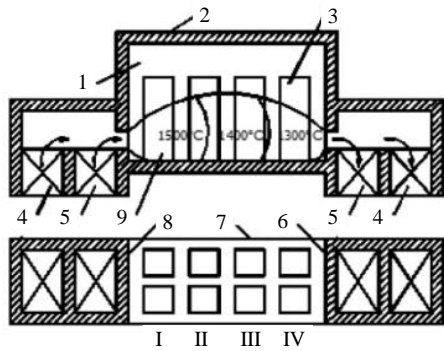
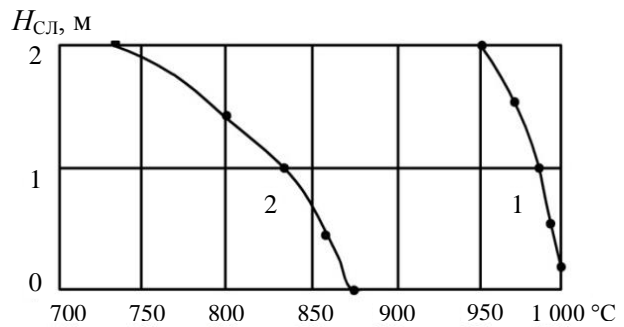


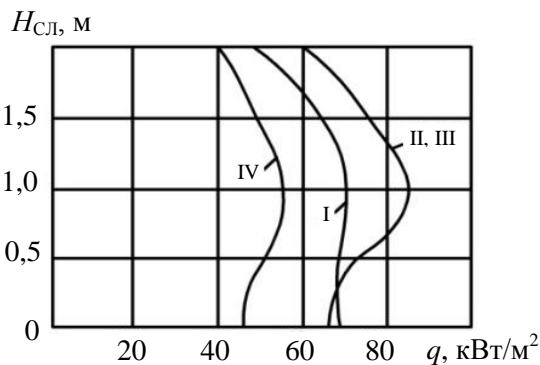
Рис. 4. Рекуперативный колодец: вид сбоку (а) и вид сверху (б): 1 – камера; 2 – фронтальная стена; 3 – боковая стена; 4 – задняя стена; 5 – перемещаемая крышка; 6 – под; 7 – фронтальная горелка; 8 – слитки; 9 – факел от фронтальной горелки; 10 – боковая горелка; 11 – факел от боковой горелки; 12 – канал



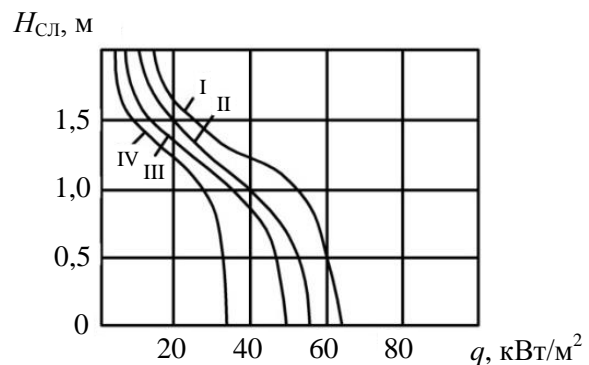
а



б



в



г

Рис. 5. Схема регенеративного нагревательного колодца (а):
 1 – камера сгорания; 2 – крышка; 3 – слиток; 4 – воздушный регенератор;
 5 – газовый регенератор; 6–8 – задняя, боковая и фронтальная стены;
 9 – факел; I–IV – номера слитков по длине колодца;
 изменение температуры по высоте боковой поверхности слитков (б):
 1 – обращенной к стене колодца; 2 – к продольной оси симметрии колодца;
 распределение по высоте слитков интегральных тепловых потоков (в, г):
 I–IV – номера слитков по длине колодца

По законам теплового излучения газовых объемов и разработанной на их основе методике расчета теплообмена в факельных печах, топках, камерах сгорания рассчитан теплообмен в топках паровых котлов, в топке парового котла энергоблока мощностью 800 МВт и других энергоблоков. Результаты расчета теплообмена в топке парового котла ТГМП-204 представлены на рис. 8. Распределение потоков излучений факела и отложений в трубах по периметру и высоте топок неравномерное, что отрицательно сказывается на работе котла, поскольку увеличивается время простоев котла на ремонты и промывку труб от внутритрубных отложений.

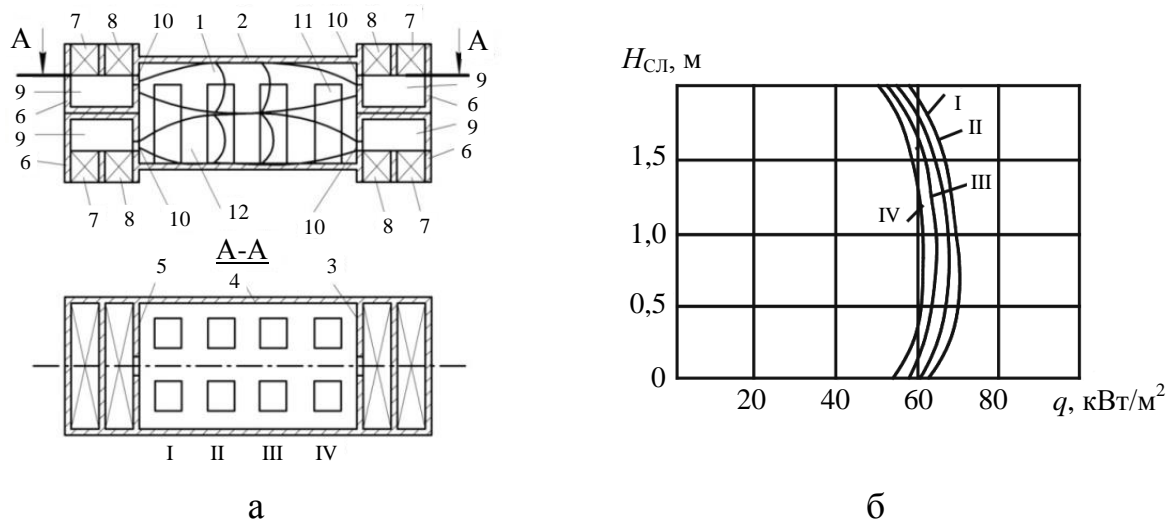


Рис. 6. Схема регенеративного нагревательного колодца с блоком регенераторов в два яруса (а): 1 – камера сгорания; 2 – крышка; 3–5 – задняя, боковая и фронтальная футерованные стены; 6 – блоки регенераторов; 7 – воздушный регенератор; 8 – газовый регенератор; 9 – камера смесеобразования; 10 – технологические отверстия; 11 – слитки; 12 – факел; I–IV – номера слитков по длине колодца; распределение по высоте слитков интегральных тепловых потоков (б): I–IV – номера слитков по длине колодца

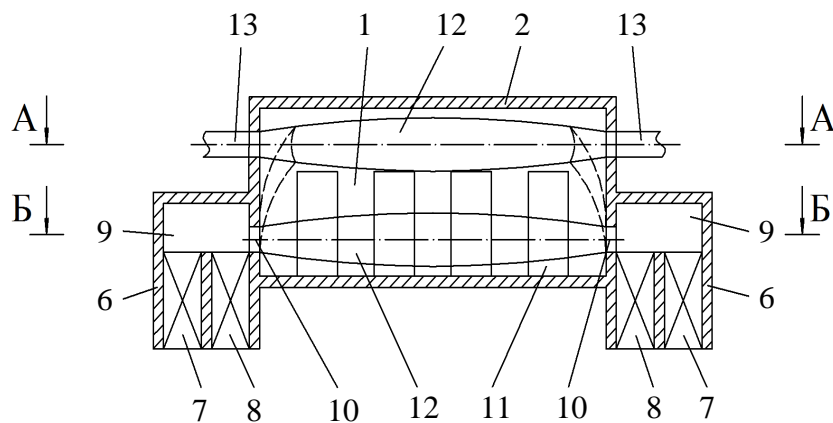
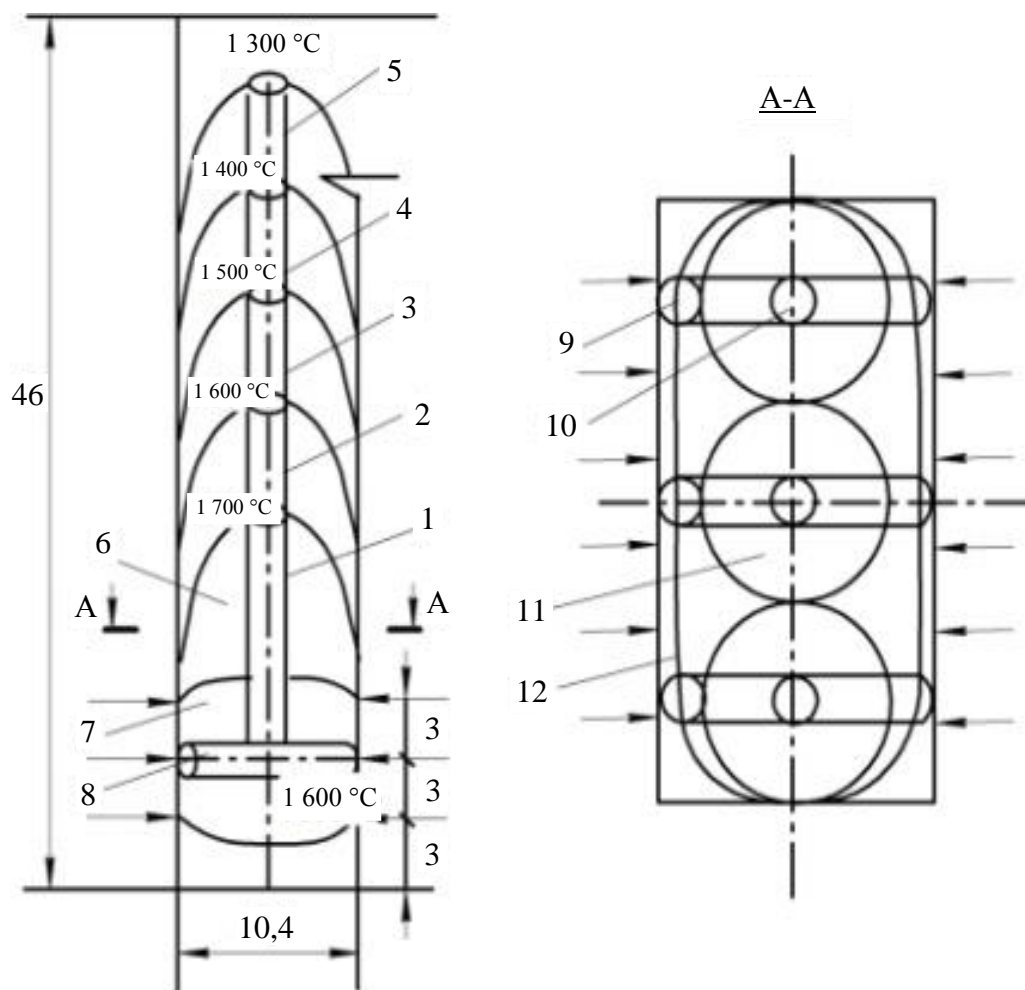
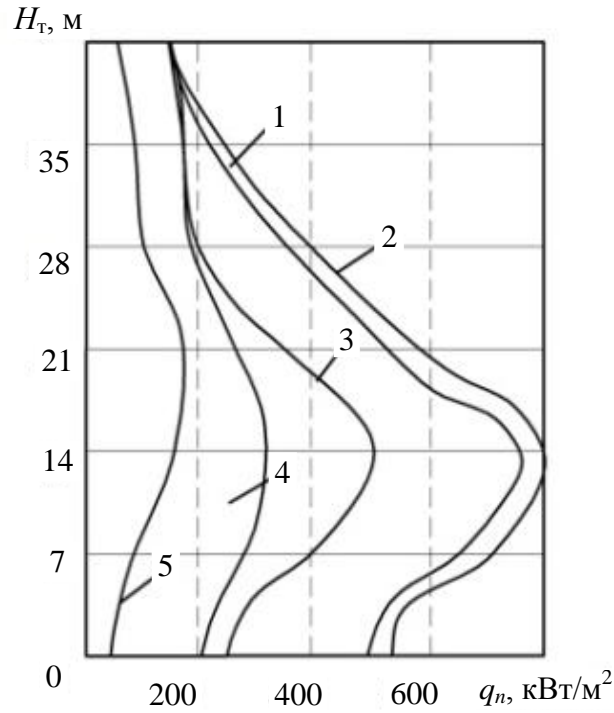


Рис. 7. Схема регенеративного нагревательного колодца с верхним и нижним факелами: 1 – камера; 2 – крышка; 3–5 – задняя, боковая и фронтальная футерованные стены (см. рис. 6а, разрез А-А); 6 – блоки регенераторов; 7 – воздушный регенератор; 8 – газовый регенератор; 9 – камера смесеобразования; 10 – технологические отверстия; 11 – слитки; 12 – факел; 13 – горелка



а

Рис. 8. Распределение изотерм в топке парового котла ТГМП-204 (а):
 1–5 – соответственно ярусы с первого по пятый вертикальных
 линейных источников; 6 – вертикальная часть факела;
 7 – горизонтальная часть факела; 8 – ярус горизонтальных
 цилиндрических источников; 9 – три горизонтальных
 цилиндрических источника; 10 – пятнадцать вертикальных
 цилиндрических источников; 11 – три прямых круговых цилиндра,
 вписанных в прямой эллиптический цилиндр, которым моделируется факел;
 12 – эллипс в сечении факела; распределение плотности суммарного потока
 излучения по стенам топки (б): 1 – по вертикальной оси симметрии
 фронтальной стены; 2 – то же, результат измерений; 3 – по вертикальной оси
 симметрии боковой стены; 4 – по вертикальной оси на периферии
 боковой стены; 5 – по вертикальной оси на периферии фронтальной стены

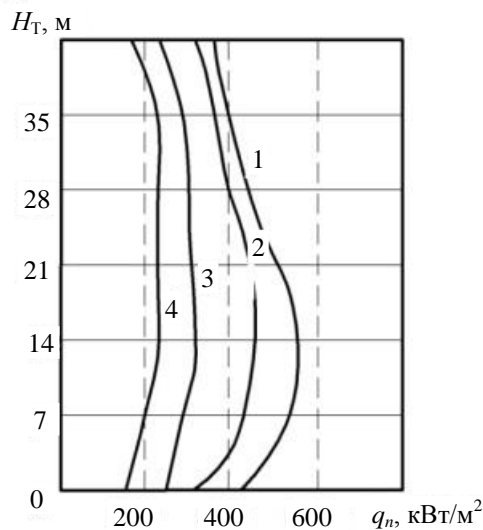
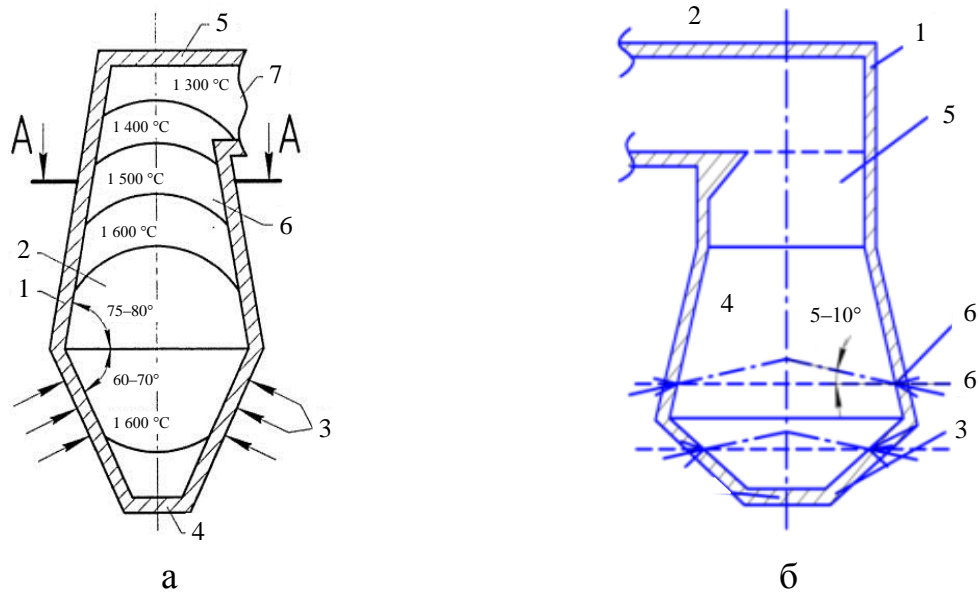


б

Рис. 8. Продолжение

Разработана конструкция топок паровых котлов, в которых снижается неравномерность тепловых потоков и внутритрубных отложений, уменьшается число ремонтов и простоев котла (рис. 9, 10).

Расчет по законам теплового излучения газовых объемов позволил впервые получить полную информацию о падающих на фронтальную, заднюю, боковые стены по периметру и по высоте топок потоках теплового излучения факела, о причинах неравномерности отложений по периметру и высоте топок, неравномерности парообразования в трубах, о причинах прогорания горелочных устройств и других физических явлениях, происходящих в топках паровых котлов. Авторами разработаны защищенные патентами инновационные топки паровых котлов [1–4], в которых снижаются вышеуказанные отрицательные явления, происходящие в топках (их описание изложено в учебных пособиях, монографиях, статьях [7, 8]).



в

Рис. 9. Топка парового котла в форме двух усеченных конусов (а): 1 – стены топки; 2 – настенный экран; 3 – встречно-направленные горелки; 4 – горизонтальный под; 5 – горизонтальный свод; 6 – факел; 7 – газоход; в форме двух усеченных пирамид (б): 1 – наклонные и вертикальные стены; 2 – свод; 3 – под; 4, 5 – настенные экраны; 6 – встречно-направленные горелки; распределение в ней тепловых потоков по высоте и периметру стен (в): 1 – по вертикальной оси симметрии фронтальной стены; 2 – по вертикальной оси симметрии боковой стены; 3 – по высоте боковой стены на расстоянии 4 м от вертикальной оси симметрии боковой стены; 4 – по высоте фронтальной стены на расстоянии 8 м от вертикальной оси симметрии фронтальной стены

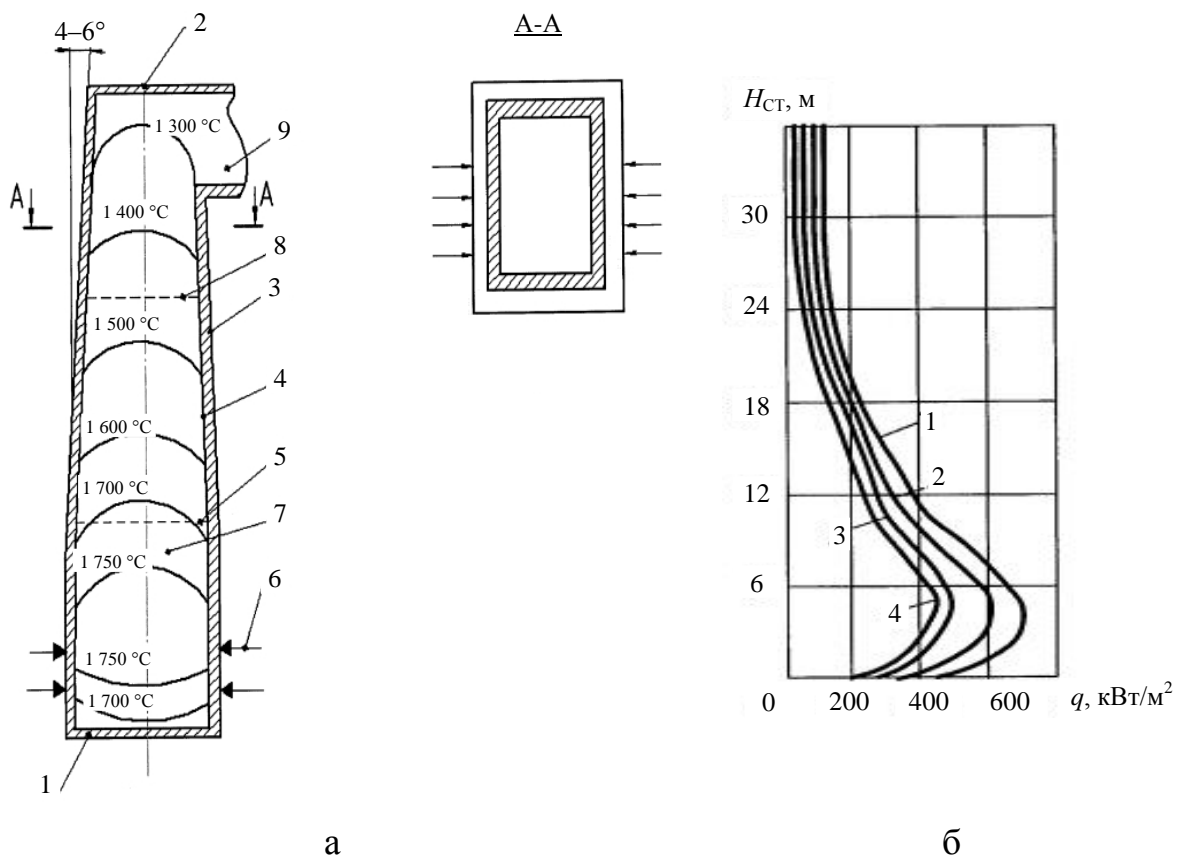
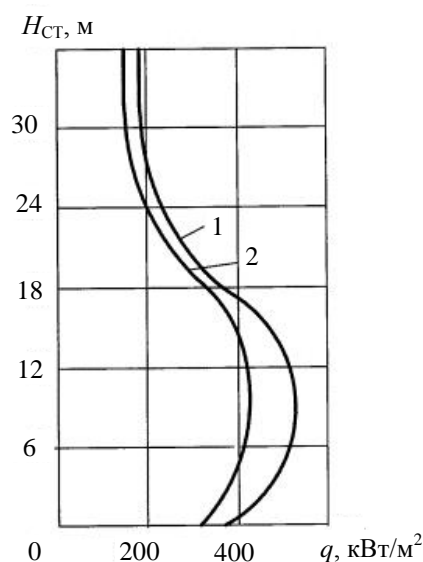


Рис. 10. Топка парового котла для сжигания газомазутного топлива с наклоном части стен внутрь (а): 1 – под; 2 – свод; 3 – стены; 4 – экраны; 5 – изотермы факела по газовому объему топки; 6 – встречно-направленные горелки в два яруса; 7 – нижняя часть топки в форме прямоугольного параллелепипеда; 8 – верхняя часть топки в форме усеченной четырехгранной пирамиды; 9 – газоход; расчетные распределения тепловых потоков факела до реконструкции (б): 1, 2 – распределение тепловых потоков по вертикальной оси симметрии фронтальной и боковой стен; 3, 4 – распределение тепловых потоков на периферии фронтальной и боковой стен; после реконструкции (в): 1 – распределение тепловых потоков по вертикальной оси симметрии фронтальной и боковой стен; 2 – распределение тепловых потоков на периферии фронтальной и боковой стен



В

Рис. 10. Продолжение

Библиографический список

1. Топка для сжигания газомазутного топлива: пат. 2613539 Рос. Федерация № 2016100811 / Макаров А.Н., Галичева М.К., Кузнецов А.В.; заявл. 12.01.2016; опубл. 17.03.2017, Бюл. № 8.
2. Топка для сжигания газомазутного топлива: пат. 2547675 Рос. Федерация № 201414811/06 / Макаров А.Н., Неверов Ф.Н., Кузнецов А.В.; заявл. 14.04.2014; опубл. 10.04.2015, Бюл. № 10.
3. Топка для сжигания газомазутного топлива: пат. 2285200 Рос. Федерация № 2005111346/06 / Макаров А.Н., Воропаев В.В., Кривнев Е.И.; заявл. 18.04.2005; опубл. 10.10.2006, Бюл. № 28.
4. Топка для сжигания газомазутного топлива: пат. 2400668 Рос. Федерация № 2009120744/06 / Макаров А.Н., Шевченко М.Н.; заявл. 01.06.2009; опубл. 27.09.2010, Бюл. № 27.
5. A furnace for burning gas and reduced fuel oil: Patent 2285200 / Makarov A.N., Voropaev V.V., Krivnev E.I.; Inventions 28 (2006), 15–16.
6. A furnace for burning gas and reduced fuel oil: Patent 2400668 / Makarov A.N., Shevchenko M.N.; Inventions 27 (2010), 10–11.
7. Makarov A.N. Fundamental laws of physics and calculation of heat transfer in combustion chambers of gas-turbine plants // World Journal of Engineering and Technology. 2017. № 5. P. 358–375.
8. Makarov A.N. Calculations of heat radiation in from gas volumes. Part. II. Calculations of radiation from the torch on the burner // Journal of Heat and Mass Transfer. 2019. № 1. P. 43–45.

USE OF SCIENTIFIC DISCOVERY FOR ENERGY RESOURCE SAVING IN TORCH OVENS AND STEAM BOILER FURNACES

A.N. Makarov, A.V. Krupnov, E.P. Alisova

Abstract. *Based on the laws of thermal radiation of gas volumes discovered in Russia at TvSTU, a method for calculating heat transfer in flare heating furnaces and furnaces of steam boilers of power plants has been developed. Based on the calculations performed, heating furnaces are designed in which heating uniformity and furnace performance are increased, heating time and fuel consumption are reduced, and designs of steam boiler furnaces are developed in which heat flow irregularity and in-pipe deposits are reduced, the number of repairs and boiler downtime is reduced.*

Keywords: *torch, oven, firebox, heat exchange, heat radiation, energy saving.*

Об авторах:

МАКАРОВ Анатолий Николаевич – профессор, д-р техн. наук, заведующий кафедрой электроснабжения и электротехники, Тверской государственный технический университет, Тверь. E-mail: tgtu_kafedra_ese@mail.ru

КРУПНОВ Андрей Владимирович – старший преподаватель кафедры электроснабжения и электротехники, Тверской государственный технический университет, Тверь. E-mail: AV.Krupnov@yandex.ru

АЛИСОВА Екатерина Петровна – специалист кафедры электроснабжения и электротехники, Тверской государственный технический университет, Тверь. E-mail: tgtu_kafedra_ese@mail.ru

About the authors:

МАКАРОВ Anatoly Nikolaevich – Professor, Doctor of Technical Sciences, Head of the Department of Power Supply and Electrical Engineering, Tver State Technical University, Tver. E-mail: tgtu_kafedra_ese@mail.ru

KRUPNOV Andrey Vladimirovich – Senior Lecturer of the Department of Electricity and Electrical Engineering, Tver State Technical University, Tver. E-mail: AV.Krupnov@yandex.ru

ALISOVA Ekaterina Petrovna – Student of the Department of Electricity and Electrical Engineering, Tver State Technical University, Tver. E-mail: tgtu_kafedra_ese@mail.ru

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НАУЧНОГО ОТКРЫТИЯ ДЛЯ ЭНЕРГОРЕСУРСΟΣБЕРЕЖЕНИЯ В ДУГОВЫХ СТАЛЕПЛАВИЛЬНЫХ ПЕЧАХ

А.Н. Макаров, А.В. Крупнов, А.Ю. Соколов

© Макаров А.Н., Крупнов А.В.,
Соколов А.Ю., 2022

Аннотация. В статье изложены основы «пионерской» теории теплообмена в дуговых сталеплавильных печах. Использование разработанной теории позволяет рассчитать энергосберегающие электротехнологические режимы работы дуговых сталеплавильных печей.

Ключевые слова: электрическая дуга, печь, сталь, теплообмен, тепловое излучение, энергосбережение.

В 1978–1982 гг. автор научного открытия А.Н. Макаров, тогда аспирант МЭИ, разработал геометрическую, физическую и математическую модели электрической дуги в дуговой сталеплавильной печи (ДСП) как ионизированного цилиндрического газового источника теплового излучения (рис. 1) и получил формулы для расчета теплового излучения дуги на поверхности в ДСП. Впоследствии формула для расчета теплового излучения цилиндрического газового объема на поверхности нагрева была названа первым законом теплового излучения газового объема Макарова, на нее было зарегистрировано авторское право.

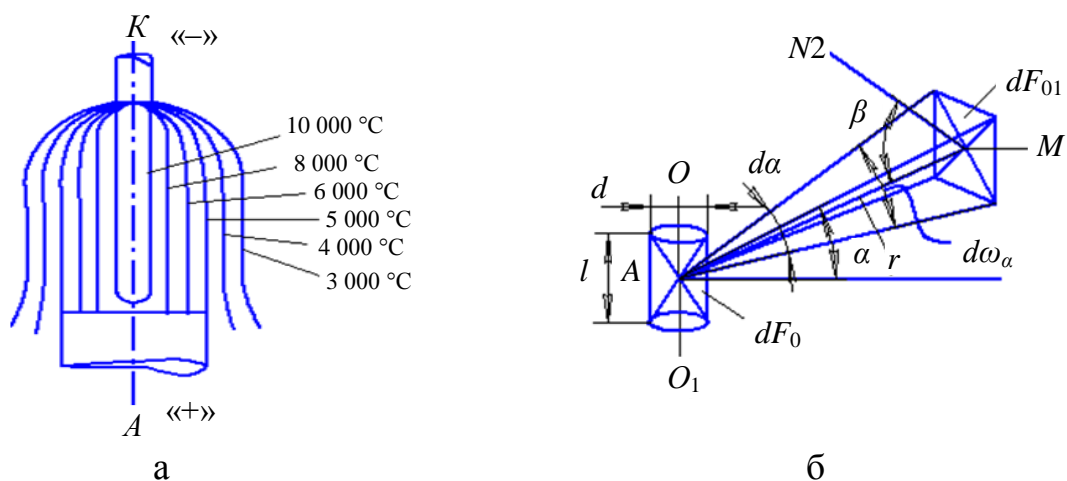


Рис. 1. Электрическая дуга и ее изотермы (а);
моделирование излучения дуги излучением элементарного цилиндра (б)

В 1983–1992 гг. автор разработал «пионерскую» теорию теплообмена в ДСП, которая включает в себя интегрирование шестнадцати дифференциальных уравнений и вывод шестнадцати формул для расчета теплообмена в ДСП при любом пространственном положении электрической дуги и поверхности нагрева [1–6]. Три из шестнадцати выведенных формул для расчета теплообмена в ДСП выглядят следующим образом:

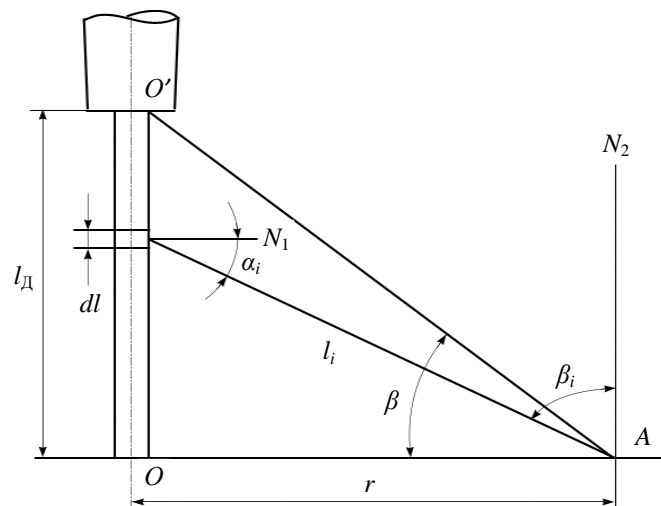
$$q = \int_0^{\beta} \frac{\alpha_{\text{изл}} P_{\text{Д}}}{\pi^2 r l_{\text{Д}}} \cos \alpha_i \sin \alpha_i d\alpha =$$

$$= \frac{\alpha_{\text{изл}} P_{\text{Д}}}{\pi^2 r l_{\text{Д}}} \int_0^{\beta} \cos \alpha_i \sin \alpha_i d\alpha = \frac{\alpha_{\text{изл}} P_{\text{Д}}}{2\pi^2 r l_{\text{Д}}} \sin^2 \beta;$$

$$q = \frac{\alpha_{\text{изл}} P_{\text{Д}}}{2\pi^2 r l_{\text{Д}}} \left\{ \begin{array}{l} [\sin^2(\varphi + \beta) - \sin^2 \varphi] - \\ - \operatorname{tg} \varphi [\beta + \cos(2\varphi + \beta) \sin \beta] \end{array} \right\};$$

$$q = \frac{\alpha_{\text{изл}} P_{\text{Д}}}{2\pi^2 r l_{\text{Д}}} \left\{ \begin{array}{l} [\sin^2(\beta - \varphi) - \sin^2 \varphi] + \\ + \operatorname{tg} \varphi [\beta + \sin \beta \cos(\beta - 2\varphi)] \end{array} \right\};$$

графики для них представлены соответственно на рис. 2а, 2б, 2в.



а

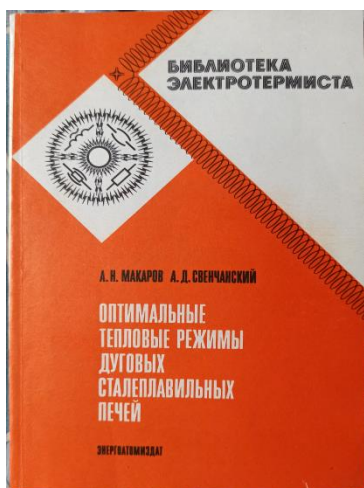
Рис. 2. Излучение дуги на горизонтальную поверхность ванны металла: вертикальная дуга (а); наклоненная дуга и наружные участки ванны металла (б); наклоненная дуга и внутренние участки ванны металла (в)

состоявшемся в 2013 г. в Москве, авторы изобретений были награждены серебряной медалью.

В 1983–1992 гг. автор теории проводил опытно-экспериментальные исследования на металлургических заводах России «Северсталь», Челябинском, Орско-Халиловском, Оскольском электрометаллургическом комбинатах и др. Экспериментальные исследования подтвердили истинность разработанной теории. Расчетные и экспериментальные данные о теплообмене в печах имеют высокую сходимость: они не отличаются более чем на 10 %.

Свыше 35 лет разработанная в ТвГТУ теория теплообмена в ДСП используется для обучения студентов-металлургов в НИТУ МИСиС и во всех университетах металлургического профиля и на металлургических кафедрах технических университетов России, а также в университетах русскоязычных стран зарубежья. Теория используется на всех металлургических предприятиях России для расчета и выбора рациональных энерготехнологических режимов работы печей. Результаты сорокалетнего теоретического и экспериментального исследования теплового излучения ионизированных и неионизированных газовых объемов, теплообмена в дуговых и факельных металлургических печах, топках, камерах сгорания изложены в монографии (рис. 3а) и учебнике «Теплообмен в электродуговых и факельных металлургических печах и энергетических установках» (рис. 3б) [2]. Учебник А.Н. Макарова является основным по теплообмену в электродуговых печах и рекомендован УМО по образованию в области металлургии Минобрнауки РФ для студентов университетов. Учебник используется в университетах металлургического профиля и на металлургических кафедрах технических университетов, а также в металлургических компаниях России.

В 1995 г. в СПбГЭТУ А.Н. Макаровым была защищена докторская диссертация, содержащая теорию и результаты экспериментальных исследований. Ранее, в 1992 г., была издана монография «Оптимальные тепловые режимы дуговых сталеплавильных печей» [1], в которой профессор МЭИ А.Д. Свенчанский написал разделы «Введение» и «Заключение» в объеме семи страниц. Монография является основной настольной книгой по теплообмену в ДСП у российских металлургов, а также у преподавателей и студентов металлургических кафедр университетов.



**БИБЛИОТЕКА
ЭЛЕКТРОТЕРМИСТА**

Выпуск 79
Основана в 1959 году

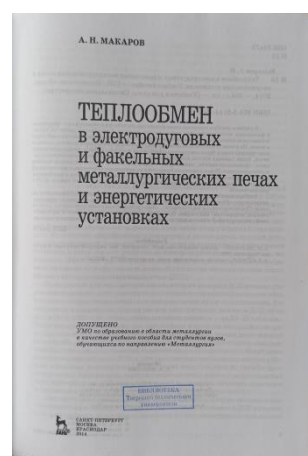
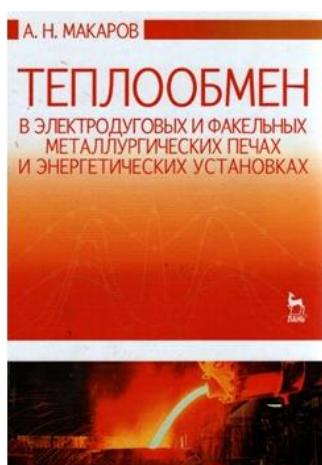
А. Н. МАКАРОВ А. Д. СВЕРЧАНСКИЙ

**ОПТИМАЛЬНЫЕ
ТЕПЛОВЫЕ РЕЖИМЫ
ДУГОВЫХ
СТАЛЕПЛАВИЛЬНЫХ
ПЕЧЕЙ**



МОСКВА
ЭНЕРГОАТОМИЗДАТ 1992

а



б

Рис. 3. Титульные листы монографии 1992 г. (а)
и учебника 2014 г. (б)

В России в настоящее время в металлургических компаниях установлено свыше пятидесяти 100-тонных ДСП (мощностью 90 МВт и производительностью 1 млн тонн каждая). В начале 1990-х гг. в этих печах удельное потребление электроэнергии составляло 450–460 кВт·ч/т, общее потребление – 450–460 млн кВт·ч одной печью. К 2015 г. за счет технологических факторов и правильной организации теплообмена в этих печах снизилось удельное потребление электроэнергии до 350–360 кВт·ч/т, общее – до 350–360 млн кВт·ч в год одной печью. Экономия электроэнергии составляет 100 млн кВт·ч на одну печь. Определенная заслуга в экономии электроэнергии в металлургических компаниях принадлежит А.Н. Макарову, разработчику теории теплообмена в электродуговых печах. Признанием этого факта являются итоги прошедшей в ноябре 2018 г. в Москве на ВДНХ XXIV Международной выставки «Металл-Экспо 2018», на которой были представлены

достижения металлургических компаний, в том числе компаний металлургического машиностроения, а также научно-исследовательских институтов, университетов и кафедр металлургического направления. В выставке приняли участие пятьсот пятьдесят компаний из тридцати двух стран мира, в том числе триста двадцать российских и двести тридцать иностранных компаний, некоторые из которых участвовали в конкурсах «Высокотехнологичные разработки, оборудование, технологии и продукция черной и цветной металлургии» и «Лучшее издание в металлургической промышленности».

В оргкомитет и конкурсный комитет выставки входили руководители таких организаций и учреждений, как Минпромторг России и Российский союз поставщиков металлопродукции, металлургических компаний, научно-исследовательских институтов и университетов металлургического направления. Учебник «Теплообмен в электродуговых и факельных металлургических печах и энергетических установках» [2] был награжден серебряной медалью выставки «Металл-Экспо 2018» в номинации «Лучшее издание в металлургической промышленности». Золотой медалью был награжден НИТУ «МИСиС» за многолетнюю работу по подготовке кадров, создание материалов и технологий, а также в связи со 100-летием.

В заключение стоит отметить, что российские металлургические компании работают устойчиво, успешно развиваются, реализуют продукцию как в России, так и за рубежом.

Библиографический список

1. Макаров А.Н., Свенчанский А.Д. Оптимальные тепловые режимы дуговых сталеплавильных печей. М.: Энергоатомиздат, 1992. 96 с.
2. Макаров А.Н. Теплообмен в электродуговых и факельных металлургических печах и энергетических установках. СПб.: Лань, 2014. 384 с.
3. Makarov A.N. Theory of radioactive heat exchange in fire box, fireboxes, combustion chambers is replenished by four new laws // Science Discovery. 2014. № 2. P. 34–42.
4. Makarov A.N. Radiation from large gas volumes and heat exchange in steam boiler furnaces // Power Technology and Engineering. 2015. № 3 (49). P. 196–201.
5. Makarov A.N. Flare temperature and nitrogen oxide emission reduction and heat transfer in the TGMP–314I steam boiler firebox // Power Technology and Engineering. 2016. № 2 (50). P. 200–203.
6. Makarov A.N., Okuneva V.V., Galicheva M.K. Influence of the length of a torch tongue on heat flow in a burner device // Power Technology and Engineering. 2017. № 4 (51). P. 445–450.

USE OF SCIENTIFIC DISCOVERY FOR ENERGY SAVING IN STEEL MELTING ARC FURNACES

A.N. Makarov, A.V. Krupnov, A.Yu. Sokolov

***Abstract.** The foundations of the pioneering theory of heat transfer in arc steel-making furnaces are outlined. The use of the developed theory makes it possible to calculate energy-saving electrotechnological modes of operation of arc steel-making furnaces.*

***Keywords:** electric arc, furnace, steel, heat exchange, heat radiation, energy saving.*

Об авторах:

МАКАРОВ Анатолий Николаевич – профессор, д-р техн. наук, заведующий кафедрой электроснабжения и электротехники, Тверской государственный технический университет, Тверь. E-mail: tgtu_kafedra_ese@mail.ru

КРУПНОВ Андрей Владимирович – старший преподаватель кафедры электроснабжения и электротехники, Тверской государственный технический университет, Тверь. E-mail: AV.Krupnov@yandex.ru

СОКОЛОВ Андрей Юрьевич – старший преподаватель кафедры электроснабжения и электротехники, Тверской государственный технический университет, Тверь. E-mail: tgtu_kafedra_ese@mail.ru

About the authors:

MAKAROV Anatoly Nikolaevich – Professor, Doctor of Technical Sciences, Head of the Department of Power Supply and Electrical Engineering, Tver State Technical University, Tver. E-mail: tgtu_kafedra_ese@mail.ru

KRUPNOV Andrey Vladimirovich – Senior Lecturer of the Department of Electricity and Electrical Engineering, Tver State Technical University, Tver. E-mail: AV.Krupnov@yandex.ru

SOKOLOV Andrey Yurievich – Senior Lecturer of the Department of Electricity and Electrical Engineering, Tver State Technical University, Tver. E-mail: tgtu_kafedra_ese@mail.ru

Секция 7. Информационные технологии, программное обеспечение и системы автоматизации в промышленном производстве

УДК 663.482

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ТЕПЛООБМЕННИКОМ УСТАНОВКИ ДЛЯ РАЗВЕДЕНИЯ РЫБЫ

О.Л. Ахремчик, С.Ю. Курилов, Б.С. Мырзабеков

© Ахремчик О.Л., Курилов С.Ю.,
Мырзабеков Б.С., 2022

***Аннотация.** В статье рассматривается многосекционный рекуперативный теплообменник установки для разведения рыбы как объект управления. Предлагается двухуровневая структура системы управления. На нижнем уровне применяется локальный регулятор с возможностью автонастройки параметров. Предварительные параметры настройки определяются на основе модели, построенной по каналу «расход горячей воды – температура воды на выходе».*

***Ключевые слова:** вода, теплообменник, система управления, параметр.*

Истощение ресурсов Мирового океана приводит к необходимости развития аквакультуры, сопровождающегося совершенствованием установок для выращивания рыбы. В последнее время широко применяются установки замкнутого водоснабжения в небольших фермерских хозяйствах [1]. Анализ состава оборудования показывает, что неотъемлемой частью установки является теплообменник. Главная функция аппарата состоит в подогреве воды, охлаждающейся в процессе водоподготовки после выхода из бассейна (резервуара). Отсутствие технических специалистов в маленьких хозяйствах требует выбора и применения средств управления, способных работать автоматически во всех режимах, в том числе и режиме настройки на объект.

В ходе курсового и дипломного проектирования на кафедре автоматизации технологических процессов ТвГТУ для процесса выращивания рыбы выбран многосекционный рекуперативный теплообменник с противоточной схемой движения теплоносителя. Для теплообменного аппарата проведены синтез и исследование динамики регулятора температуры воды на выходе. В качестве теплоносителя возможно использование горячей воды от котла (предпочтительно) или

греющего пара от парогенератора. При рассмотрении теплообменника как объекта управления входными параметрами являются массовые расходы горячей (G_1) и холодной (G_2) воды, температуры горячей ($T_1^{\text{ВХ}}$) и холодной ($T_2^{\text{ВХ}}$) воды на входе. Выходным параметром является температура подогреваемой воды на выходе ($T_2^{\text{ВЫХ}}$), определяемая температурой поверхности ($T_{\text{СТ}}$). Промежуточным параметром является температура горячей воды на выходе ($T_1^{\text{ВЫХ}}$) (рис. 1).

Как правило, промежуточная координата не используется при управлении. В качестве управляющего воздействия рассматривается изменение расхода горячей воды, температура которой постоянна.

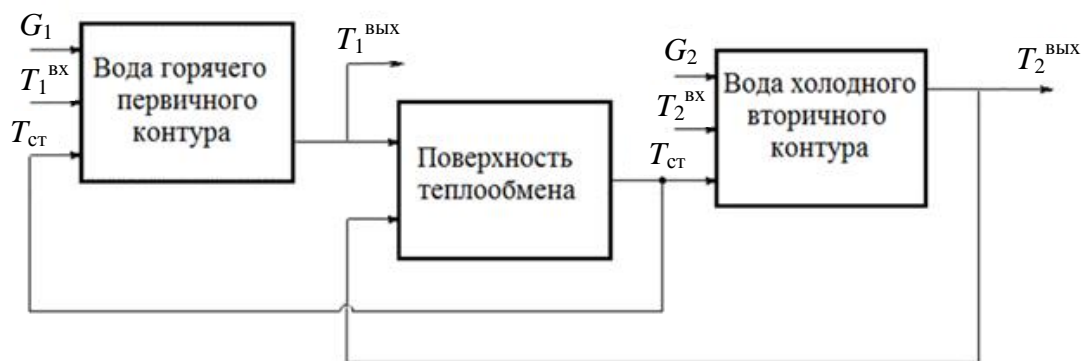


Рис. 1. Структура теплообменника как объекта управления

Авторами проведены синтез и макетирование системы управления многосекционным рекуперативным теплообменником, обеспечивающим поддержание температуры подогреваемой воды на выходе $30\text{ }^{\circ}\text{C}$. Система управления является двухуровневой: на верхнем уровне находится панель оператора, на нижнем – локальный регулятор температуры и связанные с объектом измерительные и исполнительные устройства. В качестве локального регулятора предлагается использовать одноканальный регулятор серии «Метакон-514» (НПФ «КонтрАвт», г. Нижний Новгород) (рис. 2).

Данный выбор осуществляется в ходе апробации технологии применения типовых средств при проектировании систем автоматизации промышленных объектов [2]. Регулятор имеет возможность автонастройки параметров закона регулирования и последующей дистанционной коррекции как в ручном режиме с лицевой панели локального регулятора, так и через пульт оператора.

Качественная работа регулятора температуры основана на предварительном расчете параметров настройки в рабочей точке по условиям модельного эксперимента. Кривая переходного процесса (рис. 3) позволяет представить модель аппарата по каналу «расход горячей воды – температура воды на выходе (подогреваемой)» в виде передаточной функции

$$W(p) = \frac{22,84}{(6,651 \cdot p + 1) \cdot (6,767 \cdot p + 1) \cdot (6,909 \cdot p + 1)}$$

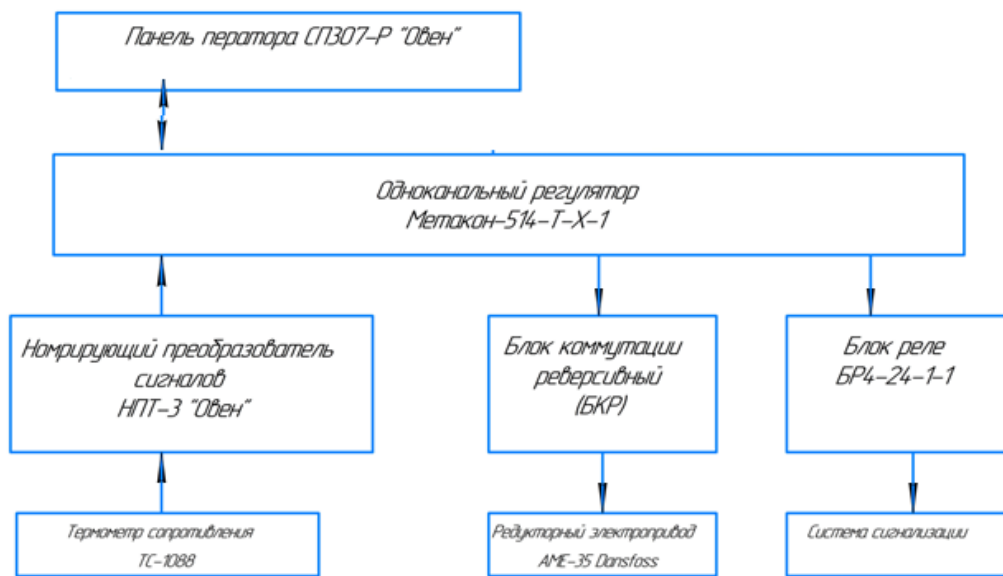


Рис. 2. Структурная схема системы управления теплообменником

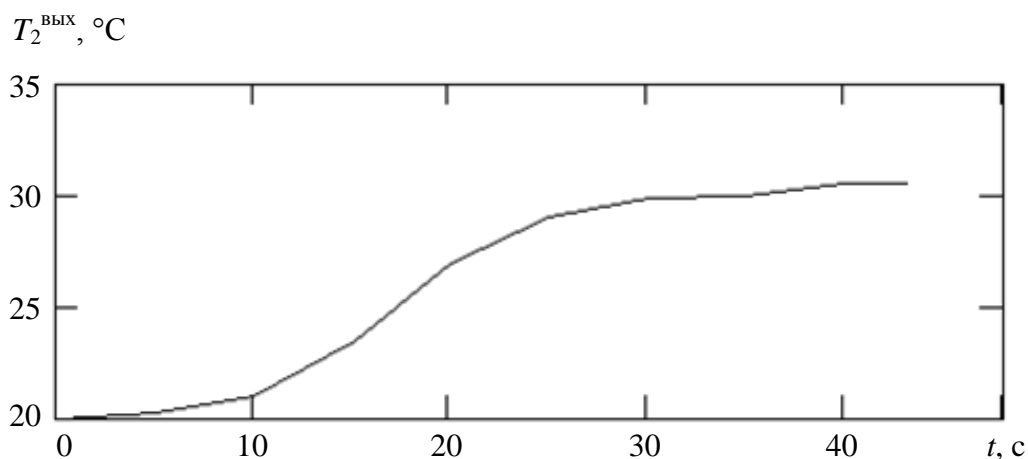


Рис. 3. Кривая изменения температуры воды на выходе теплообменника при изменении положения привода заслонки на 5 %

В результате расчета настроек ПИ импульсного регулятора получены начальные параметры, после введения которых в регулятор осуществляется переход в режим автонастройки: пропорциональный коэффициент $K_p = 4,78$ и постоянная интегрирования $T_i = 29,54$ с.

При работе с такими параметрами на экспериментальном теплообменнике перерегулирование не превышает 15 % при времени регулирования до 2 мин. С учетом инерционности тракта подачи нагретой воды в резервуар (бассейн) с рыбой эти параметры являются подходящими. Автонастройка локального регулятора производится для минимизации энергозатрат на нагрев, что обеспечивает снижение технологических затрат на производство товарной рыбы.

Техническая структура системы управления теплообменником определяет вид закона управления и выбрана до моделирования.

Дифференциальная составляющая не используется, так как объект достаточно инерционный и не все регуляторы имеют возможность автоматической настройки постоянной времени дифференцирования.

Библиографический список

1. Войнарович А., Дьердь Х., Мот-Поульсен Т. Мелкомасштабное разведение радужной форели. Рим: ФАО, 2014. 112 с.
2. Ахремчик О.Л. Использование типовых программно-технических средств автоматизации при управлении уровнем в парогенераторе Калининской АЭС // Вестник Тверского государственного технического университета. Серия «Технические науки». 2021. № 3 (11). С. 79–90.

HEAT EXCHANGER CONTROL SYSTEM FISH BREEDING PLANTS

O.L. Akhremchik, S.U. Kurilov, B.S. Myrzabekov

***Abstract.** A multi-section recuperative heat exchanger of a fish breeding plant is considered as a control object. A two-level control system structure is proposed. At the lower level, a local controller is used with the ability to configure parameters automatically. Preliminary parameters are determined on the basis of the model built along the channel «hot water flow rate – water temperature at the output».*

***Keywords:** water, heat exchanger, control system, parameter.*

Об авторах:

АХРЕМЧИК Олег Леонидович – д-р техн. наук, профессор кафедры автоматизации технологических процессов, Тверской государственной технической университет, Тверь. E-mail: axremchic@mail.ru

КУРИЛОВ Сергей Юрьевич – студент, Тверской государственной технической университет, Тверь. E-mail: axremchic@mail.ru

МЫРЗАБЕКОВ Баурджан Сейдахметович – аспирант, Тверской государственной технической университет, Тверь. E-mail: axremchic@mail.ru

About the authors:

AKHREMCHIK Oleg Leonidovich – Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Automation, Tver State Technical University, Tver. E-mail: axremchic@mail.ru

KURILOV Sergej Urevich – Student, Tver State Technical University, Tver. E-mail: axremchic@mail.ru

MYRZABEKOV Baurdjan Seidahmetovich – Postgraduate Student, Tver State Technical University, Tver. E-mail: axremchic@mail.ru

Секция 8. Социогуманитарные исследования

УДК 330.115 (075.8)

ВЕРОЯТНОСТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

А.В. Ганичева, А.В. Ганичев

© Ганичева А.В., Ганичев А.В., 2022

Аннотация. В статье рассмотрены два портфеля учебного процесса: портфель учебных часов и портфель оценочных баллов. Предложено классифицировать обучаемых и группы обучаемых согласно значениям законов распределения и эконометрическим моделям характеристик портфелей. Это позволяет сформировать психологические портреты обучаемых и выработать индивидуальные траектории усвоения ими знаний.

Ключевые слова: вектор, портфель, закон распределения вероятностей, эконометрическая модель, траектория обучения.

Проблема оценивания качества учебного процесса является одной из самых важных в системе образования. Ее актуальность возрастает с внедрением в процесс обучения цифровых технологий, для которых необходима новая система показателей, характеризующих разные стороны оценки качества процесса передачи, получения и управления знаниями. Новыми подходами для решения рассматриваемой проблемы являются методы, разработанные в статьях [1, 2]. В статье [1] введены «физические» характеристики учебного процесса (сила, работа, ускорение, мощность); в статье [2] описан способ формирования портфеля оценочных баллов и определения его показателей (доходность, риск, эффективность), а также исследованы условия минимизации риска портфеля.

В работе мы рассмотрим два портфеля учебного процесса: учебных часов и оценочных баллов, когда их координаты представляют собой случайные величины.

Пусть $\bar{x} = (x_1, \dots, x_n)$ – вектор учебных часов по n дисциплинам, т. е. портфель учебных часов, $\bar{y} = (y_1, \dots, y_n)$ – соответствующий портфель оценочных баллов. По каждой дисциплине рассматривается поток студентов. Для первого вектора каждая координата представляет собой случайную величину, значения которой равны часам, потраченным каждым из рассматриваемых студентов на изучение данной дисциплины (присутствие на лекциях, практических и лабораторных занятиях, зачете,

экзамене, часы самостоятельной работы). Каждая координата второго вектора – случайная величина, значениями которой являются баллы студентов, получаемые ими в процессе изучения данной дисциплины.

По каждой координате можно ввести в рассмотрение ее среднее значение m_{x_i} , разброс σ_{x_i} , моду и медиану. Аналогичные характеристики можно ввести для координат вектора \bar{y} . Это вероятностные характеристики изучения каждой дисциплины данным множеством студентов.

Важной характеристикой учебного процесса является связь между учебными часами и соответствующими баллами по каждой дисциплине, т. е. связь между векторами \bar{x} и \bar{y} . Для описания этой связи можно использовать коэффициент корреляции $r_{x_i y_i}$ ($i = \overline{1, n}$) между отдельными дисциплинами и множественный коэффициент корреляции между портфелями \bar{x} и \bar{y} . Чем ближе их значения к 1, тем лучше планирование учебного процесса, т. е. коэффициенты корреляции можно рассматривать в качестве оценки деятельности учебного отдела по составлению учебных планов.

Такую же оценку можно делать и для связанных дисциплин, когда одна дисциплина предшествует другой или они имеют много одинаковых для реализации компетенций. При этом чем меньше соответствующий коэффициент корреляции будет отличаться от 1, тем выше будет оценка осуществляемого учебного процесса.

Оценка плохой организации и плохого осуществления учебного процесса – стремление коэффициента корреляции к 0 или уход в отрицательную область.

Каждый вектор \bar{x} и \bar{y} можно также рассматривать как индивидуальный вектор обучаемого: с каждой дисциплиной связывать множество часов (для \bar{x}) и полученных данным обучаемым баллов (для \bar{y}) в определенные моменты времени, например по неделям. Для каждого студента по каждой дисциплине можно построить эконометрическую модель на основе полученных данных в заданные моменты времени, а эту модель рассматривать как траекторию обучения по критериям затрат часов и полученных баллов. На основе данной модели можно также решать задачу прогноза успеваемости для каждого индивидуума.

Кроме того, для каждого обучаемого или группы обучаемых по каждой дисциплине на основе статистического материала можно ввести двумерную случайную величину, характеристики которой будут отражать затраты времени (\bar{x}) и успехи (\bar{y}) обучаемого или группы обучаемых. Можно установить закон распределения этой случайной величины, а также рассчитать среднее значение, разброс, моду, медиану и другие характеристики выборки.

Такой подход дает возможность проводить классификацию обучаемых и групп обучаемых согласно значениям данных характеристик и законам распределения случайных величин. Так, x_i ($i = \overline{1, n}$) может иметь биномиальный закон распределения, а соответствующая координата y_i будет аппроксимироваться показательным законом распределения. Таким образом, с каждым обучаемым по данной дисциплине можно связать две случайные величины, для которых следует задать два закона распределения. На основе наблюдения можно построить две эконометрические модели.

Законы распределения и эконометрические модели тесно связаны с психологическими характеристиками индивидуумов.

В связи с вышесказанным психологические службы учебных заведений на основе журналов успеваемости и промежуточной аттестации с учетом распределения часов должны определить психологический портрет индивида в соответствии с предложенной классификацией его траекторий обучения (таблица).

Классификация траекторий обучения индивида

№ п/п	\bar{x} закон	\bar{y} закон	\bar{x} модель	\bar{y} модель
1	Биномиальный	Биномиальный	Линейная	Линейная
2			Линейная	Нелинейная
3			Нелинейная	Линейная
4		Пуассоновский	Линейная	Линейная
5			Линейная	Нелинейная
6			Нелинейная	Линейная

Всю таблицу приводить не будем из-за большого объема. Обратим внимание, что в данном исследовании рассматриваются шесть законов распределения вероятностей (нормальный, равномерный, показательный, релеевский, биномиальный, пуассоновский) и две модели (линейная, нелинейная). В связи с этим можно выделить семьдесят два типа обучаемых. При более полной градации законов и моделей количество типов увеличивается.

Психологическая задача заключается в определении для каждого типа соответствующих психологических характеристик с последующим анализом причинно-следственных соответствий. Однако рассмотрение этого вопроса выходит за рамки данной статьи.

Библиографический список

1. Ганичева А.В. Моделирование показателей учебного процесса // В мире научных открытий. 2011. № 10–2 (22). С. 1016–1028.

2. Ганичев А.В., Ганичева А.В. Способы оптимизации портфеля оценочных баллов // Вестник Тверского государственного технического университета. 2008. № 13. С. 267–273.

PROBABILISTIC CHARACTERISTICS OF THE EDUCATIONAL PROCESS

A.V. Ganicheva, A.V. Ganichev

***Abstract.** The article considers two portfolios of the educational process: a portfolio of study hours and a portfolio of assessment points. It is proposed to classify trainees and groups of trainees according to the values of the distribution laws and econometric models of portfolio characteristics. This makes it possible to form psychological portraits of trainees and develop individual trajectories of their assimilation of knowledge.*

***Keywords:** vector, portfolio, probability distribution law, econometric model, learning trajectory.*

Об авторах:

ГАНИЧЕВА Антонина Валериановна – канд. физ.-мат. наук, доцент, доцент кафедры физико-математических дисциплин и информационных технологий, Тверская государственная сельскохозяйственная академия, Тверь. E-mail: tgan55@yandex.ru

ГАНИЧЕВ Алексей Валерианович – доцент кафедры информатики и прикладной математики, Тверской государственный технический университет, Тверь. E-mail: alexej.ganichev@yandex.ru

About the authors:

GANICHEVA Antonina Valerianovna – Candidate of Physico-Mathematical Sciences, Associate Professor of the Department of the Physicist-Mathematical Disciplines and Informational Technologies, Tver State Agricultural Academy, Tver. E-mail: tgan55@yandex.ru

GANICHEV Alexey Valerianovich – Associate Professor of the Department of Informatics and Applied Mathematics, Tver State Technical University, Tver. E-mail: alexej.ganichev@yandex.ru

ОСОБЕННОСТИ САМООПРЕДЕЛЕНИЯ ВЫПУСКНИКОВ БАКАЛАВРИАТА

Г.В. Кошкина, К.Э. Кошкина, В.А. Никольская, С.А. Никитин

© Кошкина Г.В., Кошкина К.Э.,
Никольская В.А., Никитин С.А., 2022

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы выбора сферы деятельности после окончания первой ступени обучения в вузе, варианты выбора направления и формы обучения в магистратуре.

Ключевые слова: профессиональное самоопределение, бакалавриат, формы обучения, магистратура.

В предыдущей статье мы говорили о том, как сложно абитуриентам выбрать направление обучения после окончания школы [см. библиографический список].

После успешного окончания первой ступени обучения в вузе перед многими выпускниками-бакалаврами встает вопрос: продолжить обучение, поступив в магистратуру, или искать работу, если ее у них еще нет.

Большая часть студентов, окончивших бакалавриат, считают, что получили достаточно знаний, чтобы работать в профильной сфере деятельности. Они предпочитают практику и не хотят тратить еще два года на обучение.

Всегда есть процент выпускников, которые получали образование только «для корочки». В дальнейшем они устраиваются на работу не по специальности.

В современных условиях процент выпускниц, уходящих после выпуска в декрет, уменьшается, что связано с данными статистики, по которым возраст рожениц повышается в среднем до 28 лет. Молодежь предпочитает сначала сделать карьеру, а создание семьи откладывает на более поздние сроки.

Для многих абитуриентов-студентов большое значение имеет наличие очных бюджетных мест. Для юношей мотивацией продолжить обучение может быть возможность отложить прохождение обязательной военной службы.

На очную форму обучения приходится 85 % бюджетных мест в магистратуре. Почти все желающие, закончившие бакалавриат с хорошими оценками, имеют возможность и дальше обучаться в своем вузе бесплатно.

Около 50 % выпускников принимают решение продолжить обучение в магистратуре. В этой ситуации встает вопрос о том, какое направление для дальнейшего обучения выбрать.

Большинство предпочитают продолжить образование в той же сфере. Из тех, кто предпочитает сменить направление обучения, более четверти хотят получить престижную профессию, менее 22 % видят отсутствие спроса на рынке труда по полученной специальности, примерно столько же исчерпали себя в своей нынешней специальности, а около 19 % признались, что их специальность им неинтересна, и они предпочитают строить карьеру в другой сфере деятельности.

Отчасти смена направления при поступлении в магистратуру – следствие раннего профессионального самоопределения [см. библиографический список].

Порядка 30 % выпускников уже на старших курсах начинают подрабатывать по специальности. Соответственно, после получения диплома бакалавр продолжает работу на том же месте (возможно, уже на полную ставку), получает повышение или, имея стаж, устраивается в более престижное место.

Примерно 5 % выпускников для дальнейшего продолжения карьеры поступают на смежные направления обучения или сразу на два. Однако такие случаи редки, так как не каждый человек готов к подобной напряженной работе.

Тем, кто уже работает и хочет продолжить свое обучение, необходимо ответить на следующие вопросы:

«выбрать очную, заочную или очно-заочную форму обучения?»;

«есть ли заочная или очно-заочная форма на желаемом направлении?»;

«будет ли возможность совмещать учебу и работу при выборе очной или очно-заочной формы (если заочной формы нет)?».

Основная масса выпускников продолжают обучение в том же вузе и на том же или смежном направлении, на котором учились в бакалавриате, но нередко абитуриенты выбирают другое направление или учебное заведение. Причинами этого могут быть:

недостаточный уровень квалификации профессорско-преподавательского состава выпускающей кафедры (факультета, вуза);

желание получить образование по другому направлению;

переезд на постоянное место жительства в другой город или страну;

отсутствие желаемого направления обучения или желаемой формы обучения.

В магистратуры других вузов поступают 17 % выпускников бакалавриата, еще 6 % переезжают в другой регион. Большая часть абитуриентов, имеющих хорошие результаты по ЕГЭ, сначала поступают в вуз в своем регионе, проходят стадию взросления, убеждают родителей в

своей самостоятельности, раскрывают внутренний потенциал, приобретают уверенность в своих силах и после бакалавриата поступают в магистратуры столичных вузов.

Как правило, для трудоустройства вполне достаточно степени бакалавра, приветствуется опыт практической работы. В отдельных сферах деятельности соискателям предлагается выполнить тестовое задание, которое показывает уровень владения необходимыми знаниями и навыками.

Остаются вопросы: кому и для чего нужна магистратура и что она дает? Обучение в магистратуре позволяет получить дополнительные и углубленные знания в уже освоенном направлении подготовки или расширить свои профессиональные возможности за счет изучения дисциплин по новому профилю или направлению. Это поможет не просто повысить квалификацию, осознать выбор профессиональной деятельности и свое место в ней, но и подготовить базу для осуществления научной деятельности, работы в качестве преподавателя вуза, поступления в аспирантуру.

Согласно статистике, процент трудоустроенных выпускников со степенью магистра на порядок выше, чем процент трудоустроенных бакалавров. Наличие степени магистра может давать преимущество не только при выборе кандидатов на вакансии при трудоустройстве, но и при продвижении по карьерной лестнице.

Библиографический список

Никольская В.А., Кошкина Г.В., Кошкина К.Э. Проблемы подготовки специалистов в региональных вузах // Актуальные проблемы качества образования в высшей школе: материалы докладов научно-практической конференции. Тверь: ТвГТУ, 2019. С. 146–149.

PECULIARITIES OF THE SELF-DETERMINATION OF UNDERGRADUATE GRADUATES

G.V. Koshkina, K.E. Koshkina, V.A. Nikolskaya, S.A. Nikitin

***Abstract.** The article discusses the choice of career after the first level of higher education and the options for choosing a course of study and form of study for a master's degree.*

***Keywords:** professional self-determination, bachelor's degree, forms of study, master's degree.*

Об авторах:

КОШКИНА Галина Вячеславовна – старший преподаватель кафедры информатики и прикладной математики, Тверской государственной технической университет, Тверь. E-mail: gkoshkina@rambler.ru

КОШКИНА Кристина Эдуардовна – студентка кафедры радиотехнических информационных систем, Тверской государственной технической университет, Тверь. E-mail: kris22t@rambler.ru

НИКОЛЬСКАЯ Вера Александровна – канд. техн. наук, профессор кафедры экономики и управления производством, Тверской государственной технической университет, Тверь. E-mail: nbvas@mail.ru

НИКИТИН Семен Александрович – студент кафедры радиотехнических информационных систем, Тверской государственной технической университет, Тверь. E-mail: www.nikitin1997@gmail.com

About the authors:

KOSHKINA Galina Vyacheslavovna – Senior Lecturer of the Department of Informatics and Applied Mathematics, Tver State Technical University, Tver. E-mail: gkoshkina@rambler.ru

KOSHKINA Kristina Eduardovna – Student of the Department of Radio Engineering Information Systems, Tver State Technical University, Tver. E-mail: kris22t@rambler.ru

NIKOLSKAYA Vera Aleksandrovna – Candidate of Technical Sciences, Professor of the Department of Economics and Production Management, Tver State Technical University, Tver. E-mail: nbvas@mail.ru

NIKITIN Semyon Aleksandrovich – Student of the Department of Radio Engineering Information Systems, Tver State Technical University, Tver. E-mail: www.nikitin1997@gmail.com

УДК 378.14:376.3

ОСОБЕННОСТИ ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ В ВУЗЕ

Г.В. Кошкина, Н.А. Стукалова, Е.Е. Фомина

© Кошкина Г.В., Стукалова Н.А.,
Фомина Е.Е., 2022

***Аннотация.** В статье рассматриваются вопросы обеспечения необходимых условий подготовки и организации учебного процесса для студентов с ограниченными возможностями здоровья.*

***Ключевые слова:** доступная среда, инклюзивное образование, вуз, адаптация, ограниченные возможности здоровья.*

Проблемам адаптации абитуриентов при поступлении в вуз, а также адаптации студентов при дальнейшем обучении, особенностям преподавания с использованием индивидуального подхода уделяется

достаточно внимания [1, 2]. В настоящее время остро стоит вопрос инклюзивного образования на всех его ступенях, в том числе и в высшей школе.

Ежегодно примерно от 3 до 16 % от общего числа студентов, поступающих в вуз для получения первого высшего образования и претендующих на бюджетные места, имеют ограниченные возможности здоровья (ОВЗ). При выборе специальности им приходится не только руководствоваться своими желаниями, но и считаться с ограничениями, которые накладываются законодательными актами РФ, в частности перечнем вредных и (или) опасных производственных факторов и работ, при выполнении которых проводятся обязательные предварительные и периодические медицинские осмотры (обследования).

При подаче документов на ряд направлений и специальностей («Теплоэнергетика и теплотехника», «Электроэнергетика и электротехника», «Наземные транспортно-технологические комплексы», «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов», «Технология транспортных процессов», «Технология продукции и организация общественного питания») абитуриенты должны предоставить медицинские документы в расширенной версии и пройти обследование у врачей-специалистов: психиатра, нарколога, офтальмолога, оториноларинголога, невролога, хирурга, дерматовенеролога, эндокринолога. Необходимо также предоставить дополнительные антропометрические данные (рост, вес) и сведения о цветоощущении, биометрии сред глаза, об остроте зрения, определении полей зрения, офтальмоскопии глазного дна, исследовании вестибулярного анализатора, аудиометрии. Эти требования обязательно должны отражаться в нормативных документах.

Как показывает статистика, наибольшее число абитуриентов с ОВЗ предпочитают получить высшее образование по направлениям, связанным с вычислительной техникой, сетями, информационными технологиями и системами, а также защитой информации.

В соответствии с государственной программой «Доступная среда» для организации обучения от вуза требуется создание дополнительных условий для получения образовательных услуг студентами с ОВЗ в полном объеме. Это касается не только технических характеристик, таких как наличие пандусов, особенности организации учебного места и пр. Обязательным условием для обучения студентов с ОВЗ является наличие адаптированных образовательных программ и индивидуальных учебных планов.

Использование информационно-компьютерных технологий в процессе обучения позволяет создавать условия для развития безбарьерной образовательной среды, разрабатывать, реализовывать и применять в учебном процессе такие форматы, как вебинары (веб-лекции, веб-уроки), веб-игры, веб-тестирование и т. д.; развивать достаточный уровень

адаптивности образовательного пространства и индивидуальное сопровождение обучающегося с ОВЗ; расширять возможности доступа к дополнительному образованию; способствовать удовлетворению индивидуальных образовательных потребностей в изменяющихся организационных условиях.

При необходимости студенты с ОВЗ должны получать помощь со стороны профессорско-преподавательского состава, администрации, студенческих объединений для установления социальных связей и выстраивания взаимоотношений в студенческом сообществе.

Для студентов с ОВЗ, обучающихся в средних специальных и высших учебных заведениях, проводятся олимпиады, в частности чемпионат по профессиональному мастерству «Абилимпикс», который дает участникам возможность поверить в свои силы, проверить уровень полученных знаний, проявить лучшие черты характера при работе в стрессовых ситуациях.

Профессорско-преподавательский состав вуза проходит дополнительные курсы повышения квалификации, направленные на информирование о новых технологиях обучения, изменениях, вносимых в образовательное пространство, требованиях к организации обучения лиц с ОВЗ. Для обеспечения качественного освоения дисциплин учебного плана особыми студентами преподавателю необходимо не только владеть профессиональными знаниями, но и учитывать психологические особенности обучаемого, использовать педагогические приемы и навыки, свой жизненный опыт, рекомендации специалистов. В течение всего периода обучения студенты должны иметь возможность получать регулярные индивидуальные консультации и дополнительные занятия, в том числе с использованием электронных образовательных средств.

Преподаватели, работающие со студентами с ОВЗ, должны обладать стабильным психоэмоциональным фоном, стрессоустойчивостью, гибкостью мышления, уметь адаптироваться к любой ситуации и принимать взвешенные и обдуманые решения.

В связи с увеличением количества средних общеобразовательных и специальных учебных заведений, обеспечивающих инклюзивность образования, процент студентов вузов с ОВЗ ежегодно растет, что требует непрерывающейся работы администрации и профессорско-преподавательского состава в направлении развития и обеспечения «Доступной среды».

Библиографический список

1. Никольская В.А., Кошкина Г.В., Кошкина К.Э. Проблемы подготовки специалистов в региональных вузах // Актуальные проблемы качества образования в высшей школе: материалы докладов научно-практической конференции. Тверь: ТвГТУ, 2019. С. 146–149.

2. Кошкина Г.В., Смирнова М.А., Стукалова Н.А. Проблемы адаптации студентов в вузах // Саморазвивающаяся среда технического вуза: научные исследования и экспериментальные разработки: материалы IV Всероссийской научно-практической конференции. Тверь: ТвГТУ, 2019. С. 119–122.

THE USE OF RAPID CASHLESS PAYMENTS IN A DIGITISED SOCIETY

G.V. Koshkina, N.A. Stukalova, E.E. Fomina

***Abstract.** The article discusses the issues of providing the necessary conditions for the preparation and organization of the educational process for students with disabilities.*

***Keywords:** accessible environment, inclusive education, university, adaptation, disability.*

Об авторах:

КОШКИНА Галина Вячеславовна – старший преподаватель кафедры информатики и прикладной математики, Тверской государственный технический университет, Тверь. E-mail: gkoshkina@rambler.ru

СТУКАЛОВА Наталия Александровна – канд. техн. наук, доцент кафедры информатики и прикладной математики, Тверской государственный технический университет, Тверь. E-mail: nast77@mail.ru

ФОМИНА Елена Евгеньевна – канд. техн. наук, доцент кафедры информатики и прикладной математики, Тверской государственный технический университет, Тверь. E-mail: f-elena2008@yandex.ru

About the authors:

KOSHKINA Galina Vyacheslavovna – Senior Lecturer of the Department of Informatics and Applied Mathematics, Tver State Technical University, Tver. E-mail: gkoshkina@rambler.ru

STUKALOVA Natalia Aleksandrovna – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Informatics and Applied Mathematics, Tver State Technical University, Tver. E-mail: nast77@mail.ru

FOMINA Elena Evgenievna – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Informatics and Applied Mathematics, Tver State Technical University, Tver. E-mail: f-elena2008@yandex.ru

СОДЕРЖАНИЕ

Секция 1. Проблемы социально-экономического развития региона

<i>Азарова Л.В., Хоменко А.И.</i> Динамический анализ рынка аудиторских услуг РФ: тенденции и причины.....	3
<i>Демиденко Г.Н., Сульман М.Г.</i> Тенденции и перспективы развития аккредитации в России.....	8
<i>Конакова Л.В., Хоменко С.А.</i> Динамический анализ оборотного капитала в строительной компании.....	11
<i>Титова А.С., Ефимов И.Д.</i> Выявление правообладателей ранее учтенных объектов недвижимости в рамках реализации Федерального закона № 518-ФЗ.....	15
<i>Хоменко А.И., Мутовкина Н.Ю.</i> Прогнозные модели и их применение в планировании выручки производственного предприятия.....	20

Секция 2. Проблемы добычи, переработки природных ресурсов и защиты окружающей среды

<i>Женихов Ю.Н., Панов В.В., Женихов К.Ю.</i> Нормативно-правовое обеспечение рекультивации нарушенных горными работами торфяных месторождений.....	28
---	----

Секция 3. Производство строительных материалов, строительство и строительные технологии

<i>Белов В.В., Али Р.А., Цыбина Р.З.</i> Микроструктура неавтоклавного газобетона с использованием техногенных отходов.....	35
---	----

<i>Кондратьев А.В., Кочкян С.М., Смородов С.П., Гусаров А.А.</i> Обоснование формы дисков валкового грохота для классификации гравия и щебня.....	41
<i>Кульков С.А., Петров А.А.</i> Проблемы и преимущества внедрения ВМ-технологий в России.....	48
<i>В.И. Трофимов, Р.З. Цыбина, Г.А. Хитрич</i> Оценка несущей способности анкеров сборной дорожной плиты с нижним композитным слоем на полимерной основе.....	53
<i>Фадеев Д.В., Фадеев В.В.</i> Численное моделирование процесса деформирования конструкционных материалов в условиях нормальных температур.....	59

Секция 4. Машиностроение и металлообработка

<i>Болотов А.Н., Новикова О.О., Новиков В.В., Янишевский Я.А.</i> Ресурс магнитожидкостных узлов трения.....	65
<i>Болотов А.Н., Новикова О.О., Янишевский Я.А.</i> Магнитные смазочные наномасла на основе кремнийорганических наножидкостей.....	71

Секция 5. Химия, химическая и биотехнология

<i>Базулева В.А., Прутенская Е.А.</i> Использование белков бобовых культур в продуктах питания.....	77
<i>Волкова А.В., Ожимкова Е.В.</i> Анализ антиоксидантной активности экстрактов, полученных из половы льна.....	82
<i>Жохов И.С., Лагусева Е.И.</i> Пористость пиперазинсодержащих полиамидов.....	85
<i>Стукалова Н.А., Гусаров А.А., Стукалов Д.О.</i> Информационные технологии в медицинских исследованиях.....	91

Секция 6. Энергетика и энергосбережение

<i>Макаров А.Н., Крупнов А.В., Алисова Е.П.</i> Использование научного открытия для энергоресурсосбережения в факельных печах, топках паровых котлов.....	96
<i>Макаров А.Н., Крупнов А.В., Соколов А.Ю.</i> Использование научного открытия для энергоресурсосбережения в дуговых сталеплавильных печах.....	107

Секция 7. Информационные технологии, программное обеспечение и системы автоматизации в промышленном производстве

<i>Ахремчик О.Л., Курилов С.Ю., Мырзабеков Б.С.</i> Система управления теплообменником установки для разведения рыбы.....	114
---	-----

Секция 8. Социогуманитарные исследования

<i>Ганичева А.В., Ганичев А.В.</i> Вероятностные характеристики учебного процесса.....	118
<i>Кошкина Г.В., Кошкина К.Э., Никольская В.А., Никитин С.А.</i> Особенности самоопределения выпускников бакалавриата.....	122
<i>Кошкина Г.В., Стукалова Н.А., Фомина Е.Е.</i> Особенности обучения студентов с ограниченными возможностями здоровья в вузе.....	125

**Саморазвивающаяся среда технического вуза:
научные исследования и экспериментальные разработки**

*Материалы VI Всероссийской научно-практической конференции
20 января 2022 г., Тверь*

Редактор Я.А. Петрова
Корректор С.В. Борисов

Подписано в печать

Формат 60x84/16

Физ. печ. л. 8,25

Тираж 50 экз.

Усл. печ. л. 7,67

Заказ № 67

Бумага писчая

Уч.-изд. л. 7,18

С – 66

Редакционно-издательский центр
Тверского государственного технического университета
170026, г. Тверь, наб. А. Никитина, 22