

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

**НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ РОССИЙСКОЙ НАУКИ:  
ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ  
И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ РАЗРАБОТКИ СТУДЕНТОВ  
И АСПИРАНТОВ**

Часть 1

*Материалы Всероссийской (национальной)  
научно-практической конференции,  
январь 2021 г., Тверь*

Тверь 2021

УДК 332+316+621+69+66  
ББК 65+60.5+34.4/.5+35.10

Направления развития российской науки: теоретические исследования и экспериментальные разработки студентов и аспирантов: материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, январь 2021 г., Тверь. В 2 ч. Ч. 1 / под ред. Т.Б. Новиченковой. Ч. 1. Тверь: Тверской государственный технический университет, 2021. 164 с.

Сборник содержит материалы, отражающие результаты научных исследований, выполненных студентами и аспирантами. Доклады были представлены на научно-практической конференции, проведенной в Твери в январе 2021 г. Рассмотрены как фундаментальные вопросы технического, гуманитарного и социально-экономического характера, так и прикладные аспекты изучаемых проблем.

Включает секции «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».

ISBN 978-5-7995-1166-1  
ISBN 978-5-7995-1167-8

© Тверской государственный  
технический университет, 2021

# СЕКЦИЯ 1. ПРОБЛЕМЫ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНА

УДК 314.482

## АНАЛИЗ ДОЛИ ИНВЕСТИЦИЙ, НАПРАВЛЕННЫХ НА РЕКОНСТРУКЦИЮ И МОДЕРНИЗАЦИЮ, В ОБЩЕМ ОБЪЕМЕ ИНВЕСТИЦИЙ В ОСНОВНОЙ КАПИТАЛ ЦЕНТРАЛЬНОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА ЗА ПЕРИОД 2010–2018 ГОДОВ

Аверчев А.А., Розов Д.В., Минайло М.В.

© Аверчев А.А., Розов Д.В.,  
Минайло М.В., 2021

***Аннотация.** В статье анализируется доля инвестиций, направленных на реконструкцию и модернизацию Центрального федерального округа (ЦФО), приводится сравнение с другими федеральными округами. Рассмотрено, как формируется доля инвестиций в реконструкцию и модернизацию по областям, состоящим в ЦФО. Представленный анализ рассматривает период с 2010 по 2018 гг.*

***Ключевые слова:** инвестиции, доля инвестиций, инвестиции в реконструкцию и модернизацию, инвестиции в основной капитал, субъекты Российской Федерации.*

Цель данной работы – проанализировать, на каком уровне находится доля инвестиций в реконструкцию и модернизацию Центрального федерального округа (ЦФО) по сравнению с другими регионами и какие из субъектов оказывают наибольшее влияние на долю всего ЦФО. В представленном анализе рассматривается период 2010–2018 гг.

Инвестиции в реконструкцию и модернизацию являются частью инвестиций в основной капитал, соответственно показатель представляет собой отношение между инвестициями в реконструкцию и модернизацию к общему показателю инвестиций в основной капитал организации.

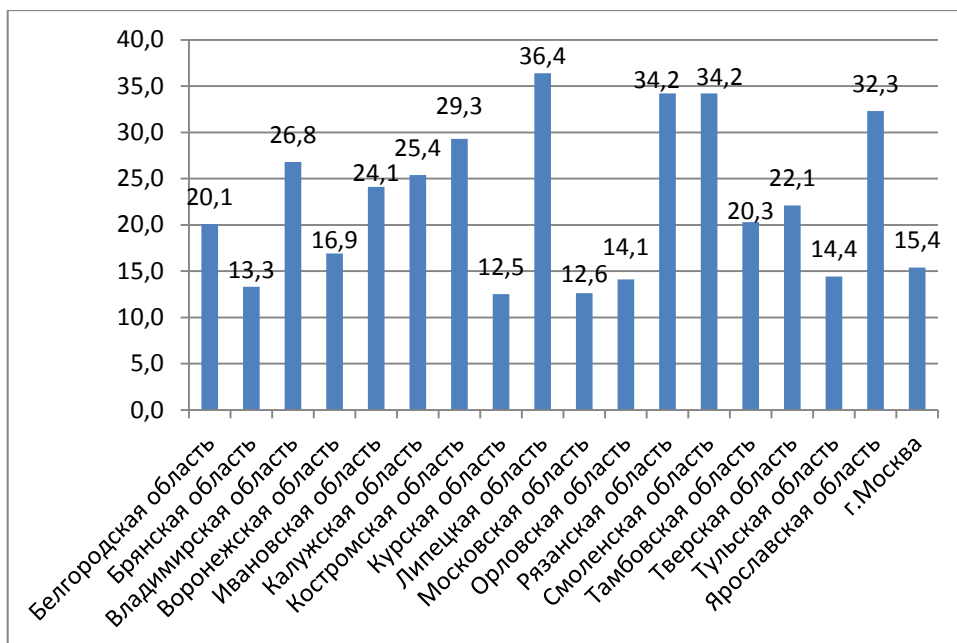
В рассматриваемом периоде средний по Российской Федерации показатель доли инвестиций в реконструкцию и модернизацию составляет 15,5 %, в то время как по ЦФО этот показатель составляет 16,7 %, следовательно, в нем показатель доли инвестиций в реконструкцию и модернизацию выше, чем в среднем по России [1]. Однако, несмотря на это, доля инвестиций невысока в сравнении с другими федеральными округами, ЦФО находится только на четвертом месте среди восьми федеральных округов Российской Федерации. Лидером по доле

инвестиций в реконструкцию и модернизацию является Приволжский федеральный округ (с показателем 20,6 % за 2018 г.); в некоторых регионах субъекта более 30 % инвестиций идут именно в реструктуризацию и модернизацию, что показывает сильное стремление к технологическому развитию компаний округа, в частности таких субъектов, как Пензенская (30,5 % за 2018 г.) и Саратовская области (31,8 % за 2018 г.). Можно отметить, что округом с меньшей долей инвестиций в реконструкцию и модернизацию является Уральский федеральный округ с показателем 11,1 %, в данном регионе предприниматели и руководители организаций больше удовлетворены работой процессов, протекающих в организации, и не так активно инвестируют в реструктуризацию и модернизацию процессов (таблица).

Доля инвестиций, направленных на реконструкцию и модернизацию, в общем объеме инвестиций в основной капитал по регионам Российской Федерации за период 2010–2018 гг., %

Территориальная единица	Год									Среднее значение
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	
Российская Федерация	18,8	19,3	19,5	18,8	17,4	17,3	16,3	16,1	15,5	17,7
Центральный федеральный округ	22,8	25,2	24,7	21,7	21,3	21,7	18,8	17,0	16,7	21,1
Приволжский федеральный округ	24,1	25,3	25,5	24,6	21,5	19,7	20,4	19,9	20,6	22,4
Уральский федеральный округ	14,8	17,7	15,5	14,2	13,6	13,2	11,1	14,3	11,1	13,9
Сибирский федеральный округ	19,9	18,3	20,8	20,0	16,4	18,9	19,8	19,0	19,3	19,2
Дальневосточный федеральный округ	10,8	10,3	11,1	16,7	12,3	12,3	10,6	9,2	11,5	11,6
Южный федеральный округ	19,4	19,9	19,3	15,6	14,8	14,1	18,6	16,1	16,1	17,1
Северо-Западный федеральный округ	16,8	14,1	14,0	15,5	15,8	15,9	14,7	15,4	14,8	15,2
Северо-Кавказский федеральный округ	18,2	22,3	25,7	19,0	23,1	21,5	19,4	20,9	18,4	20,9

Чтобы проанализировать, из чего состоит показатель по ЦФО, рассмотрим каждый из регионов в отдельности (рисунок) [2].



Доля инвестиций, направленных на реконструкцию и модернизацию, в общем объеме инвестиций в основной капитал по субъектам ЦФО, %

Согласно представленным данным, лидером по показателю в ЦФО является Липецкая область (36,4 %), что является даже выше показателей в Приволжском федеральном округе. Субъектом с наименьшей долей инвестиций в реструктуризацию и модернизацию процессов является Курская область. Также следует обратить внимание на положение Москвы (15,4 %) и Московской области (12,6 %), которые являются далеко не лидерами в ЦФО и остаются ниже середины из всех субъектов ЦФО, посредством этих субъектов, наоборот, сокращается доля инвестиций в реструктуризацию и модернизацию процессов всего региона. Самыми заинтересованными в реструктуризации и модернизации процессов субъектами РФ, помимо Липецкой, являются Рязанская, Смоленская и Ярославская области.

Таким образом, общая тенденция инвестиций в реструктуризацию и модернизацию идет к их сокращению; по сравнению со страной в целом ЦФО теряет свои позиции от года к году (в 2010 г. – второе место среди регионов, в 2018 г. – четвертое). Результат получается столь низким именно из-за показателей регионов, не особо заинтересованных в модернизации и реструктуризации процессов.

Общая тенденция сокращения инвестиций в модернизацию не совсем понятна, так как в наше время научный прогресс происходит стремительно. Кроме того, в целом развивается и экономика, следовательно, должны совершенствоваться и процессы в организации, так как без этого управление организацией может оказаться недостаточно эффективным и в дальнейшем компания будет терпеть убытки. В заключение

отметим, что организациям нашей страны необходимо пересмотреть свое отношение к инвестициям в свое же развитие.

#### **Библиографический список**

1. Единая межведомственная информационно-статистическая система (ЕМИСС). URL: [www.fedstat.ru](http://www.fedstat.ru) (дата обращения: 28.12.2020).
2. Федеральная служба государственной статистики РФ. URL: [www.gks.ru](http://www.gks.ru) (дата обращения: 28.12.2020).

### **ANALYSIS OF THE SHARE OF INVESTMENTS AIMED AT RECONSTRUCTION AND MODERNIZATION IN THE TOTAL VOLUME OF INVESTMENTS IN FIXED ASSETS OF THE CENTRAL FEDERAL DISTRICT FOR THE PERIOD 2010-2018**

**Averchev A.A., Rozov D.V., Minaylo M.V.**

***Abstract.** The work analyzes the Share of investments aimed at reconstruction and modernization of the Central Federal district. It is analyzed how the share of investments aimed at reconstruction and modernization is formed in the regions that are part of the Central Federal district. It also compares the share of investments in reconstruction and modernization of the Central Federal district with other Federal districts. The presented analysis covers the period from 2010 to 2018.*

***Keywords:** investment, share of investment, investment in reconstruction and modernization, investment in fixed capital, subjects of the Russian Federation.*

Об авторах:

Аверчев Алексей Аркадьевич – магистрант кафедры экономики и управления производством, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», Тверь. E-mail: [aver.alex2011@yandex.ru](mailto:aver.alex2011@yandex.ru)

Averchev Alexey Arkadevich – Master Student of the Department of Economics and Management, Tver State Technical University, Tver. E-mail: [aver.alex2011@yandex.ru](mailto:aver.alex2011@yandex.ru)

Розов Дмитрий Викторович – д-р экон. наук, профессор кафедры экономики и управления производством, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», Тверь. E-mail: [rozov23.02@mail.ru](mailto:rozov23.02@mail.ru)

Rozov Dmitriy Viktorovich – Doctor of Economic Sciences, Professor of the Department of Economics and Production Management, Tver State Technical University, Tver. E-mail: [rozov23.02@mail.ru](mailto:rozov23.02@mail.ru)

Минайло Мария Владимировна – магистрант кафедры экономики и управления производством, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», Тверь. E-mail: minajlo@yandex.ru

Minaylo Maria Vladimirovna – Master Student of the Department of Economics and Management, Tver State Technical University, Tver. E-mail: minajlo@yandex.ru

УДК 349.41 + 332.3

## **АНАЛИЗ И ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ НЕГАТИВНЫХ ПРОЦЕССОВ НА СОСТОЯНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ В ТВЕРСКОЙ ОБЛАСТИ**

**Артемьев А.А., Зайцева Е.А., Лепехин И.А.**

© Артемьев А.А., Зайцева Е.А.,  
Лепехин И.А., 2021

***Аннотация.** В последние годы в Тверском регионе из оборота выводились существенные площади сельскохозяйственных угодий в связи с неиспользованием земель, которое вызвано негативными процессами как природного, так и антропогенного характера. Статья посвящена исследованию характеристик земельного фонда Тверской области и региональных особенностей проявления и развития негативных процессов на сельскохозяйственных землях региона, в том числе оценке их влияния на качество земель. Итогом исследования является разработка комплекса мероприятий рекомендательного характера, направленных на повышение эффективности использования сельскохозяйственных земель в Тверской области.*

***Ключевые слова:** земельный фонд, Тверская область, земли сельскохозяйственного назначения, сельскохозяйственный оборот, категория земель, использование земель, эффективность использования, предупреждение развития негативных процессов, повышение плодородия почв.*

Тверская область находится в северо-западной части Центрального федерального округа. Общая площадь территории области в административных границах по состоянию на 1 января 2020 г. равна 8 420,1 тыс. га [1]. На рис. 1 изображена карта с обозначением границ Тверской области, а также смежных областей [2, с. 3].



Рис. 1. Границы Тверской области [2]

Распределение земельного фонда области по категориям по состоянию на 1 января 2020 г. представлено на рис. 2 [1]. Как видно из данных рис. 2, категория земель сельскохозяйственного назначения занимает второе место по площади, составляя при этом треть земель Тверского региона. Согласно статье 78 Земельного кодекса Российской Федерации от 25 октября 2001 г. № 136-ФЗ [3], землями сельскохозяйственного назначения признаются земли, находящиеся за границами населенного пункта и предоставленные для нужд сельского хозяйства, а также предназначенные для этих целей.

Эти земли имеют особый режим использования и подлежат охране, конечной целью которой является:

- недопущение уменьшения площади земель;
- предупреждение развития негативных процессов;
- повышение плодородия почв.



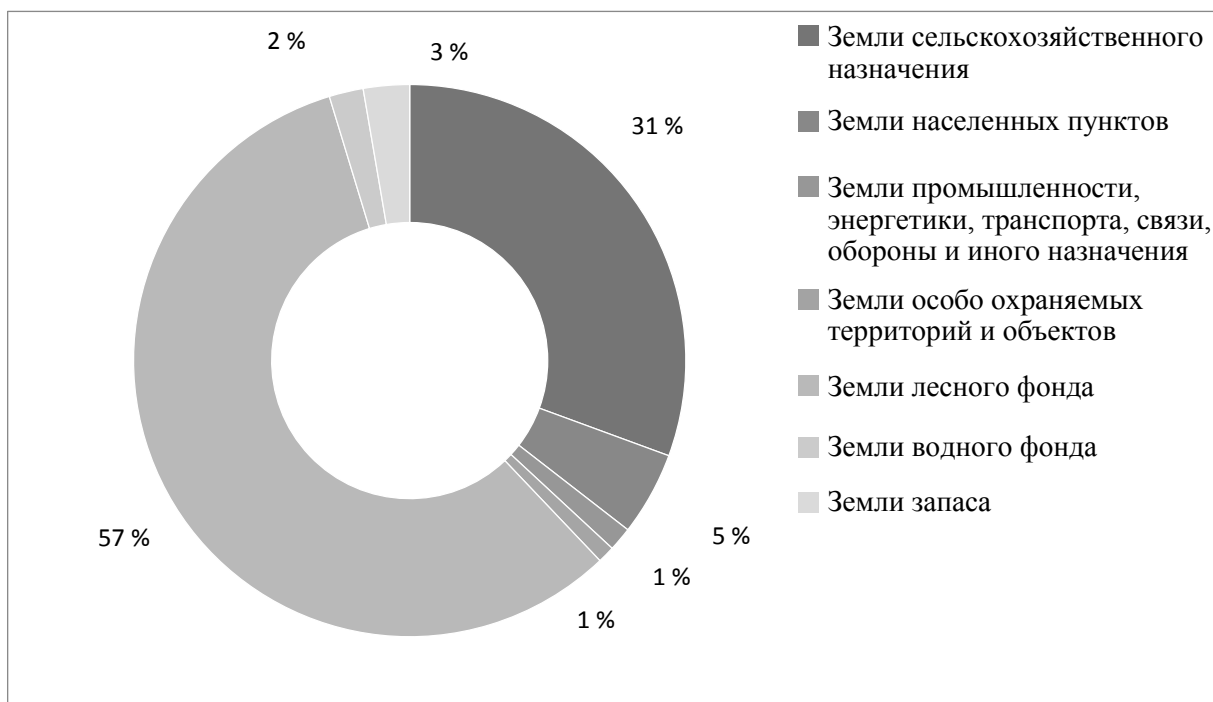


Рис. 2. Распределение земель Тверской области по категориям по состоянию на 1 января 2020 г. [1]

В 2019 г. Greenpeace подготовил карту неиспользуемых сельскохозяйственных земель России, на которой обозначен рейтинг того или иного региона, а также представлены данные о количестве неиспользуемых земель. Тверская область заняла третье место (рис. 3) [4].



Рис. 3. Данные о количестве неиспользуемых земель сельскохозяйственного назначения в Тверской области [4]

Как видно из данных на рис. 3, в Тверской области площадь неиспользуемых сельскохозяйственных земель составляет 1 890 тыс. га (1/4 от площади региона). Больше половины (1 084 га) сельскохозяйственных земель не используются уже более 20 лет, что в итоге привело к зарастанию их древесной растительностью.

На карте цветом отражены обрабатываемые, неиспользуемые более 3 лет, а также более 20 лет земли (рис. 4).

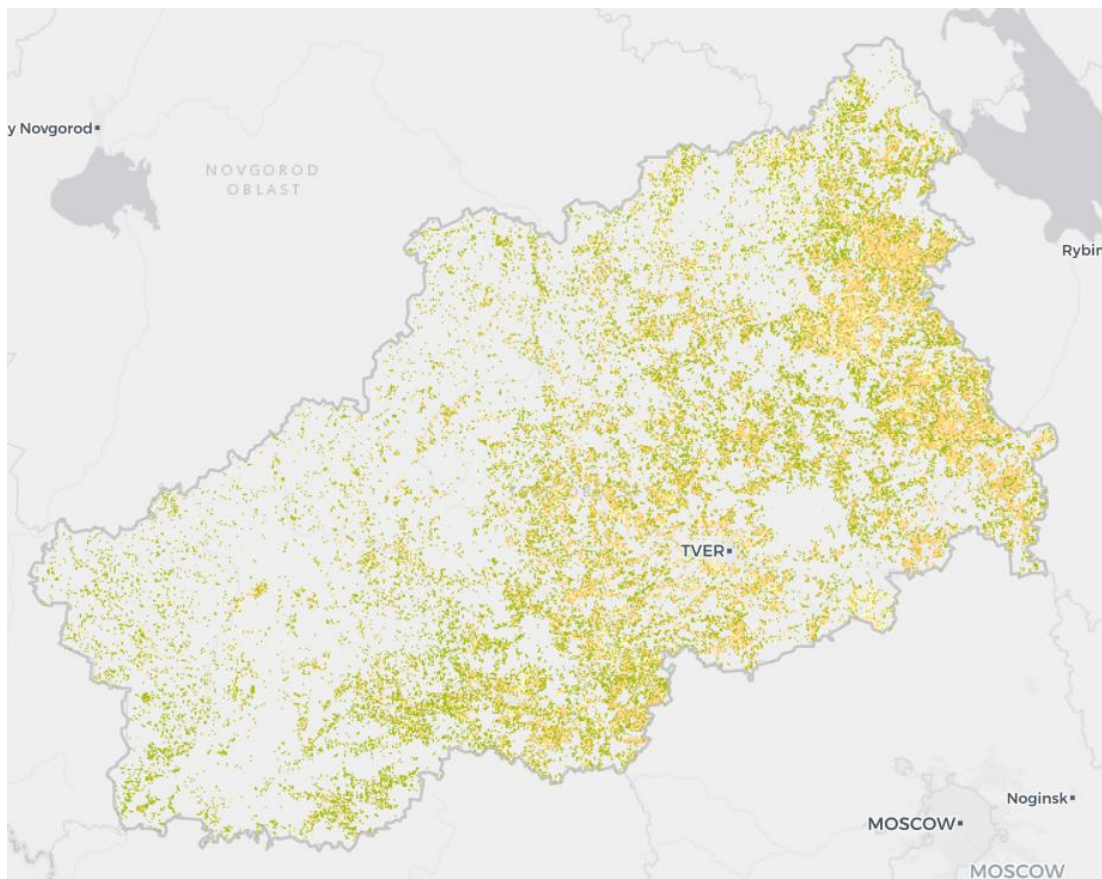


Рис. 4. Карта неиспользуемых сельскохозяйственных земель Тверского региона [4]

В настоящее время в Тверской области именно данная категория земель сильно подвержена воздействию негативных процессов, из которых наиболее сильно влияющими на качество являются:

- 1) засорение и загрязнение;
- 2) эрозия;
- 3) зарастание кустарником и мелколесьем;
- 4) подтопление и заболачивание;
- 5) каменистость.

Все указанные выше процессы в своей совокупности оказывают пагубное влияние на качество сельскохозяйственных земель региона, которые в конечном итоге приводят к деградации почвенного покрова, а при худшем раскладе – невозможности восстановления земель.

Деградация почв – это совокупность процессов, которые приводят к изменению функций почвы, количественному и качественному ухудшению ее свойств, постепенному ухудшению и утрате плодородия. Крайней степенью деградации почв является уничтожение почвенного покрова [5].

Структурно процессы деградации почв подразделяются на несколько видов в зависимости от воздействия человека:

1. Физического – нарушается топографический профиль земной поверхности, уменьшается уровень плодородия, сокращаются физические характеристики почвы, а также уменьшается процент увлажненности грунтового покрытия.

2. Химического – проявляется в сокращении количества необходимых земле химических элементов, например азота и кальция, и минеральных веществ. Также при химическом воздействии ухудшается плодородный потенциал и урожайность.

3. Биологического – угрожает почве загрязнением грунта патогенной микрофлорой, а также гибелью полезных микроорганизмов, повышающих урожайность.

Большинство сельскохозяйственных угодий Тверского региона на сегодняшний день заросли кустарником и мелколесьем. Пагубным результатом процесса зарастания является снижение плодородия почв. Засоренные поля трудно поддаются возделыванию, уходу за посевами и уборке урожая. В то же время уже полностью заросшие земли сельскохозяйственного назначения либо невозможно восстановить, либо процедуры по восстановлению требуют существенных финансовых вложений, что является нерентабельным для сельхозпроизводителей. Все это накладывает и определенные трудности в юридической сфере и сфере учета таких земель. Складывается ситуация, когда земля находится в категории земель сельскохозяйственного использования, но на ней произрастает древесная растительность, не учтенная в лесном фонде.

Не менее значимым неблагоприятным фактором в условиях ведения сельскохозяйственного производства является каменистость земель. Вследствие этого плодородность почв данного типа наиболее низкая. Также каменистый грунт, подобно песчанику, характеризуется высокой водопроницаемостью, что приводит к большим затратам удобрений, оросительной воды, износу почвообрабатывающей техники и труда при возделывании сельскохозяйственных культур.

В некоторых районах Тверской области проявляются и эрозионные процессы, уничтожающие сельскохозяйственные земли. В соответствии с современным определением, эрозия почвы представляет собой разъедание почвенных слоев посредством воздействия сильных ветров, воды, антропогенных факторов. Микрочастицы земли по воздуху или вместе с

водным потоком с одного места перемещаются в другое, где оседают. Такие процессы приводят к нарушению экологического баланса, вследствие чего уменьшается естественное плодородие почв, идет их деградация.

Еще одной проблемой на территории области является заболоченность земель. Почва утрачивает сельскохозяйственную пригодность в связи с появлением болотистого участка на территории угодья. На заболоченном участке грунт имеет кислую реакцию, в нем мало кислорода и питательных веществ, вследствие чего высаживание злаковых, овощных, кормовых культур невозможно. Большая часть территории области заболочена из-за естественных условий на низменных участках и речных поймах, где высок уровень грунтовых вод. Но сельскохозяйственные участки в основном поражаются из-за неправильно организованной деятельности человека. Таким примером может служить порча структуры верхнего почвенного слоя из-за активного применения сельскохозяйственной техники, а также неправильное сооружение водохранилищ и оросительных систем. Количество пораженных болотами земель в Тверской области представлено в табл. 1.

*Таблица 1*

Степень пораженности земель болотами в Тверской области по состоянию на 1 января 2020 г.

Величина поражения	Площадь поражения
Более 25 %	10 %
5–25 %	30 %
Менее 5 %	Менее 5 %

Для защиты земельных ресурсов от негативных процессов необходимо соблюдать ряд условий, влияющих на повышение рациональности использования сельскохозяйственных ресурсов (рис. 5).

Для каждого из рассмотренных процессов деградации почв возможны варианты их предотвращения или предупреждения, способствующие как минимум уменьшению их влияния. Классификация негативных процессов, преобладающих в Тверском регионе, и мероприятия по борьбе с ними отражены в табл. 2.

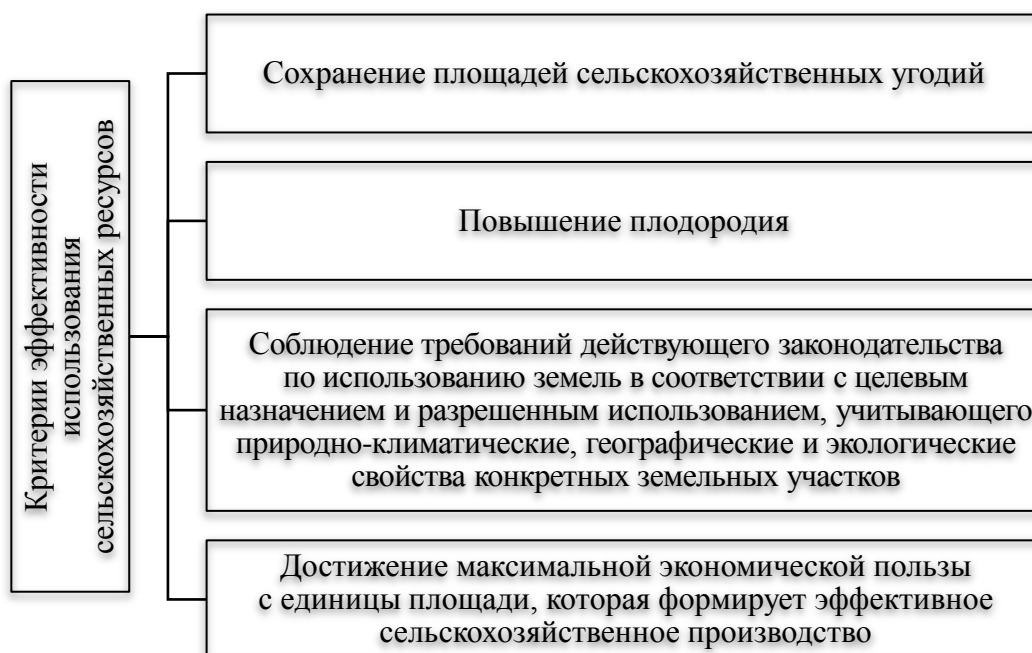


Рис. 5. Условия, влияющие на повышение рациональности использования сельскохозяйственных ресурсов

Таблица 2

Негативные процессы, преобладающие в Тверском регионе, и мероприятия по их предотвращению

Процесс	Меры для предотвращения
Эрозия	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Безотвальная и плоскорезная обработка почв.</li> <li>2. Вспашка поперек склонов.</li> <li>3. Щелевание зяби и посев многолетних трав.</li> <li>4. Регулирование снеготаяния.</li> <li>5. Создание полевых защитных, водорегулирующих и приовражных лесополос.</li> <li>6. Строительство противоэрозионных прудов в вершинах оврагов, аккумулирующих сток, земляных валов, водоотводящих канав [6]</li> </ol>
Заращение сорными растениями	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Агротехнические: предупредительные (тщательная очистка посевного материала; использование севооборотов; скашивание (до обсеменения) сорняков); истребительные (провокация семян сорняков на прорастание с последующим массовым уничтожением их ростков и всходов; регулярное подрезание (истощение) вегетативных органов сорняков; измельчение корней сорняков орудиями обработки почвы с последующей глубокой заашкой отрезков в почву).</li> <li>2. Химические (уничтожение сорняков гербицидами).</li> <li>3. Биологические, предполагающие внедрение в севооборот культур, способных подавлять определенные виды сорняков; использование насекомых, питающихся сорными растениями (фитофагов); применение фитопатогенных организмов и т. п. [7]</li> </ol>

Процесс	Меры для предотвращения
Неграмотное использование удобрений	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Четкая дозировка внесения.</li> <li>2. Внесение удобрений непосредственно в прикорневую зону растений.</li> <li>3. Сочетание минеральных удобрений с высокими дозами органических.</li> <li>4. Строгое соблюдение сроков внесения минеральных удобрений в почву [5]</li> </ol>
Каменистость	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Уборка камней специальной почвообрабатывающей техникой.</li> <li>2. Покрытие обработанного участка слоем плодородного грунта</li> </ol>
Заболачивание	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Создание продуманной и эффективной оросительной системы на переувлажненных участках земли.</li> <li>2. Всесторонне обоснованный подход к сооружению водохранилищ.</li> <li>3. Ограничение сплошной вырубке леса на территориях с повышенной влажностью воздуха и невысокой испаряемостью почвенной влаги.</li> <li>4. В районах избыточного увлажнения вследствие нарушения природного водного режима необходимо осуществлять соответствующие мероприятия по мелиорации земель, в том числе понижение уровня грунтовых вод с помощью закрытого дренажа, открытых каналов или водозаборных сооружений, а также строительство дамб и спрямление русла реки для защиты от затопления, перехват и сброс атмосферных склоновых вод и т. п. [8]</li> </ol>

Применение комплекса указанных выше мероприятий будет способствовать защите сельскохозяйственных земель от вредного антропогенного и природного влияния, что в конечном итоге приведет к повышению уровня плодородия почв, а также введению в оборот неиспользуемых земель.

Следует отметить, что наблюдение за состоянием и использованием сельскохозяйственных земель органами местного самоуправления и государственной власти Тверской области должно проводиться систематично посредством мер, указанных на рис. 6.

Вместе с тем, помимо органов местного самоуправления и государственной власти Тверской области, в целях защиты земель (в первую очередь сельскохозяйственных) от негативного воздействия собственники, землепользователи, землевладельцы и арендаторы земельных участков обязаны проводить соответствующие мероприятия, направленные:

на воспроизводство и улучшение плодородия сельскохозяйственных земель;

защиту земель как от негативного природного воздействия, в том числе от водной и ветровой эрозий, селей, подтопления, заболачивания, вторичного засоления, иссушения, уплотнения, так и от негативного антропогенного воздействия (загрязнения химическими, радиоактивными

и иными веществами, а также микроорганизмами и загрязнения отходами производства и потребления) и иного негативного воздействия;

защиту сельскохозяйственных земель от зарастания деревьями и кустарниками, сорными растениями, поддержание в должном рабочем состоянии мелиоративных систем и защитных лесных насаждений, сохранение достигнутого уровня мелиорации [3].

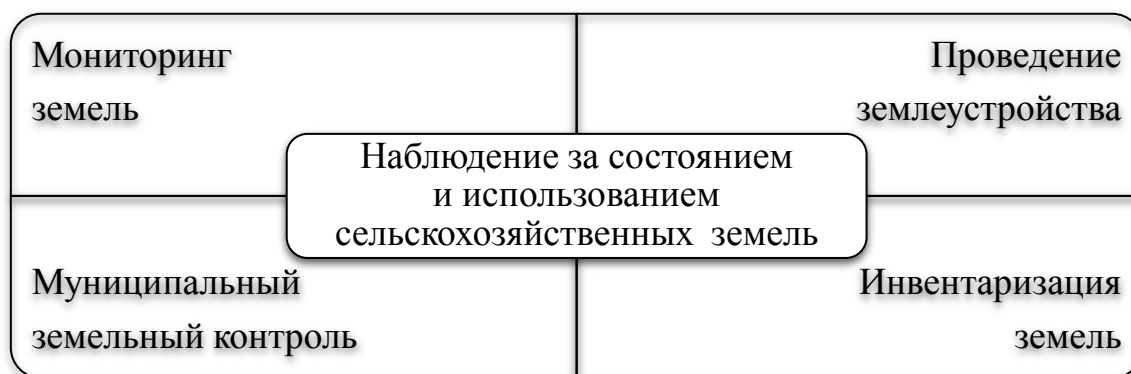


Рис. 6. Меры отслеживания состояния и использования сельскохозяйственных земель в Тверской области

Нельзя не отметить наметившуюся в регионе положительную динамику ввода в хозяйственный оборот неиспользуемых земель исследуемой категории. В этом году в Ржевском районе в оборот было введено 991 га сельскохозяйственных земель, которые не использовались по назначению и зарастали сорняками. Почти 1 000 га новых сельхозземель будет обрабатывать ГК «Агропромкомплектация» и за счет этого расширит свои посевные площади. Аффилированное с группой компаний ООО «Ручьевское» ввело в эксплуатацию 704 га у поселка Победа и 287 га неподалеку от деревни Звягино. Как сообщили в пресс-службе областного правительства, ГК «Агропромкомплектация» планирует разработать дополнительно более 1,3 тыс. га залежных земель к следующей осенней посевной [9].

Подведем итог всему вышеприведенному: в настоящее время вопросы охраны сельскохозяйственных земель и повышения рациональности их использования имеют особо важное значение. Одним из инструментов, направленных на сохранение как качественных, так и количественных показателей земель сельскохозяйственного назначения в Тверском регионе, может служить постоянный надзор (контроль) за состоянием земель соответствующей категории, осуществляемый уполномоченными органами власти. В то же время основными рычагами организационно-экономического механизма защиты земель сельскохозяйственного назначения от негативного воздействия, безусловно, должны оставаться землеустройство, экономическое стимулирование рационального использования земель и экономическая ответственность собствен-

ников, землевладельцев, землепользователей и аренда-торов за нарушение установленных режимов использования земель и норм национального земельного законодательства.

### **Библиографический список**

1. Государственный доклад о состоянии и об охране окружающей среды в Тверской области в 2019 году // Сайт Министерства природных ресурсов и экологии Тверской области. URL: <https://mpr-tver.ru/deyatelnost-iogv/napravleniya/okhrana-okruzhayushchey-sredy/Госдоклад%20за%202019%20год.pdf> (дата обращения: 15.11.2020).

2. Региональный доклад о состоянии и использовании земель в Тверской области за 2018 год // Сайт Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии. URL: <https://rosreestr.ru/site/open-service/statistika-i-analitika/regionalnyy-doklad-o-sostoyanii-i-ispolzovanii-zemel-v-tverskoj-oblasti-za-2018/> (дата обращения: 11.12.2020).

3. Земельный кодекс: Федеральный закон от 25.10.2001 г. № 136-ФЗ (в ред. от 15.10.2020) // Собрание законодательства РФ. 2001. № 44. Ст. 4147.

4. Карта неиспользуемых сельхозземель, потенциально пригодных для выращивания леса // Сайт GlobalMappingHub, ОМННО «Совет Гринпис». URL: <https://maps.greenpeace.org/maps/aal/> (дата обращения: 5.12.2020).

5. Стариков А.С., Самарина В.П. Проблемы рационального использования земель сельскохозяйственного назначения // Современные проблемы науки и образования. 2012. № 4. С. 215–223.

6. Старостина Л. Экологические проблемы сельскохозяйственного использования земли // Сайт AgroXXI.ru. URL: <https://www.agroxxi.ru/zhurnal-agromir-xxi/stati-rastenievodstvo/yekologicheskie-problemy-selskohozjajstvennogo-ispolzovanija-zemli.html#comments> (дата обращения: 5.11.2020).

7. Гончаров О.Г. Методы борьбы с сорняками // Персональный сайт Гончарова О.Г., преподавателя КГБПОУ «Каменский агротехнический техникум». URL: [http://k-a-t.ru/agro/12-sornaki\\_borba/index.shtml](http://k-a-t.ru/agro/12-sornaki_borba/index.shtml) (дата обращения: 4.12.2020).

8. Передельский Л.В., Коробкин В.И., Приходченко О.Е. Экология: учебник. М.: ТК Велби, Проспект, 2007. 512 с.

9. В Тверской области вернули в оборот почти 1 000 га сельхозземель // Сетевое издание: газета-вся-тверь.рф: офиц. сайт. URL: <https://газета-вся-тверь.рф/news/obshchestvo/v-tverskoj-oblasti-vernuli-v-oborot-pochti-1000-ga-selkhozemel/> (дата обращения: 25.11.2020).

10. Махотлова М.Ш. Проблемы рационального использования земель сельскохозяйственного назначения // Молодой ученый. 2015. № 8 (88). С. 400–402. URL: <https://moluch.ru/archive/88/17370/> (дата обращения: 6.12.2020).



## ANALYSIS AND ASSESSMENT OF THE IMPACT OF NEGATIVE PROCESSES ON AGRICULTURAL LAND IN THE TVER REGION

Artemyev A.A., Zaitseva E.A., Lepekhin I.A.

**Abstract.** In the Tver region, problems of preserving especially valuable agricultural land are growing. In recent years, significant areas of agricultural land have been withdrawn due to non-use of land, which in turn is caused by negative processes, both natural and anthropogenic. The article is devoted to the consideration of the following issues: the characterization of the land fund of the Tver region; regional features of the manifestation and development of negative processes on agricultural lands of the Tver region, including the assessment of their impact on land quality. The result of the study is the development of a set of advisory measures aimed at improving the efficiency of the use of agricultural land in the Tver region.

**Keywords:** land fund, Tver region, agricultural land, agricultural turnover, land category, land use, use efficiency, prevention of negative processes development, soil fertility improvement.

Об авторах:

Артемьев Алексей Анатольевич – д-р экон. наук, доцент, проректор по НИИД, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», Тверь. E-mail: [aaartemev@rambler.ru](mailto:aaartemev@rambler.ru)

Artemyev Alexey Anatolyevich – Doctor of Economic Sciences, Associate Professor, Vice-Rector of Research and Innovation, Tver State Technical University, Tver. E-mail: [aaartemev@rambler.ru](mailto:aaartemev@rambler.ru)

Зайцева Елизавета Алексеевна – магистрант группы М.ЗИК.КН.19.21 по направлению «Землеустройство и кадастры», ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», Тверь. E-mail: [zaitzeva98@yandex.ru](mailto:zaitzeva98@yandex.ru)

Zaitseva Elizaveta Alekseevna – Master Student of the M.ZIK.KN.19.21 Group of Direction «Land Management and Inventories», Tver State Technical University, Tver. E-mail: [zaitzeva98@yandex.ru](mailto:zaitzeva98@yandex.ru)

Лепехин Илья Александрович – канд. юрид. наук, доцент кафедры геодезии и кадастра, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», доцент кафедры государственного и муниципального управления Тверского филиала РАНХиГС (по совместительству), Тверь. E-mail: [ilja-lepehin@rambler.ru](mailto:ilja-lepehin@rambler.ru)

Lepekhin Ilya Alexandrovitch – Candidate of Law Sciences, Associate Professor of the Department of Geodesy and Inventory, Tver State Technical University, Associate Professor of the Department of State and Municipal Administration of the Tver Branch of RANEPА (part-time), Tver. E-mail: [ilja-lepehin@rambler.ru](mailto:ilja-lepehin@rambler.ru)

## КАДАСТР ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ, РАСПОЛОЖЕННЫХ НА ЗЕМЛЯХ ЛЕСНОГО ФОНДА ТВЕРСКОЙ ОБЛАСТИ

Васильева К.М., Степанов В.Я.

© Васильева К.М., Степанов В.Я., 2021

*Аннотация.* В статье рассматриваются характерные черты развития и постановки на государственный кадастровый учет особо охраняемых природных территорий (ООПТ) и создание базы информационного предоставления концепций земельного кадастра и мониторинга. Государственный кадастровый учет ООПТ ведется в целях оценки состояния природно-заповедного фонда, определения возможностей формирования данных территорий, увеличения эффективности государственного контроля за соблюдением соответствующего порядка, а также учета данных территорий при планировании социально-экономического развития регионов. Изучены нормативно-правовые и методические основы ведения государственного кадастра ООПТ в Российской Федерации. Исследован состав и структура ООПТ Тверской области.

*Ключевые слова:* Тверская область, государственный кадастровый учет, особо охраняемые природные территории, земельный кадастр, мониторинг, природно-заповедный фонд, государственный контроль, территории.

Законодательное регулирование деятельности особо охраняемых природных территорий (ООПТ) в России обеспечивается Федеральным законом № 33-ФЗ «Об особо охраняемых природных территориях» (принят Государственной Думой Российской Федерации 15 февраля 1995 г.), согласно которому ООПТ – это участки земли, водной поверхности и воздушного пространства над ними, где располагаются природные комплексы и объекты, имеющие особое природоохранное, научное, культурное, эстетическое, рекреационное и оздоровительное значение, изъятые решениями органов государственной власти полностью или частично из хозяйственного использования, для которых установлен режим особой охраны [6].

На результативную и рациональную эксплуатацию земель оказывают воздействие различные факторы, в том числе экономическая обстановка в регионе, состояние законодательной основы, степень информационного предоставления и организация применения ООПТ. В данных условиях объективной потребностью считается установление эффективности

государственного земельного кадастра ООПТ, а также создание определенных практических рекомендаций. Проблемы эффективности управления ООПТ в базе информационного предоставления концепцией земельного кадастра и мониторинга территорий требуют подробного научного изучения. Анализ ООПТ считается важным компонентом системы функционирования охраняемых территорий. Данной процедуре необходимы оптимизация и помощь региональных организаций и властей с целью развития общего природоохранного каркаса территории и сбережения уникальных экосистем.

Защита лесов, расположенных на землях лесного фонда, землях обороны и безопасности, землях особо охраняемых природных территорий, осуществляется в соответствии с Лесным кодексом [1].

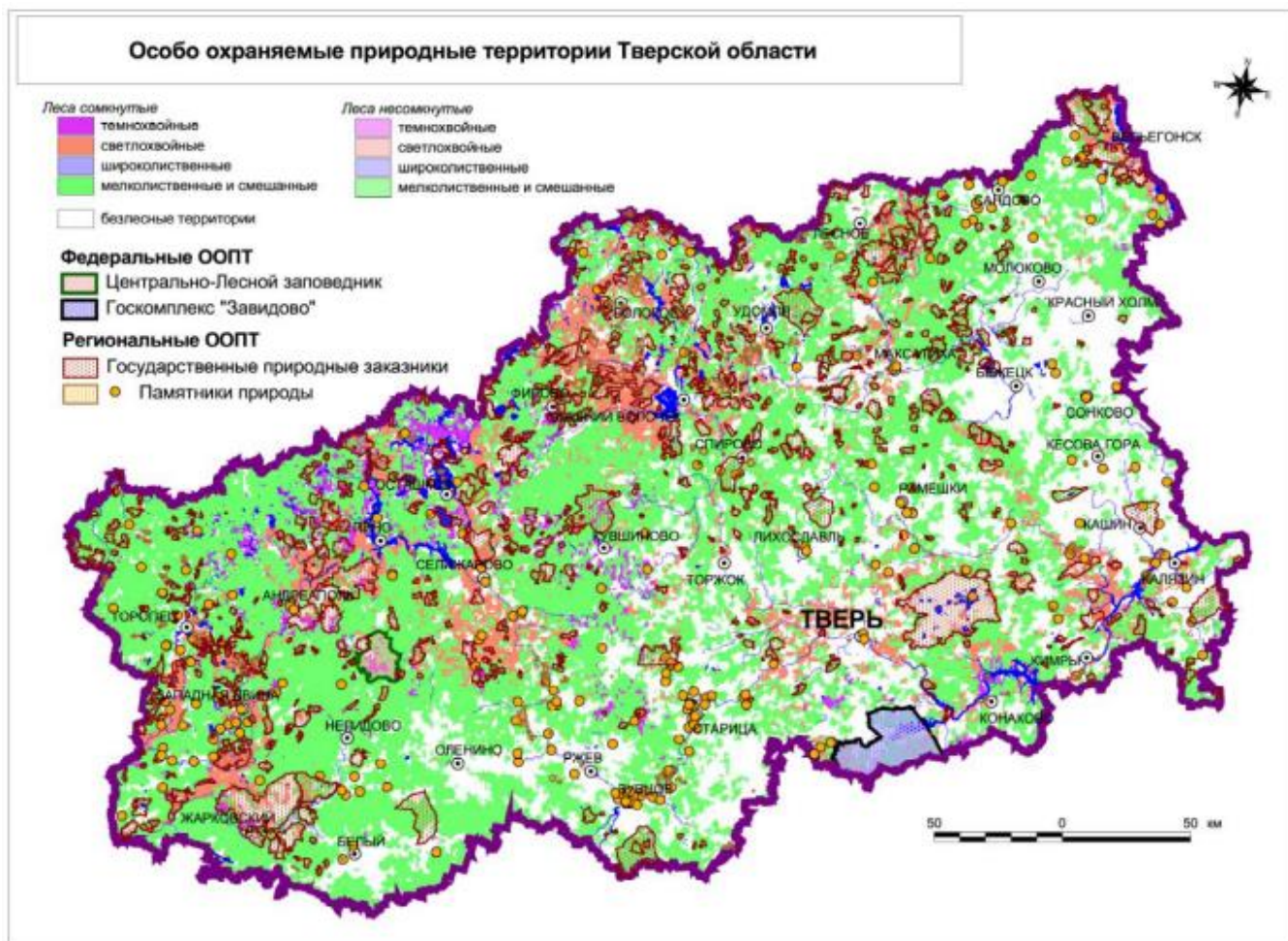
На сегодняшний день ООПТ считаются наиболее проблематичной категорией земельного фонда вследствие того, что значительная доля территорий ООПТ никак не учтена в составе земель этой категории и основная зона территорий ООПТ не поставлена на государственный кадастровый учет.

Проведем исследование ситуации на примере Тверской области. Система ее ООПТ насчитывает 997 объектов всех категорий, из числа которых 2 ООПТ федерального значения (1 государственный природный биосферный заповедник (Центрально-Лесной ГПБЗ) и 1 государственный комплекс со статусом национального парка «Завидово»); 992 ООПТ регионального значения (574 государственных природных заказника, 417 памятников природы, 1 ботанический сад); 3 ООПТ местного значения.

В 2018 г. проведено комплексное экологическое обследование земель областной значимости общей площадью 9 988,5 га. В 2019 г. заключены государственные договоры и контракты о выполнении комплексного экологического обследования 24 ООПТ площадью 44 213,05 га. В Единый государственный реестр недвижимости (далее – ЕГРН) занесены данные о 21 ООПТ. В ЕГРН по Тверской области на данный момент внесены сведения о границах 67 ООПТ, расположенных на территории города Твери, Зубцовского, Калининского, Кимрского, Торжокского и Конаковского районов, Осташковского и Вышневолоцкого городских округов, Пеновского муниципального округа (рисунок) [3].

Характерной чертой ООПТ области считается совокупность нетронутых лесных рельефов. Это формирует дополнительные предпосылки с целью сбережения, в частности, небольших зон нетронутых экосистем. Важным вопросом считается инвентаризация имеющихся объектов сети ООПТ с целью раскрытия их точного месторасположения и состояния, полного отображения и каталогизации с использованием компьютерного прогноза над объектами и, кроме того, установление кадастровой стоимости объектов ООПТ, что считается обязательной

составляющей ведения государственного земельного кадастра и значимой чертой охраняемой территории.



### Особо охраняемые природные территории Тверской области

Особый интерес представляет собой установление кадастровой стоимости ООПТ, так как ее итоги предусматриваются с целью налогообложения, исчисления исков, предъявляемых при несоблюдении природоохранного законодательства на территории заповедников и иных целей, характеризующих деятельность заповедника.

В Тверской области все поставленные на кадастровый учет ООПТ числятся равно как территории с особыми критериями использования и пребывают на землях как лесного фонда, так и сельскохозяйственного назначения. Таким образом, за сведениями ООПТ осуществляют надзор одновременно несколько государственных организаций:

1. Министерство природных ресурсов и экологии Тверской области отвечает:

за государственное управление и государственный контроль в сфере создания и обеспечения охраны ООПТ регионального значения;

обеспечение проведения комплексного экологического обследования территории, которой предполагается присвоить статус ООПТ регионального или местного значения;

ведение государственного кадастра по ООПТ регионального значения, являющимся государственной собственностью Тверской области

подготовку предложений Правительству Тверской области по созданию, изменению и упразднению ООПТ регионального и местного значения в Тверской области.

2. Министерство лесного хозяйства Тверской области отвечает:

за учет древесины, заготовленной гражданами для собственных нужд в лесах, расположенных на землях лесного фонда, на лесных участках, находящихся в собственности Тверской области, в том числе на землях ООПТ регионального значения;

контроль организации проведения рубок ухода (санитарных) на территориях ООПТ.

3. Министерство имущественных и земельных отношений Тверской области отвечает:

за проведение кадастровых работ по установлению границ ООПТ регионального значения;

создание реестра земельных участков, поставленных на кадастр земель;

государственный кадастровый учет недвижимого имущества;

государственный земельный надзор.

Можно сделать вывод, что по определенным позициям различные организации схожи друг с другом. К примеру, Министерство природных ресурсов и экологии Тверской области и Министерство имущественных и земельных отношений Тверской области исполняют однотипные функции контроля в отношении организации. Однако в соответствии с законодательством Российской Федерации ООПТ можно поставить на кадастровый учет как особо охраняемые территории. В таком случае надзор за соблюдением положения ООПТ полностью перейдет Министерству имущественных и земельных отношений Тверской области, а Министерство лесного хозяйства Тверской области и Министерство природных ресурсов и экологии Тверской области, в свою очередь, его реализовывать не будут. Следовательно, упростится концепция согласования выделения земельных зон государственного контроля.

### **Библиографический список**

1. Лесной кодекс: Федеральный закон от 04.12.2006 № 200-ФЗ (ред. от 31.07.2020) // Консультант Плюс: справочно-правовая система. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_64299/493408d4c7c31dd3e7eeca0f40cbdb3296db8436/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_64299/493408d4c7c31dd3e7eeca0f40cbdb3296db8436/) (дата обращения: 25.11.2020).

2. Министерство лесного хозяйства в Тверской области // Правительство Тверской области: офиц. сайт. URL: <https://www.region.tver.ru/sistema-organov-gosudarstvennoy-vlasti/ispolnitelnye-organy-gosudarstvennoy-vlasti-tverskoj-oblasti/perechen-isp-org/minleskhoz.php?print=y> (дата обращения: 25.11.2020).

3. Министерство природных ресурсов и экологии Тверской области // Правительство Тверской области: офиц. сайт. URL: <https://www.region.tver.ru/sistema-organov-gosudarstvennoy-vlasti/ispolnitelnye-organy-gosudarstvennoy-vlasti-tverskoj-oblasti/perechen-isp-org/minprirody.php?print=y> (дата обращения: 25.11.2020).

4. Об особо охраняемых природных территориях: Федеральный закон от 14.03.1995 № 33-ФЗ (последняя редакция) // Консультант Плюс: справочно-правовая система. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_6072/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_6072/) (дата обращения: 25.11.2020).

5. Об утверждении Порядка ведения государственного кадастра особо охраняемых природных территорий, утвержденный приказом Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 19 марта 2012 г. № 69. URL: <http://docs.cntd.ru/document/902338685> (дата обращения: 25.11.2020).

6. О внесении изменений в постановление Правительства Тверской области от 18.10.2011 № 73-пп: постановление Правительства Тверской области от 12.03.2020 № 89-пп // Официальный интернет-портал правовой информации. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/6900202003180008> (дата обращения: 09.12.2020).

### **CADASTRE OF OOPT, LOCATED ON LANDS OF THE FOREST FUND OF TVER REGION**

**Vasil'eva K.M., Stepanov V.Ya.**

***Abstract.** In this article, the authors consider the characteristic features of the development and state cadastral registration of specially protected natural areas and the creation of a base for the information provision of land cadastre and monitoring concepts. The state cadastral registration of specially protected natural areas is carried out in order to assess the state of the natural reserve fund, to determine the possibilities for the formation of these territories, to increase the efficiency of state control over the observance of the corresponding procedure, and in addition to take into account these territories when planning*

*the socio-economic development of regions. The regulatory and legal and methodological foundations for maintaining the state cadastre of specially protected natural areas in the Russian Federation have been studied. The composition and structure of specially protected natural areas of the Tver region have been investigated.*

**Keywords:** *Tver region, state cadastral registration, specially protected natural areas, land cadastre, monitoring, nature reserve fund, state control, territories.*

Об авторах:

Васильева Карина Михайловна – магистрант группы М.ЗИК.КН.20.64 по направлению «Землеустройство и кадастры», ФГБОУ ВО «Тверской государственной технической университет», Тверь. E-mail: carina.vasilieva2014@yandex.ru

Vasil'eva Karina Mikhailovna – Master Student of the M.ZIK.KN.20.64 Group of Direction «Land Management and Cadastres», Tver State Technical University, Tver. E-mail: carina.vasilieva2014@yandex.ru

Степанов Владимир Яковлевич – д-р техн. наук, профессор кафедры геодезии и кадастра, ФГБОУ ВО «Тверской государственной технической университет», Тверь. E-mail: vladst1939@yandex.ru

Stepanov Vladimir Yakovlevich – Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Geodesy and Cadastre, Tver State Technical University, Tver. E-mail: vladst1939@yandex.ru

УДК 658.87.012.72

## **СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ РОЗНИЧНОЙ ТОРГОВЛИ В РОССИИ**

**Иванов К.А., Ларионов Н.И., Розов Д.В.**

© Иванов К.А., Ларионов Н.И.,  
Розов Д.В., 2021

**Аннотация.** *В статье рассмотрено современное состояние розничной торговли в России. Под розничной торговлей принято понимать совокупность видов предпринимательской деятельности, связанных с продажей товаров и услуг непосредственно конечным потребителям и предназначенных для личного или семейного использования.*

**Ключевые слова:** *розничная торговля, валовой оборот.*

Розничная торговля – это торговля товарами и оказание услуг покупателям для личного, семейного, домашнего использования, не связанного с предпринимательской деятельностью [2, с. 14].

В современном мире торговля осуществляется как индивидуальными предпринимателями, так и огромными ритейлерскими группами и холдингами, продажа может происходить на специализированных торговых площадях, посредством интернет-ресурсов, телевидения и других ИТ-технологий. Все это делает розничную торговлю одной из наиболее широких сфер хозяйственной деятельности, которая оказывает непосредственное влияние на общее экономическое состояние страны, являясь источником поступления финансов в бюджеты различных уровней.

На данном этапе в России наблюдается рост сетевого типа розничной торговли, яркими представителями которого являются такие компании, как X5 Retail Group, Globus, «Метро», «Лента» и др. Они активно расширяют свои сети по Москве и другим регионам страны, что отражается в рекордных показателях темпов роста бизнеса.

Рост валового оборота розничной торговли наблюдался даже во время экономического кризиса, что отображено в табл. 1 [1]. За период наблюдения с 2008 по 2019 гг. оборот в розничной торговле вырос на 19 587,7 млрд руб., составив на конец отчетного года 33 532,1 млрд руб. Данные темпы роста свидетельствуют об активном развитии этого сектора экономики.

*Таблица 1*

**Динамика розничной торговли в России**

Год	Оборот, млрд руб.	Отклонение, ±	Отношение к соответствующему периоду предыдущего года, %
2008	13 944,2	3 074,3	128,3
2009	14 599,2	655	104,7
2010	16 512,0	1 912,8	113,1
2011	19 104,3	2 592,3	115,7
2012	21 394,5	2 290,2	112
2013	23 685,9	2 291,4	110,7
2014	26 356,2	2 670,3	111,3
2015	27 526,8	1 170,6	104,4
2016	28 240,9	714,1	102,6
2017	29 745,5	1 504,6	105,3
2018	31 579,4	1 833,9	106,2
2019	33 532,1	1 952,7	101,6

Вступление в силу Федерального закона № 381-ФЗ в 2010 г. «Об основах государственного регулирования торговой деятельности в Российской Федерации», который содержит основные положения по



регулированию деятельности торговых сетей, и проникновение на отечественный рынок представителей зарубежных торговых сетей в немалой степени оказали влияние на столь динамическое развитие розничной торговли.

Для более полного понимания ситуации в данной сфере рассмотрим структуру розничной торговли по регионам России (табл. 2) [1].

Таблица 2

Региональная структура оборота розничной торговли России, %

Регион	Год											
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Центральный федеральный округ	33,4	33,8	34,2	34,5	34,1	33,9	34,2	33,7	33,8	34,1	34,5	34,7
Северо-Западный федеральный округ	9,3	9,4	9,4	9,1	9,2	9,1	9,0	9,4	9,7	9,8	9,9	9,9
Южный федеральный округ	8,8	8,7	9,0	8,9	9,0	9,0	9,1	9,4	10,6	10,5	10,4	10,3
Северо-Кавказский федеральный округ	4,1	4,7	4,8	5,0	5,1	5,1	5,1	5,5	5,2	5,2	4,9	4,9
Приволжский федеральный округ	18,3	18,3	18,2	18,2	18,3	18,5	18,4	17,7	17,6	17,5	17,5	17,6
Уральский федеральный округ	10,7	10,1	9,8	9,6	9,7	9,7	9,2	9,0	8,8	8,6	8,6	8,5
Сибирский федеральный округ	11,6	10,9	10,7	10,8	10,9	10,8	10,2	10,0	9,9	9,8	8,7	8,7
Дальневосточный федеральный округ	3,8	4,1	4,0	3,9	3,8	3,9	4,0	4,3	4,4	4,4	5,5	5,4

Как видно из табл. 2, наибольший оборот в 2019 г. наблюдается в Центральном федеральном округе (34,7 %). За весь исследуемый период наибольшие темпы прироста демонстрировали Южный (1,5 %) и Дальневосточный федеральные округа (1,6 %). Самый явный спад проявляется в Уральском (2,2 %) и Сибирском федеральных округах (2,9 %).

Если рассматривать структуру розничной торговли, представленную в табл. 3 [1], то можно увидеть преобладание валового оборота непродовольственных товаров, объем которых в 2019 г. составил 52,1 % от общего объема, или 17 134,9 млрд руб.

Таблица 3

## Структура оборота розничной торговли по группам товаров, млрд руб.

Год	Всего	В том числе	
		продовольственные товары	непродовольственные товары
2008	13 944,2	6 495,6	7 448,6
2009	14 599,2	7 097,1	7 502,1
2010	16 512,0	8 002,2	8 509,8
2011	19 104,3	9 104,3	10 000,0
2012	21 394,5	9 961,3	11 433,2
2013	23 685,9	11 143,0	12 542,9
2014	26 356,2	12 380,8	13 975,4
2015	27 526,8	13 412,3	14 114,5
2016	28 240,9	13 716,6	14 524,3
2017	29 745,5	14 402,8	15 342,7
2018	31 579,4	15 055,5	16 523,9
2019	33 532,1	16 397,2	17 134,9

На сегодняшний день в РФ наблюдается низкое проявление регуляторной политики в области торговли, что выражается:

в недостаточно высоком уровне контроля процесса взаимодействия торговых организаций и производителей;

отсутствии вмешательства в ценовую политику по большей части номенклатуры товарных позиций;

отсутствии эффективной политики в области обеспечения данного сектора экономики квалифицированными кадрами;

делегировании полномочий регионам;

отсутствии механизмов защиты внутреннего рынка от иностранных ритейлеров.

Данные факторы оказали непосредственное влияние на состояние отечественной розничной торговли, что привело как к положительным, так и отрицательным результатам. Отсутствие вмешательства в области регулирования деятельности иностранных торговых сетей способствовало привлечению инвестиционного капитала и росту отрасли в целом, однако создало высокие входные барьеры для новых игроков рынка, особенно на региональном уровне.

Появление новых и расширение старых форматов розничной торговли оказало, несомненно, положительное влияние на потребителя и стало одним из основополагающих факторов, ведущих к снижению цены и повышению качества обслуживания (в сравнении с традиционными форматами). Но данный фактор имеет и свою долю негативного влияния, выражающуюся в неравномерном развитии сектора торговли, вследствие чего возникла ощутимая диспропорция в обеспечении торговыми площадями современных форматов и разнице цен в различных регионах.

### **Библиографический список**

1. Государственный комитет статистики РФ. URL: [www.gks.ru](http://www.gks.ru) (дата обращения: 23.12.2020).
2. Леей М., Вейтц Б.Л. Основы розничной торговли. СПб.: Экономика, 2011. 410 с.

## **THE CURRENT STATE OF RETAIL IN RUSSIA**

**Ivanov K.A., Larionov N.I., Rozov D.V.**

***Abstract.** The article considers the current state of retail trade in Russia. Retail trade refers to the aggregate of types of business activities related to the sale of goods and services directly to end users and intended for personal or family use.*

***Keywords:** retail, the gross turnover.*

Об авторах:

Иванов Константин Александрович – магистрант кафедры экономики и управления производством, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», Тверь. E-mail: [Rush\\_1996@bk.ru](mailto:Rush_1996@bk.ru)

Ivanov Konstantin Alexandrovich – Master Student of the Department of Economics and Management, Tver State Technical University, Tver. E-mail: [Rush\\_1996@bk.ru](mailto:Rush_1996@bk.ru)

Ларионов Николай Игоревич – магистрант кафедры экономики и управления производством, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», Тверь. E-mail: [kolyalar\\_1996@mail.ru](mailto:kolyalar_1996@mail.ru)

Larionov Nikolai Igorevich – Master Student of the Department of Economics and Management, Tver State Technical University, Tver. E-mail: [kolyalar\\_1996@mail.ru](mailto:kolyalar_1996@mail.ru)

Научный руководитель – Розов Дмитрий Викторович, д-р экон. наук, профессор кафедры экономики и управления производством, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», Тверь. E-mail: [rozov23.02@mail.ru](mailto:rozov23.02@mail.ru)

Research manager – Rozov Dmitriy Viktorovich, Doctor of Economic Sciences, Professor of the Department of Economics and Management, Tver State Technical University, Tver. E-mail: [rozov23.02@mail.ru](mailto:rozov23.02@mail.ru)

## ОЦЕНКА МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА НА ПРЕДПРИЯТИИ РОЗНИЧНОЙ ТОРГОВЛИ

Иванов К.А., Ларионов Н.И., Розов Д.В.

© Иванов К.А., Ларионов Н.И.,  
Розов Д.В., 2021

***Аннотация.** В статье перечислены критерии для оценки менеджмента качества на предприятии розничной торговли. Данная работа базируется на определении критериев и требований в области управления качеством посредством ГОСТ Р ИСО 9004-2010.*

***Ключевые слова:** розничная торговля, управление качеством, система менеджмента качества.*

На современном этапе развития рыночных отношений приоритет любой торговой организации для комфортного функционирования на рынке направлен на повышение качества оказываемых услуг.

Данная работа базируется на оценке управления качеством на предприятии, занимающемся розничной торговлей одеждой и бижутерией посредством интернета. Критерии определены посредством исследования ИСО 9004, который предоставляет более широкий взгляд на менеджмент качества, чем ИСО 9001; он нацелен на удовлетворение потребностей и ожиданий всех заинтересованных сторон на основе систематического и постоянного улучшения деятельности организации. Однако этот стандарт не предназначен для целей сертификации, заключения контрактов и выполнения обязательных требований [см. библиографический список, с. 6].

ГОСТ определяет критерии для достижения целей в области качества и включает требования, необходимые к выполнению на различных уровнях выпуска продукции и в соответствующих подразделениях (табл. 1).

После определяются весовые коэффициенты для данных критериев, прописываются уровни их проявления с последующей разработкой шкалы оценки по каждому из критериев и распределяются баллы по шкалам, представленным в табл. 2.

Таблица 1

## Требования и критерии в области управления качеством

Критерий	Уровень проявления	Описание
Наличие стратегического плана предприятия	1	Стратегический план предприятия отсутствует
	2	Стратегический план некорректно сформулирован либо не может быть осуществлен на данном этапе развития предприятия
	3	Наличие конкретного стратегического плана, приемлемого для осуществления
Наличие оформленной системы в области качества	1	Отсутствует
	2	В организации формально существует положение в области качества, которое не выполняется либо является устаревшим
	3	В организации существует реально действующее положение в области качества и постоянно модернизируется в соответствии с вектором развития предприятия
Ответственность, полномочия и взаимосвязь подразделений	1	В организации отсутствуют четкие границы ответственности и полномочий, а подразделения не имеют взаимосвязи
	2	В организации существует формальная ответственность, полномочия подразделений сформулированы неточно, имеется слабая взаимосвязь
	3	Подразделения несут фактическую ответственность, возложенные на них полномочия полностью соответствуют квалификации сотрудников, имеется четкая взаимосвязь подразделений
Менеджмент ресурсов	1	Не производится мониторинг ресурсов
	2	Менеджмент производится в неполном объеме
	3	Менеджмент производится в полном объеме, полностью прослеживается путь продукции к конечному потребителю
Анализ жизненного цикла продукции	1	Нет четкого представления о жизненном цикле продукции
	2	Имеется неполная картина жизненного цикла
	3	Имеется полное представление о жизненном цикле продукции по каждой номенклатуре
Бюджетирование затрат в области качества	1	В организации не выделяются средства на управление качеством
	2	Затраты на управление качеством входят в состав бюджета затрат на иные мероприятия
	3	В организации ежемесячно формируется бюджет затрат на управление качеством
Наличие критериев в области оценки качества на всех уровнях производства	1	Критерии не выделены ни на одном из уровней
	2	Критерии выделены для определенных этапов производства
	3	Критерии сформированы для каждого из этапов товародвижения

Окончание табл. 1

Критерий	Уровень проявления	Описание
Вовлеченность сотрудников	1	70–79 %
	2	80–89 %
	3	90–99 %
	4	100 % и более
Практическое применение требований	1	Требования выполняются формально
	2	Выполняются не все требования либо выполняются не в полном объеме
	3	Выполнение всех требований в полном объеме
Квалификационные навыки персонала	1	Неквалифицированный персонал
	2	Распределение персонала на должности, которые не соответствуют квалификации
	3	Полное соответствие квалификации и занимаемой должности
Субъективные показатели эффективности управления качеством	1	54 % и менее персонала полностью одобряют политику в области управления качеством
	2	55–69 % персонала полностью одобряют политику в области управления качеством
	3	70–84 % персонала полностью одобряют политику в области управления качеством
	4	85–100 % персонала полностью одобряют политику в области управления качеством

Таблица 2

Критерии и их значимость

Критерий	Значимость критерия, %	Шкала, баллы			
		1	2	3	4
Наличие стратегического плана предприятия	11,2	26	53	112	–
Наличие оформленной системы в области качества	9,4	0	43,5	94	–
Ответственность, полномочия и взаимосвязь подразделений	9,2	0	42,5	92	–
Менеджмент ресурсов	9,2	25	55	92	–
Анализ жизненного цикла продукции	7	20	41	70	–
Бюджетирование затрат в области качества	3,1	0	14	31	–
Наличие критериев в области оценки качества на всех уровнях производства	8	0	36	80	–
Вовлеченность сотрудников	9,5	22	44	66	95
Практическое применение требований	10	30	60	100	–
Квалификационные навыки персонала	12,7	38	79	127	–
Субъективные показатели эффективности управления качеством	10,7	29	60	90	107

Таким образом, максимальная сумма баллов, которую может получить система менеджмента качества по результатам оценки в организации, составляет 1 000 баллов, либо 100 %. Уровни проявления критериев представлены в табл. 3.

Таблица 3

## Оценка эффективности системы менеджмента качества

Критерий	Уровень проявления	Баллы
Наличие стратегического плана предприятия	2	53
Наличие оформленной системы в области качества	2	43,5
Ответственность, полномочия и взаимосвязь подразделений	2	42,5
Менеджмент ресурсов	3	92
Анализ жизненного цикла продукции	2	41
Бюджетирование затрат в области качества	1	0
Наличие критериев в области оценки качества на всех уровнях производства	2	36
Вовлеченность сотрудников	1	22
Практическое применение требований	3	100
Квалификационные навыки персонала	1	38
Субъективные показатели эффективности управления качеством	2	60
Итого		528

Из табл. 3 видно, что суммарный балл, полученный организацией за проводимую политику в области качества, составляет 528 из 1 000, или 53 %. Для интерпретации полученного результата требуется обратиться к табл. 4.

Таблица 4

## Интерпретация результатов оценки эффективности в области менеджмента качества

Сумма наработанных баллов в процентах от максимального значения	Интерпретация полученного результата
Менее 50 %	В организации отсутствуют разработанная система менеджмента качества, а также программа по управлению качеством. Работники не удовлетворены организацией рабочего процесса, что приводит к низкому уровню производительности труда
51–70 %	В организации присутствуют элементы нормативно-методического обеспечения управления качеством, но они либо формальные, либо требуют корректировки. Существуют проблемы с производительностью труда и удовлетворенностью рабочим процессом
71–90 %	Существующая в организации технология в области управления качеством в целом эффективна. Нормативно-методическое обеспечение процесса – положение управления качеством, дифференцированное на разных этапах товародвижения. Большинство работников удовлетворены организацией рабочего процесса. Уровень производительности труда находится в пределах нормы

Сумма наработанных баллов в процентах от максимального значения	Интерпретация полученного результата
91–100 %	Система менеджмента качества эффективна. Функции и требования, предъявляемые ко всем процессам товародвижения, закреплены нормативной документацией и выполняются в полном объеме. Присутствует специалист в области управления качеством. Нормативная база дополняется и модернизируется в соответствии с изменяющейся средой производства. В организации регулярно происходит бюджетирование затрат. Работники удовлетворены организацией рабочего процесса и демонстрируют высокий уровень производительности труда

Исходя из приведенного материала, можно сделать вывод о низкой степени разработанности мер в области управления качеством на исследуемом предприятии.

В организации присутствуют элементы нормативно-методического обеспечения управления качеством. Но они либо существуют формально, либо требуют корректировки. Существуют проблемы с производительностью труда и удовлетворенностью рабочим процессом.

#### **Библиографический список**

ГОСТ Р ИСО 9001-2008. Системы менеджмента качества. Требования. М.: Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии, 2008. 34 с.

### **ASSESSMENT OF QUALITY MANAGEMENT IN THE RETAIL TRADE ENTERPRISE**

**Ivanov K.A., Larionov N.I., Rozov D.V.**

***Abstract.** The article lists the criteria for assessing quality management in a retail enterprise. This work is based on the definition of criteria and requirements in the field of quality management through ISO 9004-2010.*

***Keywords:** retail, quality management, quality management system.*

Об авторах:

Иванов Константин Александрович – магистрант кафедры экономики и управления производством, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», Тверь. E-mail: Rush\_1996@bk.ru



Ivanov Konstantin Alexandrovich – Master Student of the Department of Economics and Management, Tver State Technical University, Tver. E-mail: Rush\_1996@bk.ru

Ларионов Николай Игоревич – магистрант кафедры экономики и управления производством, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», Тверь. E-mail: kolyalar\_1996@mail.ru

Larionov Nikolai Igorevich – Master Student of the Department of Economics and Management, Tver State Technical University, Tver. E-mail: kolyalar\_1996@mail.ru

Научный руководитель – Розов Дмитрий Викторович, д-р экон. наук, профессор кафедры экономики и управления производством, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», Тверь. E-mail: rozov23.02@mail.ru

Research manager – Rozov Dmitriy Viktorovich, Doctor of Economic Sciences, Professor of the Department of Economics and Management, Tver State Technical University, Tver. E-mail: rozov23.02@mail.ru

УДК 314.482

## **АНАЛИЗ УРОВНЯ СМЕРТНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ ЦЕНТРАЛЬНОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА ЗА ПЕРИОД 2010–2018 ГОДОВ**

**Минайло М.В., Розов Д.В., Аверчев А.А.**

©Минайло М.В., Розов Д.В.,  
Аверчев А.А., 2021

***Аннотация.** Работа посвящена исследованию уровня смертности Центрального федерального округа (ЦФО). Проанализировано, каким образом уровни смертности субъектов ЦФО формируют общий уровень смертности в ЦФО. Дается сравнение уровня смертности населения ЦФО по отношению к уровню смертности населения Российской Федерации. Представленный анализ рассматривает период с 2010 по 2018 гг.*

***Ключевые слова:** смертность населения, уровень смертности, показатели смертности, общий коэффициент смертности, субъекты Российской Федерации.*

Цель данной работы – проанализировать, какой вклад вносят субъекты Центрального федерального округа (ЦФО) в формирование его уровня смертности, а также проследить, как уровень смертности в ЦФО

соотносится с общероссийским. В представленном анализе рассматривается период с 2010 по 2018 гг.

Смертность населения характеризуется двумя основными социально-демографическими показателями:

1) числом умерших за год, измеряемым в количестве человек, т. е. числом умерших в течение календарного года на основании статистической разработки данных, содержащихся в записях актов о смерти;

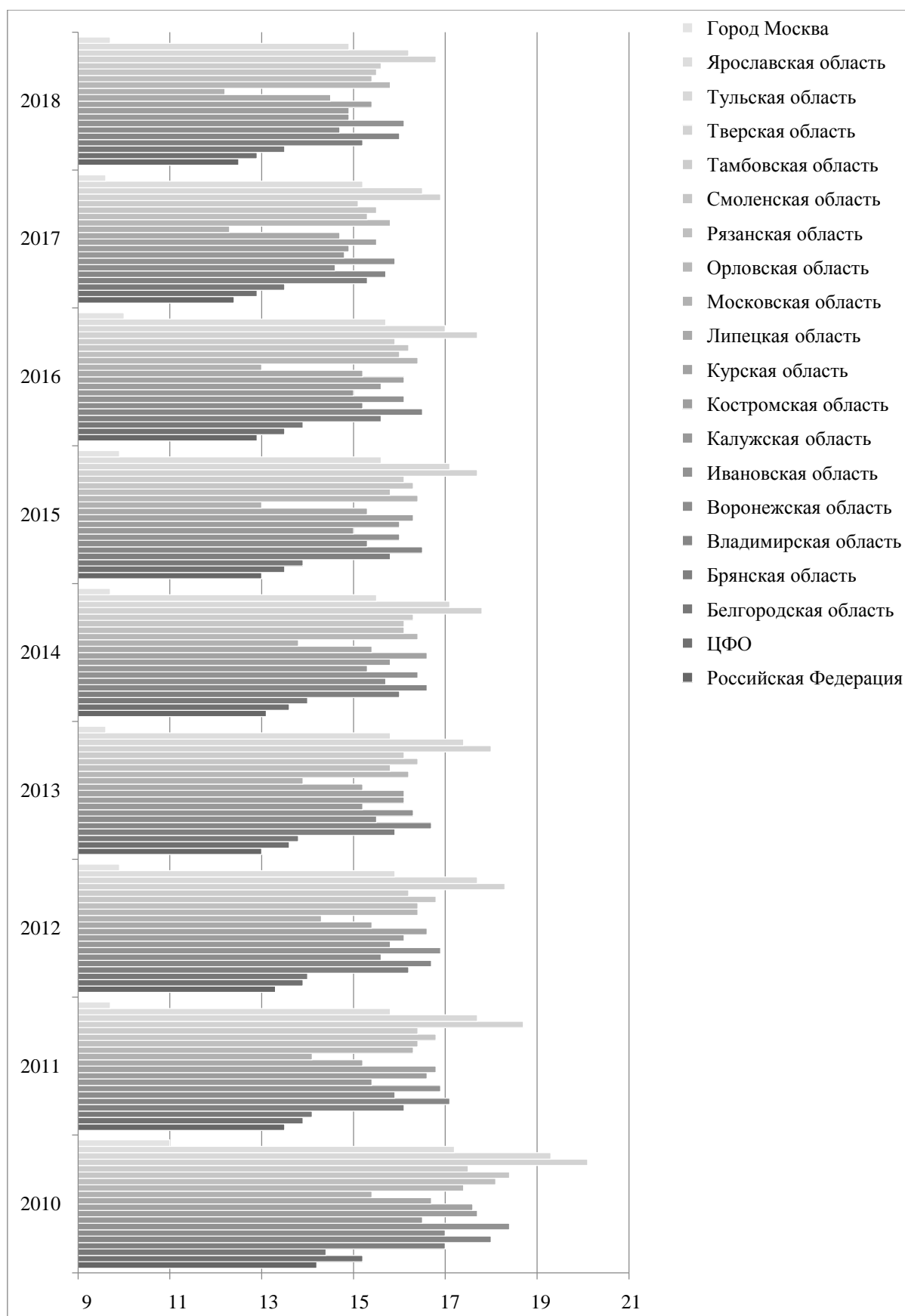
2) числом умерших в расчете на 1 000 населения за год, измеряемым в промилле, т. е. общим коэффициентом смертности. Рассчитывается как отношение числа умерших в течение календарного года к среднегодовой численности населения [1].

Сравнение уровня смертности населения в Российской Федерации и в ЦФО по среднему числу умерших за год человек показало, что в ЦФО оно составляет около трети (~28 %) от среднего числа умерших в Российской Федерации. Но это, вероятно, связано с плотностью населения ЦФО, поскольку значение общего коэффициента смертности в округе имеет незначительное превышение на 0,06 % над значением коэффициента смертности в Российской Федерации. Данные отражены в таблице [1].

Смертность населения РФ и ЦФО за период 2010–2018 гг.

Год	Число умерших за год, человек		Число умерших в расчете на 1 000 человек населения за год, ‰	
	РФ	ЦФО	РФ	ЦФО
2010	2 028 516	583 581	14,2	15,2
2011	1 925 720	536 302	13,5	13,9
2012	1 906 335	538 076	13,3	13,9
2013	1 871 809	528 754	13	13,6
2014	1 912 347	530 214	13,1	13,6
2015	1 908 541	525 885	13	13,5
2016	1 891 015	526 885	12,9	13,5
2017	1 826 125	506 608	12,4	12,9
2018	1 828 910	508 436	12,5	12,9
Среднее значение	1 899 924	531 637	13,1	13,67

Для анализа формирования уровня смертности ЦФО были рассмотрены уровни смертности населения всех субъектов округа с использованием общего коэффициента смертности. Графически результаты анализа представлены на рисунке [2].



Динамика общего коэффициента смертности в РФ, ЦФО и 18 его субъектах за период 2010–2018 гг., ‰

За рассматриваемый период 2010–2018 гг. максимальная смертность населения наблюдается в Тверской и Тульской областях, а также незначительное превышение замечено во Владимирской и Ивановской областях. Лидером в ЦФО является Тверская область, где уровень смертности на 4,3 ‰ превышает общее число умерших в ЦФО и на 4,9 ‰ – общее число в России. Субъектом ЦФО с минимальной и крайне низкой смертностью населения является город Москва, чей уровень ниже уровня ЦФО на 3,8 ‰ и уровня РФ на 3,2 ‰. Уровни смертности Московской (13,6 ‰) и Белгородской (13,9 ‰) областей незначительно превышают общероссийский (13,1 ‰) и примерно равны общему уровню ЦФО (13,7 ‰). Подавляющая же часть областей превышает общероссийский показатель смертности в среднем на 1,5 ‰.

Можно сделать вывод, что незначительное превышение в ЦФО общероссийского уровня смертности достигается в основном за счет чрезвычайно низкого уровня смертности Москвы. В действительности только Московская и Белгородская области имеют сравнимый с федеральным показатель смертности. Подавляющая же часть областей превышает всероссийский показатель в среднем на 1,5 ‰.

Из положительного хотелось бы отметить общую тенденцию сокращения уровня смертности. За рассматриваемый период (9 лет) уровень смертности в ЦФО сократился на 2,3 ‰, что превышает общероссийские темпы сокращения уровня смертности (1,7 ‰) и, следовательно, темп сокращения смертности в ЦФО несколько превышает общероссийские значения.

#### **Библиографический список**

1. Единая межведомственная информационно-статистическая система (ЕМИСС). URL: [www.fedstat.ru](http://www.fedstat.ru) (дата обращения: 12.12.2020).
2. Федеральная служба государственной статистики РФ. URL: [www.gks.ru](http://www.gks.ru) (дата обращения: 12.12.2020).

### **ANALYSIS OF THE LEVEL OF MORTALITY OF POPULATION OF THE CENTRAL FEDERAL DISTRICT FOR THE PERIOD OF 2010–2018**

**Minaylo M.V., Rozov D.V., Averchev A.A.**

***Abstract.** The work is devoted to the analysis of the mortality rate of the Central Federal District (CFD). It is analyzed how the mortality rates of the subjects of the CFD form the overall mortality rate in the CFD. A comparison is also given of the mortality rate of the CFD in relation to the mortality rate of the population of the Russian Federation. The presented analysis considers the period from 2010 to 2018.*

**Keywords:** *population mortality, mortality rate, mortality rates, general mortality rate, subjects of the Russian Federation.*

Об авторах:

Минайло Мария Владимировна – магистрант кафедры экономики и управления производством, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», Тверь. E-mail: minajlo@yandex.ru

Minaylo Maria Vladimirovna – Master Student of the Department of Economics and Management, Tver State Technical University, Tver. E-mail: minajlo@yandex.ru

Розов Дмитрий Викторович – д-р экон. наук, профессор кафедры экономики и управления производством, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», Тверь. E-mail: rozov23.02@mail.ru

Rozov Dmitriy Viktorovich – Doctor of Economic Sciences, Professor of the Department of Economics and Management, Tver State Technical University, Tver. E-mail: rozov23.02@mail.ru

Аверчев Алексей Аркадьевич – магистрант кафедры экономики и управления производством, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», Тверь. E-mail: aver.alex2011@yandex.ru

Averchev Alexey Arkadevich – Master Student of the Department of Economics and Management, Tver State Technical University, Tver. E-mail: aver.alex2011@yandex.ru

УДК 651.5:651.011.42

## **СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ВНЕДРЕНИЯ ДОКУМЕНТООБОРОТА НА МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОМ ПРЕДПРИЯТИИ**

**Моисеева М.М., Евграфов Д.В., Валиева А., Гавриленко А.В.**

© Моисеева М.М., Евграфов Д.В.,  
Валиева А., Гавриленко А.В., 2021

***Аннотация.** Статья посвящена современным проблемам внедрения документооборота на машиностроительном предприятии, связанным как с масштабами предприятий, так и с организационными, административными и другими факторами.*

***Ключевые слова:** машиностроительное предприятие, система электронного документооборота, проблемы внедрения документооборота.*

Внедрение систем электронного документооборота (СЭД) на современном машиностроительном предприятии решает большое количество управленческих задач. Большинство современных систем менеджмента определяют единые документоориентированные управленческие процессы, которые зачастую автоматизируются посредством СЭД. При этом подходы к внедрению СЭД и получаемые результаты во многом сходны для больших предприятий и не зависят от их профиля. Тем не менее СЭД, внедряемые на предприятиях машиностроительной отрасли, имеют свои особенности.

На предприятии машиностроительного профиля наиболее востребованы два вида функционала:

- 1) автоматизирующий общий документооборот предприятия;
- 2) автоматизирующий работу с частными документами, в которых потребности предприятия отражены более явно.

Любое современное машиностроительное предприятие работает с документами общего характера, поскольку реализует функции, необходимые для надлежащего функционирования организации, взаимодействующей, с одной стороны, со своими работниками, а с другой – с обществом и государством.

Как известно, современный уровень развития информационного общества требует все более активного использования электронных форм документооборота. Количество и объемы используемых в современном мире документов возрастают, причем в связи с современной эпидемиологической ситуацией наибольшим спросом пользуются электронные документы. Еще три года назад, согласно статистическим данным, объем электронной текстовой информации удваивался каждые три года, СЭД стремительно внедрялись взамен бумажных форм.

Системы имеют неоспоримый ряд преимуществ по сравнению с обработкой бумажных документов, например возможность ведения электронного архива. По мнению многих аналитиков, рынок электронного документооборота в мире увеличивается примерно на 20 % в год [1].

Однако в действительности внедрение СЭД повсеместно сталкивается с определенными трудностями. Это можно объяснить тем, что на протяжении уже многих лет российские организации изучают и пытаются ввести у себя многие иностранные методы управления, однако только сейчас эти методы после определенных корректировок начинают использоваться на практике. Отсутствие предварительного обучения по системам и методам электронного документооборота при установленных технике и программах привело к тому, что в 80 % случаев внедрение оказалось неудачным. Но попытки создать единое информационное пространство продолжаются. Сейчас это рассматривается как внутреннее конкурентное преимущество. Оно заключается в скорости прохождения документов, их достоверности, увеличении объема обработки за то же

время и теми же сотрудниками, возможности анализа и составления прогнозов. Скорость и качество обработки информации стали товаром. В будущем подобные системы будут существовать повсеместно [2].

Сейчас на машиностроительных предприятиях активно используется КСЭД «1С:Документооборот». Для идентификации пользователей в системе применяется механизм личного идентификационного файла (ID-файла) пользователя. Вход пользователя в систему осуществляется посредством проверки содержимого конфигурации системы, ID-файла и введенного пароля пользователя. Выполнение всех операций в системе сопровождается проверкой прав доступа данного пользователя к базам и документам системы.

Система «1С:Документооборот» обеспечивает автоматическое распределение прав доступа к документам, при этом действует общее правило доступа «по умолчанию» – доступ к документу предоставляется тем пользователям системы, которые участвуют в его обработке. Следовательно, пользователи системы, не участвующие в обработке документа, не имеют к нему доступа. Права доступа администраторов системы «1С:Документооборот», делопроизводителей ОДО определяются в соответствии с их должностными обязанностями.

Однако чтобы пользоваться этой системой на машиностроительном предприятии, необходимо ее сначала внедрить, что в свою очередь вызывает ряд организационных, административных, субъективных и технологических проблем (таблица).

Не стоит уповать на то, что автоматизация бизнес-процессов устраним проблемы несогласованности работы участников процесса, ошибки в адресации документов, затягивание сроков исполнения и другие осложнения, если они не будут решены до внедрения.

Кроме того, в производственных компаниях существует еще одна не менее важная проблема, связанная с документами, – это технический документооборот. Он регламентируется другой группой нормативной документации – единой системой конструкторской документации и единой системой технологической документации. Включить технический документооборот в номенклатуру дел обычного документооборота не представляется возможным в силу их разной структуры и правил сопровождения [2]. В качестве решения данной проблемы в последнее время все чаще применяют системы управления жизненным циклом изделия, которые предоставляют возможности:

- регистрации документов;
- заполнения реквизитов, атрибутов;
- архивирования;
- распределения прав доступа;
- полнофункционального поиска;
- перемещения по инстанциям и др.

## Проблемы внедрения СЭД, их причина и следствие

Вид проблем	Причина	Следствие
Организа- ционные	Отсутствие или некоррек- тная постановка задач; непонимание всего диапазона возможностей и особых преимуществ	Отсутствие понимания, каких результатов ожидать от проекта, какие показатели его считать успешными; невозможность чет- кого планирования проекта (этапов, ресур- сов, показателей качества, ожидаемого результата)
	Несогласованность дейст- вий участников внедрения в процессе выполнения работ. Особенно высок этот риск, когда в проекте участвует несколько сторон	Разногласия между ИТ-службой и предмет- ными специалистами, службой документа- ционного обеспечения управления, которые по-разному видят способы достижения целей проекта, смотрят на предмет автома- тизации (документационное обеспечение управления) под разными углами зрения, обладают разной степенью готовности к изменениям
Субъектив- ные	Отсутствие навыков ис- пользования ПК; низкая культура работы с инфор- мацией в электронном виде	Персонал приходится обучать работе с компьютером, прежде чем внедрять СЭД, это приводит к дополнительным затратам предприятия
Админист- ративные	Недостаточное внимание высшего руководства к проекту	Пассивность линейных руководителей и простых сотрудников
	Загруженность работников, занятых в проекте, задача- ми по основной деятельнос- ти; слабая вовлеченность в проект работников ком- пании	Система внедряется для компании и ис- пользовать ее будут работники, поэтому чем выше их активность в проекте, тем выше вероятность, что нововведения будут приняты позитивно и соответствовать ожиданиям персонала
Технологи- ческие	Увеличение количества пользователей ПК; переход к безбумажной обработке документов; существенное увеличение нагрузки на серверы; необходимость хранить на них большой объем информации	Имеющаяся ИТ-инфраструктура может ока- заться неготовой к новым методам работы; низкая работоспособность системы, зави- сание, сбои и пр.; длительная работа с доку- ментами за устаревшими мониторами будет утомительной и даже вредной для сотруд- ников
	Недостаточное исследование потребностей компании	На стадии внедрения или эксплуатации выяснится, что функциональность системы не соответствует ожиданиям: не поддер- живает требуемые сценарии работы, не предоставляет нужную функциональность или, наоборот, является слишком сложной, при этом в реальной работе используется минимум возможностей
	Отсутствие нормативной базы; неформализованные бизнес-процессы	При отсутствии четких правил работы, единых регламентов документооборота невозможна и эффективная эксплуатация системы



К сожалению, на данном этапе развития технологий все еще возникают проблемы внедрения документооборота на машиностроительном предприятии. Но прогресс не стоит на месте, появляются новые программы и улучшаются технологии, а это дает надежду на максимальное повышение эффективности электронного документооборота и снижение энергозатрат.

### **Библиографический список**

1. Королев И.Д., Подгорный Д.С. Актуальные проблемы разработки, внедрения и применения систем электронного документооборота в действующих и перспективных автоматизированных системах, обрабатывающих конфиденциальную информацию // Молодой ученый. 2018. № 13 (199). С. 45–50.

2. Дубровин С. Обычный и технический документооборот на промышленных предприятиях // Управление персоналом. 2010. № 2. URL: <https://www.top-personal.ru/issue.html?2318/> (дата обращения: 27.12.2020).

## **MODERN PROBLEMS OF INTRODUCTION OF DOCUMENT CIRCULATION AT THE MACHINE-BUILDING ENTERPRISE**

**Moiseeva M.M., Evgrafov D.V., Valieva A., Gavrilenko A.V.**

***Abstract.** The article is devoted to the modern problems of document management implementation at the machine-building enterprise, connected with the scale of enterprises, as well as with organizational, administrative and other factors.*

***Keywords:** machine-building enterprise, electronic document management system, problems of document management implementation.*

Об авторах:

Моисеева Марина Михайловна – магистрант кафедры биотехнологии, химии и стандартизации, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», Тверь. E-mail: moiseeva\_1997@inbox.ru

Moiseeva Marina Mikhailovna – Master Student of the Department of Biotechnology, Chemistry and Standardization, Tver State Technical University, Tver. E-mail: moiseeva\_1997@inbox.ru

Евграфов Дмитрий Викторович – магистрант кафедры биотехнологии, химии и стандартизации, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», Тверь. E-mail: sigma.125@yandex.ru

Evgrafov Dmitry Viktorovich – Master Student of the Department of Biotechnology, Chemistry and Standardization, Tver State Technical University, Tver. E-mail: sigma.125@yandex.ru

Валиева Айджемал – магистрант кафедры биотехнологии, химии и стандартизации, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», Тверь. E-mail: valiyeva.ayjemal@gmail.com

Valieva Aidzhemal – Master Student of the Department of Biotechnology, Chemistry and Standardization, Tver State Technical University, Tver. E-mail: valiyeva.ayjemal@gmail.com

Научный руководитель – Гавриленко Александра Васильевна, канд. хим. наук, доцент кафедры биотехнологии, химии и стандартизации, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», Тверь. E-mail: schurik-al@yandex.ru

Research manager – Gavrilenko Aleksandra Vasilevna, Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor of the Department of Biotechnology, Chemistry and Standardization, Tver State Technical University, Tver. E-mail: schurik-al@yandex.ru

УДК 006.05

## **НЕОБХОДИМОСТЬ УЧАСТИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ПРОМЫШЛЕННОГО СЕКТОРА В РАЗРАБОТКЕ НАЦИОНАЛЬНЫХ СТАНДАРТОВ В ОБЛАСТИ МАШИНОСТРОЕНИЯ**

**Моисеева М.М., Евграфов Д.В., Аннаев Б., Гавриленко А.В.**

© Моисеева М.М., Евграфов Д.В.,  
Аннаев Б., Гавриленко А.В., 2021

***Аннотация.** Статья посвящена проблемам разработки и внедрения национальных стандартов с участием предприятий машиностроения.*

***Ключевые слова:** машиностроительное предприятие, разработка национального стандарта.*

Согласно пункту 4.1.1 ГОСТ 1.1-2002 «Межгосударственная система стандартизации (МГСС). Термины и определения», стандарт – это нормативный документ, который разработан на основе консенсуса, принят признанным на соответствующем уровне органом и устанавливает для всеобщего и многократного использования правила, общие принципы или характеристики, касающиеся различных видов деятельности или их результатов, и который направлен на достижение оптимальной степени упорядочения в определенной области. Стандарты должны быть основаны на обобщенных результатах науки, техники, практического опыта и направлены на достижение оптимальной пользы для общества [1].

Кроме того, национальный стандарт определяет общие технические и иные параметры объекта, которые будут обязательны для всех производителей данной продукции одного типа на всей территории государства.

Проще говоря, стандарт устанавливает правила, нормы и характеристики для продукции одного типа (рис. 1).



Рис. 1. Требования к продукции, устанавливаемые в стандарте

Согласно пункту 4 статьи 2 № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации», национальная система стандартизации – это механизм обеспечения согласованного взаимодействия участников работ по стандартизации (рис. 2) на основе принципов стандартизации при разработке (ведении), утверждении, изменении (актуализации), отмене, опубликовании и применении документов по стандартизации, предусмотренных статьей 14 настоящего Федерального закона, с использованием нормативно-правового, информационного, научно-методического, финансового и иного ресурсного обеспечения [2].



Рис. 2. Участники работ по стандартизации

В связи с этим участие машиностроительных предприятий в разработке национальных стандартов является неотъемлемой частью их существования, так как благодаря этому они могут продвигать свои интересы и улучшать качество продукции.

На предприятиях в рассмотрении проектов стандартов участвуют все заинтересованные подразделения, но основную работу по сбору замечаний и отправке их разработчикам проводит отдел стандартизации. Для более полного понимания этой области деятельности предприятий изобразим сокращенную процедуру разработки и утверждения национального стандарта (далее – стандарт) в соответствии с ГОСТ Р 1.2-2020 (рис. 3) [3].



Рис. 3. Разработка и утверждение национального стандарта

Можно сделать вывод о том, что участие в разработке стандартов это очень трудоемкий процесс, так как необходимо постоянно организовывать процедуру рассмотрения новых проектов стандартов, собирать замечания по ним, точно соблюдать все сроки предоставления замечаний в разрабатывающие организации, организовывать совещания для устранения разногласий. Поэтому в некоторых случаях процедура разработки стандарта затягивается на несколько лет. Также стоит отметить, что разработка стандарта требует немалых финансовых вложений.

Чаще всего машиностроительные предприятия участвуют в разработке сразу нескольких стандартов. В некоторых случаях процедура разработки затягивается на многие годы, так как необходимо просмотреть документ в мельчайших подробностях, а итоговый результат очень важен.

### **Библиографический список**

1. ГОСТ 1.1-2002. Межгосударственная система стандартизации (МГСС). Термины и определения // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации «Консорциум Кодекс». URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200030741/> (дата обращения: 25.11.2020).

2. О стандартизации в Российской Федерации 162-ФЗ: Федеральный закон № 162-ФЗ [принят Гос. Думой 29.06.2015] // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации «Консорциум Кодекс». URL: <http://docs.cntd.ru/document/zakon-rf-o-standartizacii> (дата обращения: 25.11.2020).

3. ГОСТ Р 1.2-2020. Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты национальные Российской Федерации. Правила разработки, утверждения, обновления, внесения поправок и отмены // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации «Консорциум Кодекс». URL: <http://docs.cntd.ru/document/120017401/> (дата обращения: 27.11.2020).

## **THE NEED FOR PARTICIPATION OF THE INDUSTRIAL SECTOR IN THE DEVELOPMENT OF NATIONAL STANDARDS IN THE FIELD OF MACHINE BUILDING**

**Moiseeva M.M., Evgrafov D.V., Annaev B., Gavrilenko A.V.**

*Abstract. The article is devoted to the problems of development and implementation of national standards with the participation of engineering enterprises.*

**Keywords:** *machine-building enterprise, development of a national standard.*

Об авторах:

Моисеева Марина Михайловна – магистрант кафедры биотехнологии, химии и стандартизации, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», Тверь. E-mail: moiseeva\_1997@inbox.ru

Moiseeva Marina Mikhailovna – Master Student of the Department of Biotechnology, Chemistry and Standardization, Tver State Technical University, Tver. E-mail: moiseeva\_1997@inbox.ru

Евграфов Дмитрий Викторович – магистрант кафедры биотехнологии, химии и стандартизации, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», Тверь. E-mail: sigma.125@yandex.ru

Evgrafov Dmitry Viktorovich – Master Student of the Department of Biotechnology, Chemistry and Standardization, Tver State Technical University, Tver. E-mail: sigma.125@yandex.ru

Аннаев Батыр – магистрант кафедры биотехнологии, химии и стандартизации, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», Тверь. E-mail: valiyeva.ayjemal@gmail.com

Annaev Batyr – Master Student of the Department of Biotechnology, Chemistry and Standardization, Tver State Technical University, Tver. E-mail: batir.annaev@bk.ru

Гавриленко Александра Васильевна – канд. хим. наук, доцент кафедры биотехнологии, химии и стандартизации, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», Тверь. E-mail: schurik-al@yandex.ru

Gavrilenko Aleksandra Vasilevna – Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor of the Department of Biotechnology, Chemistry and Standardization, Tver State Technical University, Tver. E-mail: schurik-al@yandex.ru

## СЕКЦИЯ 2. ПРОБЛЕМЫ ДОБЫЧИ, ПЕРЕРАБОТКИ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ И ЗАЩИТЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

УДК 338

### ВНЕДРЕНИЕ КОНЦЕПЦИИ «ИНДУСТРИИ 4.0» В СИТУАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ

Епишкин И.И.

© Епишкин И.И., 2021

***Аннотация.** В статье рассматривается обобщенная дорожная карта внедрения технологий «Индустрии 4.0» в ситуационно-аналитическое обеспечение электроэнергетики. Приводятся базовые характеристики этапов данного внедрения, а также обозначаются ключевые требования к результатам их реализации.*

***Ключевые слова:** электроэнергетика, аналитика, «Индустрия 4.0», инновация, внедрение, информатизация.*

Функционирование в условиях современной цифровой экономики принципиально меняет менеджмент всех сфер и отраслей. В этом плане не исключение и ситуационно-аналитическая деятельность в электроэнергетике.

Ключевыми особенностями нового менеджмента являются высокий темп принятия решений, кратный рост энерговооруженности, постоянное увеличение информационного шума, начало применения сквозных технологий для целей управления.

Трансформация концепции в конкретные технологии и инструменты – первоочередная задача менеджмента компаний отрасли и органов власти. Немаловажное значение здесь играет профессионализм, способности и личность руководителя, задающего и обеспечивающего стремительный темп выполнения решений [1, 3, 4].

Новую тенденцию, конвертированную в технологические решения, принято называть «Индустрией 4.0», ее базисом является широкое применение информационно-коммуникационных технологий [2]. Цифра «4» в названии концепции – отсылка к трем промышленным революциям и сопоставимости с ними по значимости нового явления.



Организации, которым удалось преодолеть пилотный этап внедрения инноваций «Индустрии 4.0» и масштабировать решения, получили беспрецедентный прирост эффективности.

Внедрение данных инноваций – невероятно сложная задача, требующая значительных ресурсов, резерва времени и стратегического подхода к внедрению изменений. При этом результаты этого внедрения должны быть сбалансированы, видны на каждом этапе и конвертироваться в конкретные преимущества для отрасли.

Дорожная карта внедрения «Индустрии 4.0» включает в себя шесть взаимосвязанных этапов (рисунок):

1) осуществляется *информатизация*, обеспечивающая использование информационно-коммуникационных технологий, но обособленно, без взаимной интеграции друг с другом;

2) происходит частичная *интеграция* технических систем, обеспечивающая отражение основных процессов и взаимный переход данных по связанным между собой модулям и подсистемам;

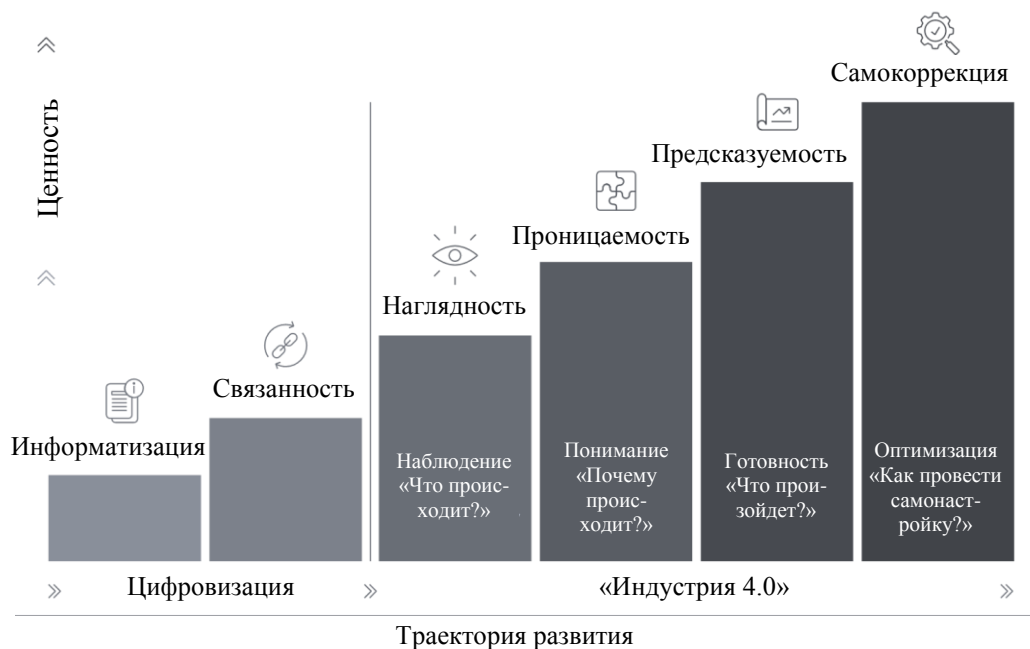
3) обеспечивается полная *цифровая наблюдаемость* процессов, формируется цифровая модель актуального состояния объекта управления с возможностью ретроспективного анализа данных;

4) накопленные при помощи цифровой модели данные применяются для *комплексного анализа* объекта управления с целью выявления паттернов функционирования и формирования системы поддержки принятия решений;

5) предполагается построение на базе проведенного ретроспективного анализа данных и сформированной базы знаний *системы прогнозирования сценариев поведения* объекта управления и представления высокоточных рекомендаций;

6) внедряется *инструментарий самокоррекции* разработанного инструментария, обеспечивается непрерывная адаптация алгоритмов функционирования прогнозной модели и постепенный перенос части функций по принятию решений на цифровую платформу.

Данный маршрут является отправной точкой оценки текущего развития ситуационно-аналитического обеспечения электроэнергетики с точки зрения применения технологий «Индустрии 4.0», основой для детальной проработки этапов внедрения данных технологий, определения необходимых ресурсов, конкретных результатов и показателей экономической целесообразности.



### Этапы внедрения технологий «Индустрии 4.0»

Комплексная реализация данной дорожной карты коренным образом изменит производственные процессы, позволит обеспечить эффективный и соответствующий новым «цифровым» запросам уровень и качество реакции на возникающие изменения состояния управляемого объекта, станет фактором роста производительности труда.

#### Библиографический список

1. Алексеева О.Ф., Антоновский А.В., Лаврик О.В. К вопросу о способностях руководителя образовательной организации // Актуальные проблемы практической психологии: материалы Международной научно-практической конференции. Тверь, 2020. С. 201–206.
2. Всемирный экономический форум «Четвертая промышленная революция. Целевые ориентиры развития промышленных технологий и инноваций». 2019. URL: [http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_Четвертая\\_промышленная\\_революция.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_Четвертая_промышленная_революция.pdf) (дата обращения: 17.12.2020).
3. Киселев В.В., Вещеникина О.М., Лаврик А.А. Влияние стиля руководства на эффективность экономической деятельности организации // Вестник МГЭИ. 2019. № 1. С. 57–61.
4. Goal-setting as a metacognitive ability of personality / G.I. Korchagina, E.P. Ivutina, V.A. Derisheva, E.M. Bogodukhova, D.A. Dubrovina // Journal of Environmental Treatment Techniques. 2019. № 7 (SI), pp. 1234–1241.

# IMPLEMENTATION OF THE INDUSTRY 4.0 CONCEPT IN SITUATIONAL AND ANALYTICAL SUPPORT OF THE ELECTRIC POWER INDUSTRY

**Epishkin I.I.**

***Abstract.** The article considers a generalized roadmap for the introduction of Industry 4.0 technologies in the situational and analytical support of the electric power industry. The basic characteristics of the stages of this implementation are given, as well as the key requirements for the results of their implementation are indicated.*

***Keywords:** electric power industry, Analytics, industry 4.0, innovation, implementation, informatization.*

Об авторе:

Епишкин Илья Игоревич – аспирант кафедры экономики и финансов АНО ВО МГЭУ, Москва. E-mail: i@epishkin.com

Epishkin Ilya Igorevich – Postgraduate Student of the Department of Economics and Finance, MSEU, Moscow. E-mail: i@epishkin.com

Научный руководитель – Грабчак Евгений Петрович, канд. экон. наук, заместитель Министра энергетики Российской Федерации, Москва. E-mail: 3631904@mail.ru

Research manager – Grabchak Evgeny Petrovich, Candidate of Economic Sciences, Deputy Minister of energy of the Russian Federation, Moscow. E-mail: 3631904@mail.ru

УДК 638.5

## ОСТРОВА ИЗ МУСОРА

**Крылов Д.Ю.**

© Крылов Д.Ю., 2021

***Аннотация.** В статье посредством изучения видеоисточников рассматривается остров Одайба в Японии как возможное решение реализации конечного продукта отходов и процесс его создания, а также организация сбора отходов в Токио.*

***Ключевые слова:** отходы, переработка отходов, территория, Япония, искусственный остров.*

Большая часть населения относится к мусору беспечно и, например, не беспокоится при покупке очередной пластиковой бутылки об ее будущем. Возможно, одной из причин существования этой проблемы является отсутствие решения по дальнейшей реализации пластиковых и других отходов потребления в сфере использования. Вследствие этого современная наука предлагает «уникальное» решение, в частности в связи с тяжелой ситуацией нехватки мест для проживания в густонаселенных городах Востока и странах Азии.

В качестве примера авторами была рассмотрена ситуация в Японии, занимающейся переработкой отходов с 1924 г. Хотя страна и не лидер в сфере мусоропереработки, стоит признать, что ее подход к решению такой глобальной проблемы является экологичным и экономически выгодным решением, а кроме того, для столь малой по площади территории с населением в 130 млн человек это совершенная необходимость.

На данный момент в Токио реализована очень сложная централизованная система утилизации и сжигания мусора, разделенного на четыре категории: сгораемый, несгораемый, перерабатываемый и крупногабаритный [1, 2]. Машины для каждого типа мусора приходят строго по графику в определенные дни недели. Особняком стоят заводы по переработке бытовой техники и крупногабаритных отходов: мебель утилизируют отдельно, а хозяину приходится за это платить. Такая утилизация отходов дает стране около 1 млн тонн железа и 50 тыс. тонн цветных металлов в год.

Однако по причине того, что все переработать невозможно, японцы решили брать пример с других стран и внедрять программу «нулевых отходов», которая гласит «не выкидывай, пока не использовал полностью».

Большую часть мусора Япония сжигает. Используемая технология плазменной газификации позволяет сжигать отходы при температуре 1 200 градусов по Цельсию и выше. При таких показателях смолы не образуются, а токсичные отходы разрушаются без выделения в атмосферу. В итоге от 30 тонн мусора остается 6 тонн пепла, который позже очищается и используется в строительстве в качестве шлака, прессуемого в огромные брикеты, позже применяемые в строительстве зданий или даже целого острова [1]. Некоторые заводы по переработке мусора смогли перевести свои предприятия на самообеспечение, т. е. они не только являются самодостаточными в потреблении энергии, но и способны работать как малые электростанции, а также уменьшают объем мусора в 20 раз [2].

Искусственный остров Одайба, часть которого образована естественным грунтом и служит основой для отгрузки контейнеров с мусором, позже была объединена со второй половиной, уже полностью возведенной из переработанных отходов, в конечном итоге стал зеленой зоной с

удобствами для отдыха. На нем расположился элитный жилой комплекс, парки и заводы [1, 2]. Таким образом власти увеличивают площадь государства за счет переработки мусора. К слову, международный аэропорт Тюба, Нагоя и металлургический комбинат на острове Огисима также расположены на переработанных отходах.

Если рассмотреть процесс создания более детально, то выяснится, что основание мусорного острова состоит из несоразмерных отходов, которые доставляются на место стройки автомобилями в виде прессованных блоков или порошка. Такой подход мало отличается от процесса создания островов, например в Объединенных Арабских Эмиратах, и по сути своей прост. Сначала на дно залива кладется «подушка» из крупного камня, после чего на них вместо песка засыпаются неперерабатываемые отходы и тонкий слой грунта, который в процессе облагораживается.

Согласно источнику [3], к настоящему времени территория острова стала одним из самых привлекательных мест в Токио для жилищного и офисного строительства, стоимость земли повышается с каждым годом. Частные корпорации, вовремя выкупившие активы, сейчас со значительной прибылью сдают землю и построенные здания в аренду и субаренду.

В конце 1990-х гг. район стал одним из любимых среди населения Токио мест отдыха и туризма, появились первые отели и торговые центры. Затем несколько крупных компаний, в том числе Fuji Television, перенесли на Одайбу свои штаб-квартиры, а в 2002 г. открылась железнодорожная линия Ринкай. Четыре года спустя до станции метро Тоэсу стал ходить поезд Юрикамомэ [3].

### **Библиографический список**

1. Как в Японии делают острова из мусора. URL: [https://www.youtube.com/watch?v=QNbS\\_yqFLtI](https://www.youtube.com/watch?v=QNbS_yqFLtI) (дата обращения: 25.11.2020).
2. В Японии из отходов делают целые острова. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=jIbdNJ6-LYI> (дата обращения: 25.11.2020).
3. Остров Одайба. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Одайба> (дата обращения: 25.11.2020).

## **GARBAGE ISLANDS**

**Krylov D.Y.**

***Abstract.** In this review article, the island of Odaiba in Japan was considered as a possible solution for the implementation of the final waste product and the process of its creation, as well as the organization of the waste collection process in Tokyo by studying video sources.*

***Keywords:** waste, waste processing, area, Japan, artificial island.*

Об авторе:

Крылов Дмитрий Юрьевич – магистрант, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», Тверь. E-mail: Dima\_Krylov96@mail.ru

Krylov Dmitry Yurievich – Master Student, Tver State Technical University, Tver. E-mail: Dima\_Krylov96@mail.ru

Научный руководитель – Яковлев Сергей Геннадиевич, доцент кафедры конструкций и сооружений, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», Тверь.

Research manager – Yakovlev Sergey Gennadievich, Associate Professor of the Department of Constructions and Structures, Tver State Technical University, Tver.

УДК 551.1/4

## **ЯВЛЕНИЕ ОПОЛЗНЕЙ. ПРИЧИНЫ СКЛОННЫХ ПРОЦЕССОВ**

**Крылов Д.Ю.**

© Крылов Д.Ю., 2021

***Аннотация.** В статье путем изучения видеоисточников и данных СМИ рассмотрена проблема строительства домов у побережья во время оползня, произошедшего в Норвегии в 2020 г.*

***Ключевые слова:** природное явление, происшествие, оползни, геология, грунты, последствия, причины, предупреждение.*

Почти каждый житель средней полосы России слышал о последствиях природного явления, называемого оползнем. В статье речь пойдет об одном из таких происшествий, случившемся 3 июня 2020 г. на побережье коммуны Алта, находящейся в Северной губернии Финнмарка (Норвегия) [1]. Это невероятно живописное место на берегу, омываемое Норвежским и Баренцевым морями, с холмистым и равнинным ландшафтом, полностью лишенное деревьев и покрытое луговой травой, с чистейшим морским воздухом и неожиданно теплыми для сурового субарктического климата ветрами Гольфстрима [2].

Несмотря на довольно слабую заселенность (1,53 чел./км<sup>2</sup> с общей численностью населения в 74 534 чел.), в результате оползня в море были смыты порядка 8 сельских домов. Участок земли общей площадью примерно 240 000 м<sup>2</sup> ушел под воду менее чем за 5 мин, подобно легенде об Атлантиде. По общим данным, предоставленным местными СМИ,

общий уклон рельефа по отношению к уровню моря не превышал 15 градусов. По счастливой случайности обошлось без жертв, так как дома были дачными. Но такое явление запросто могло унести с собой любое дорожное полотно различных размеров и даже отрезать пути движения целому полуострову.

Стоит отметить, что предсказать появление оползня очень сложно или даже невозможно, но при этом предупредить его не составляет большого труда. Чаще всего он является последствием потопов, землетрясений и наводнений. В более редких случаях причиной возникновения служит выветривание грунтов и человеческий фактор [3].

В понимании большинства людей оползни происходят только в лестных и горных местностях, где человек появляется крайне редко, следовательно, вероятность попасть под неожиданный сход грунта крайне мала. Но это далеко не так, в зоне риска оказываются сооружения, находящиеся не только вблизи водоемов и склонов, но и в сейсмически активных областях.

Рассмотрим вероятные причины случившегося происшествия. На настоящий момент это может быть и низкая, но достаточно продолжительная сейсмическая активность, и иные факторы, которые не были точно установлены до сих пор. Но с научной точки зрения можно сделать вывод, что настоящей причиной, скорее всего, стало переувлажнение грунта на большой площади соскользнувшей поверхности, о чем четко говорит непосредственное расположение рассматриваемого участка.

Свойство грунтов пропускать и задерживать воду чаще всего можно исследовать, исходя из данных, полученных при проведении лабораторных экспериментов. Однако в действительности состав почти любых грунтов будет смешанным и неоднородным и каждый из компонентов будет иметь свойственные только ему характеристики, которые зачастую не анализируются в полной мере.

Учитывая тот факт, что данная местность не имеет крупноветвевой растительности с обширными мочковатыми корневыми системами (что не очень положительно влияет на баланс влажности почвы), мы получаем еще один недостаток при рассмотрении данного участка в качестве арендуемого для проживания, так как даже такой, казалось бы, малозначительный фактор может привести к обрушению склона.

Чаще всего оползень начинается не моментально, для предупреждения достаточно визуальной проверки на наличие трещин на сооружениях или участке, зоны переувлажнения грунта, возникновение грунтовых бугров и оползневых уступов.

В решении данной проблемы помогают государственные геологические карты и геологические службы. Основная часть, конечно, заключается в предупреждении опасности на федеральном уровне и выражается запретом на строительство в местах, где высока вероятность оползня по

тем или иным причинам. В исключительных ситуациях организуется полноценное строительство береговых укреплений, т. е. проводится укрепление прибрежных зон различными методами. Главной задачей укрепления будет являться защита от подмыва, удержание или полная фиксация перемещения масс грунта от собственного веса или дополнительной нагрузки в сторону наименьшего сопротивления.

Однако в действительности люди, заботясь лишь об эстетике прекрасного, чаще всего не подозревают, как близко оказываются к чрезвычайно опасному положению утраты своего дома. Стоит отметить, что к выбору участка порой необходимо относиться даже более внимательно, чем к какому-либо этапу начала строительства дома своей мечты.

### **Библиографический список**

1. СМИ: Мощный оползень на севере Норвегии унес в море целую деревню. URL: [https://1tv-ru.turbopages.org/1tv.ru/s/news/2020-06-04/387079moschnyy\\_opolzen\\_na\\_severe\\_norvegii\\_unes\\_v\\_more\\_tseluyu\\_derevnyu](https://1tv-ru.turbopages.org/1tv.ru/s/news/2020-06-04/387079moschnyy_opolzen_na_severe_norvegii_unes_v_more_tseluyu_derevnyu) (дата обращения: 20.09.2020).

2. Финнмарк, Норвегия. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Финнмарк> (дата обращения: 20.09.2020).

3. Оползни. Исследование и укрепление / под ред. Р. Шустера, Р. Кризека. М.: Мир, 1981. 368 с.

## **PHENOMENON OF LANDSLIDES. REASONS FOR SLOPED PROCESSES**

**Krylov D.Y.**

***Abstract.** In the article, by studying video sources and media data, examined the problem of building houses near the coast during a landslide that occurred in Norway in 2020.*

***Keywords:** natural phenomenon, incident, landslides, geology, soils, consequences, causes, warning.*

Об авторе:

Крылов Дмитрий Юрьевич – магистрант, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», Тверь. E-mail: Dima\_Krylov96@mail.ru

Krylov Dmitry Yurievich – Master Student, Tver State Technical University, Tver. E-mail: Dima\_Krylov96@mail.ru

Научный руководитель – Яковлев Сергей Геннадьевич, доцент кафедры конструкций и сооружений, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», Тверь.



Research manager – Yakovlev Sergey Gennadievich, Associate Professor of the Department of Constructions and Structures, Tver State Technical University, Tver.

УДК 626.86:624

## **ДРЕНАЖНАЯ СИСТЕМА «ЛАЙТРОК» КАК ПРОГРЕССИВНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ОСУШЕНИЯ ТЕРРИТОРИИ**

**Деревянко В.В., Макарова Т.Ю.**

© Деревянко В.В., Макарова Т.Ю., 2021

*Аннотация.* В статье дается краткое описание конструкции дренажной системы «ЛайтРок». Представлены технологическая схема строительства и технико-экономическое обоснование дренажа по технологии «ЛайтРок».

*Ключевые слова:* дренаж, «ЛайтРок», технологическая схема, технико-экономическое обоснование.

В наши дни дренаж и дренажные системы представляют собой сложный высокоточный и надежный комплекс защиты подземных конструкций зданий и сооружений от грунтовых вод и осушения строительных площадок.

Дренаж классического вида состоит из перфорированной гофрированной трубы, обернутой геотекстилем и засыпанной дренирующим слоем щебня, накрывающим весь «пирог» [1].

Дренажная система «ЛайтРок» – это модули длиной 3 м с перфорированной трубой в фильтре и обсыпке из полистирола [2]. Конструкция дренажной системы «ЛайтРок» приведена на рис. 1. Вся система обернута геотекстилем, который предохраняет наполнитель дренажной системы от заиливания, и прошита прочной мешкозашивочной нитью повышенной прочности. Это позволило заменить применяемый в дренажных системах щебень, который, кстати, пропускал не только воду, но и грязь с песком, отчего трубы на земельном участке забивались, заиливались, работа системы давала серьезные сбои. Технологическая схема возведения дренажа по технологии «ЛайтРок» представлена на рис. 2.

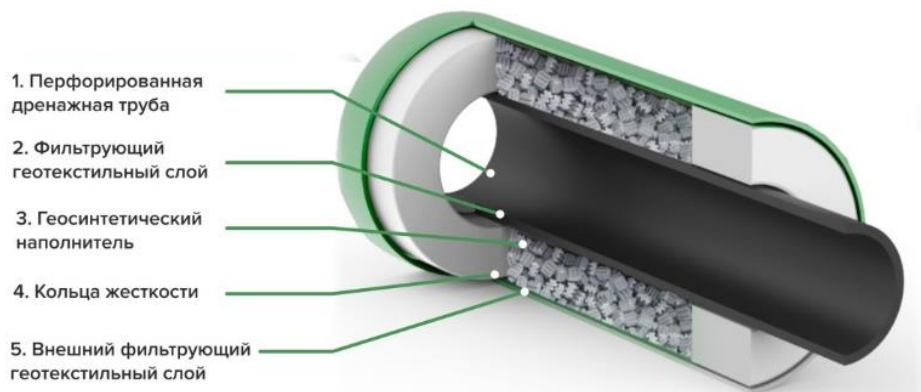


Рис. 1. Конструкция дренажной системы «ЛайтРок»

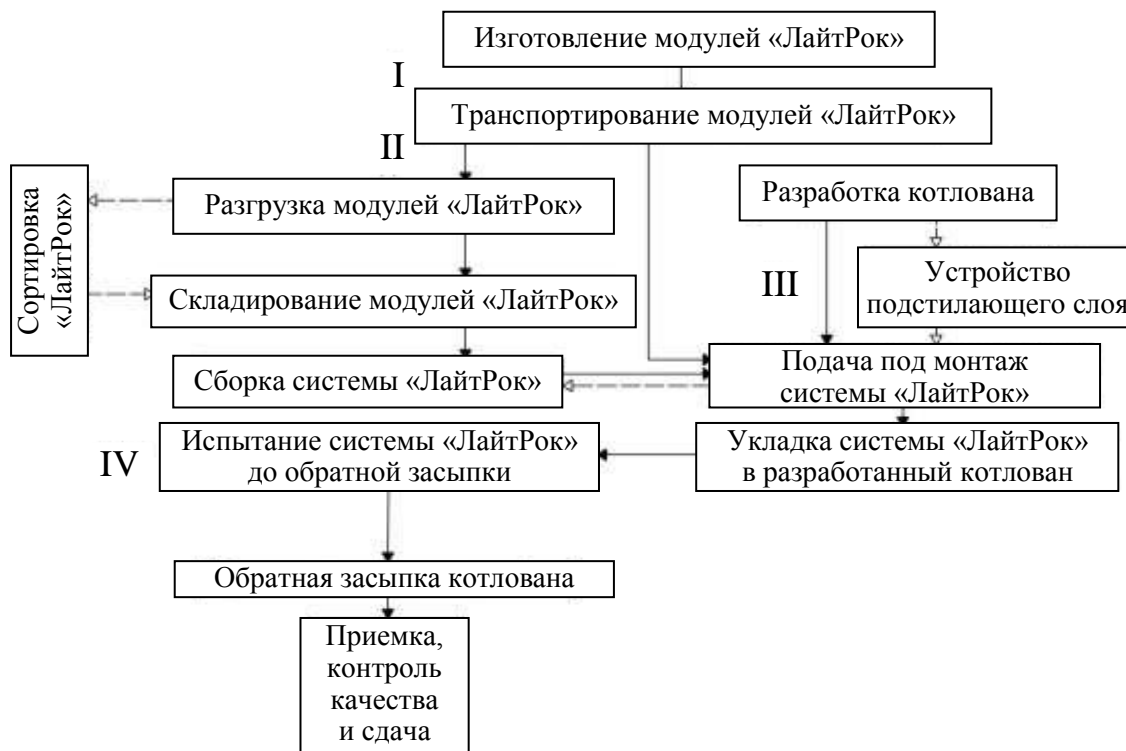


Рис. 2. Технологическая схема строительства дренажа по технологии «ЛайтРок»

Преимущества системы «ЛайтРок»:  
 точность монтажа благодаря незначительной массе;  
 возможность установки блоков в течение одной рабочей смены;  
 способность выдерживать массу автотранспорта;  
 возможность монтировать трубы зимой благодаря устойчивости к перепаду температур;  
 возможность огибать деревья и другие препятствия при установке системы;  
 для обслуживания не нужна спецтехника.

Структура технологической схемы по технологии «ЛайтРок»:

I – заготовительные и транспортные процессы за пределами строительной площадки;

II – подготовительные процессы для устройства системы «ЛайтРок»;

III – монтажные процессы, осуществляемые на строительной площадке;

IV – процессы, выполняемые при сдаче системы и проверяемые заказчиком.

Для технико-экономического обоснования системы «ЛайтРок» было произведено ее сравнение с классическим дренажом при устройстве постоянной дренажной системы муниципального бюджетного общеобразовательного учреждения в г. Твери. По совокупности факторов площадка отнесена ко II категории сложности инженерно-геологических условий, по степени опасности процессов площадка характеризуется простыми условиями с умеренно опасными процессами, нормативная глубина сезонного промерзания грунтов под оголенной от снега площадкой для песка составляет 1,44 м, для суглинка – 1,18 м, грунтовые воды открытого типа со слабонарушенным, условно установившимся режимом.

В расчет стоимости входит только устройство дренажной системы, без учета монтажа смотровых колодцев.

Результаты технико-экономического обоснования устройства дренажной системы «ЛайтРок» приведены в таблице.

Основные технико-экономические показатели

Показатель	Варианты		Экономическая эффективность, %
	Система «ЛайтРок»	Классический дренаж	
Сметная стоимость, тыс. руб.	126,03	323,03	60,98
Величина оборотных средств, тыс. руб.	141,16	361,79	60,98
Эксплуатационные затраты, тыс. руб.	2,82	9,04	68,81
Продолжительность производства работ, дней	7	7	–
Приведенные затраты, тыс. руб.	154,59	414,35	62,69
Договорная цена, тыс. руб.	157,54	403,79	60,98
Экономический эффект, тыс. руб.	3,16	–	–

По результатам технико-экономического обоснования можно сделать следующие выводы. По сравнению с классическим дренажом дренажная система «ЛайтРок» позволяет снизить:

сметную стоимость по возведению конструкций, величину оборотных средств и договорную цену на 60,98 %;

эксплуатационные затраты на 68,81 %;

приведенные затраты на 62,69 %.

В итоге экономический эффект от применения дренажной системы «ЛайтРок» составляет 3,16 тыс. руб.

Дренажная система «ЛайтРок», помимо преимуществ, приведенных выше, показывает отличные результаты экономического сравнения ее с классическим дренажем. Кроме того, система «ЛайтРок» вносит обновленное видение технологии осушения территории.

#### **Библиографический список**

1. Кочергин С.М. Дренажные системы и очистные сооружения. М.: Стройинформ, 2007. 271 с.

2. PULS. Дренажная система ЛайтРок. Конструкция и руководство по установке. URL: <https://puls-rf.ru/drenash-light-rock/rukovodstvo-pro-montashy-drenashnoy-systemi-bez-shebny/> (дата обращения: 15.12.2019).

### **«LIGHT ROCK» DRAINAGE SYSTEM AS A PROGRESSIVE TECHNOLOGY FOR DRYING THE TERRITORY**

**Derevyanko V.V., Makarova T.Yu.**

***Abstract.** The article gives a brief description of the construction of the drainage system «Light Rock». The technological scheme of construction and a feasibility study of drainage using the «Light Rock» technology are presented.*

***Keywords:** drainage, «Light Rock», technological scheme, feasibility study.*

Об авторах:

Деревянко Владислав Валентинович – магистрант кафедры конструкций и сооружений, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», Тверь. E-mail: delfin0110@yandex.ru

Derevyanko Vladislav Valentinovich – Master Student of the Department of Construction and Structures, Tver State Technical University, Tver. E-mail: delfin0110@yandex.ru

Макарова Татьяна Юрьевна – доцент кафедры конструкций и сооружений, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», Тверь. E-mail: Makarovatyu73@mail.ru

Makarova Tatiana Iurevna – Associate Professor of the Department of Constructions and Structures, Tver State Technical University, Tver. E-mail: Makarovatyu73@mail.ru

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗОЛОШЛАКОВЫХ ОТХОДОВ ТЭЦ В ЗОЛОЦЕМЕНТНЫХ КОМПОЗИТАХ ДЛЯ ДОРОЖНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

Мусатов В.М., Петушков В.С., Петропавловская В.Б.

© Мусатов В.М., Петушков В.С.,  
Петропавловская В.Б., 2021

***Аннотация.** В статье рассказывается об актуальной проблеме использования золошлаковых отходов ТЭЦ в качестве компонентов строительных материалов. Изучены возможность применения кислой золы (золы гидроудаления) в качестве составляющей золоцементных композитов в дорожном строительстве, а также использование золошлаковых материалов в дорожном строительстве за рубежом. Проанализирована и представлена существующая нормативно-правовая база применения золошлаковых отходов в дорожно-строительной сфере РФ.*

***Ключевые слова:** зола гидроудаления, шлак, кислая зола, зола, композит, золоцемент, дорожное строительство.*

Проблема использования золошлаковых материалов (ЗШМ), образующихся гидроудалением на ТЭЦ при сжигании угля, остается нерешенной и по сегодняшний день. На ТЭЦ при сжигании горючего образуются твердые отходы двух видов: зола уноса и золошлак. Примерно 80 % ценной минеральной части сырья преобразуется в золу уноса, улавливаемую в циклонах и на электрофильтрах, а до 20 % – переходит в золошлак. Далее золу и шлак путем гидроудаления перемещают в золоотвалы, где они находятся на открытом воздухе и занимают огромные площади [1, с. 255]. Только в отвалах одной Тверской ТЭС общие запасы золы составляют порядка 4 млн тонн [2]. Схожая ситуация с переизбытком отходов наблюдается во многих регионах нашей страны [3–5].

Золошлаковые материалы с точки зрения рационального природопользования представляют собой недоиспользованное сырье [1, 2]. Согласно литературным данным, при сжигании каменного угля на ТЭС вместе с золой выбрасывается больше металлов, чем их добывается в природе [7]. Такое сырье по своим качественным показателям является уникальным, так как содержит Al, Fe, O, Ca, Ti, Mg, S, K, Na [4, 8].

О необходимости применения золошлаковых отходов написано достаточно много работ. Их авторы предлагают разные способы решения вопроса с переизбытком ЗМШ [8]. Одним из наилучших путей решения существующей проблемы является использование ЗШМ в дорожном

строительстве [5]. Дорожно-строительная отрасль могла бы стать основным потребителем топливных золошлаков, где такого рода отходы будут использоваться в качестве исходного материала для сооружения насыпей земляного полотна; материала для дорожного основания (неукрепленные золошлаковые смеси (ЗШС)); компонента дренирующих слоев; малоактивной гидравлической добавки в сочетании с цементом (укрепленные ЗШС) для грунтов на дорогах III–V категорий [5]. Неукрепленные золошлаковые смеси используются как материал для устройства подстилающих и нижних слоев оснований дорог областного и местного значения. Применение неукрепленных ЗШС является не самым эффективным способом строительства, так как за счет укрепления цементом, известью, молотым гранулированным доменным шлаком или известково-шлаковым вяжущим можно повысить модуль деформации, позволяя уменьшить толщину оснований и снизить расход на материалы и на их транспортирование [8].

В укрепленных ЗШС, обработанных цементом или известью, при достаточной температуре и влажности образуются гидросиликаты кальция, вызывающие эффект упрочнения [8]. Такие ЗШС получают в смесителях на заводах или непосредственно на дороге. Работы ведут при температуре воздуха не ниже 10 °С. Для предотвращения испарения воды из смесителей после уплотнения их защищают битумной эмульсией или другими пленкообразующими составами. В зависимости от затрат на транспортировку стоимость строительства таких оснований дорог при замене щебня на ЗШС может быть снижена на 50–75 % [8].

В Европе побочные продукты сжигания угля (ППСУ) главным образом используются для замещения природных материалов при производстве строительных материалов, в гражданском и дорожном строительстве, при строительстве шахт, а также с целью рекультивации и восстановления карьеров. Большинство образовавшихся ППСУ удовлетворяют определенным требованиям стандартов или других предписаний для их утилизации в определенных направлениях.

Использование ППСУ имеет несколько экологических и технических преимуществ. Уровень использования ППСУ в Европе с годами повышался. Прежде всего, он основан на выполнении требований стандартов или других предписаний, которые подвергаются постоянной проверке комитетом ЕС по стандартизации (CEN) или национальными органами власти [9].

Что касается использования ЗШМ в дорожно-строительной отрасли, то исследования по применению ЗШС из отвалов ТЭС доказали их пригодность для сооружения насыпей и устройства оснований дорожных одежд, которые должны находиться на глубине не менее 40 см от поверхности покрытия в связи с их недостаточной морозоустойчивостью [10].

Уже на сегодняшний день и в РФ существует определенная нормативно-правовая база использования ЗШМ в дорожном строительстве. Например, стандарт [10], который является обновленной версией [6] и распространяется на ЗШС, образующиеся на ТЭС при совместном удалении золы и шлака или механическим способом (пневмотранспортом) в золоотвал в процессе сжигания углей и представляющие собой вторичные минеральные ресурсы (ВМР), применяемые в качестве сырья для изготовления различных строительных материалов. Стандарт [11], в отличие от устаревшего стандарта [6], применяется и в дорожно-строительной отрасли, например он ссылается на стандарт [12], который распространяется на щебеночно-гравийно-песчаные смеси и грунты, обработанные неорганическими вяжущими материалами, применяемые для устройства оснований и их дополнительных слоев, а также покрытий автомобильных дорог и аэродромов. В этом документе регламентируются технические требования к ЗШС (п. 4.2 [12]), к вяжущим веществам, в том числе и к цементам (п. 4.3 [12]), а также регламентируются правила приемки, транспортирование, методы контроля и хранение укрепленных грунтов. Согласно п. 3.2 [13], в готовых смесях для устройства оснований, их дополнительных слоев и покрытий недостаток частиц размером менее 0,05 мм допускается восполнять путем смешения готовой смеси с суглинками, пылеватыми песками и отходами промышленного производства (например, ЗШС).

Можно сделать вывод, что на сегодняшний день ЗШМ имеют все основания занять нишу в ряду дорожно-строительных материалов за счет наличия хорошей нормативно-правовой базы по их применению, основанной на проведенных исследованиях в данной области (в РФ и за рубежом).

Введение эффективных золоцементных композитов на основе золошлаковых отходов ТЭС в практику дорожного строительства позволит:

- снизить экономический ущерб от загрязнения окружающей среды золошлаковыми отходами;

- наиболее рационально с точки зрения природопользования перераспределить имеющиеся ресурсы;

- расчистить огромные площади, которые на данный момент времени отведены под золоотвалы;

- расширить базу местных возобновляемых дорожно-строительных материалов;

- снизить потребление дорогостоящих традиционно применяемых вяжущих материалов;

- оптимизировать затраты на грузоперевозки с учетом перспективного плана развития автодорог.

### **Библиографический список**

1. Шпирт М.Я. Безотходная технология. Утилизация отходов добычи и переработки твердых горючих ископаемых. М.: Недра, 1986. 254 с.
2. Kharitonov A., Smirnova O. Optimization of repair mortar used in masonry restoration // *Spatium*. 2019. № 8. P. 456–468.
3. Петропавловская В.Б., Новиченкова Т.Б., Бурьянов А.Ф. О влиянии активации торфяных зол на свойства композиционных цементов // *Сухие строительные смеси*. 2012. № 4. С. 26–27.
4. Адеева Л.Н., Борбат В.Ф. Зола ТЭЦ – перспективное сырье для промышленности // *Вестник Омского университета*. 2009. № 2 (52). С. 141–151.
5. Федорова Н.В., Шафорост Д.А. О возможности использования золошлаковых отходов тепловых электростанций в дорожном строительстве Ростовской области // *Экология промышленного производства*. 2014. № 3 (87). С. 15–19.
6. ГОСТ 25592-91. Смеси золошлаковые тепловых электростанций для бетонов. Технические условия. М.: Изд-во стандартов, 1991. 14 с.
7. Соловьев Л.П., Пронин В.А. Утилизация зольных отходов тепловых электростанций // *Фундаментальные исследования*. 2011. № 3. С. 40–42.
8. Дворкин Л.И., Дворкин О.Л., Чорная И.В. Бетоны на цементно-пылешлаковом вяжущем низкой водопотребности // *Технологии бетонов*. 2013. № 3 (80). С. 18–21.
9. Фойерборн Х.-Дж. Угольная зола в Европе – юридические и технические требования по применению // *Золошлаки ТЭС: удаление, транспорт, переработка, складирование*. 2010. С. 22–28.
10. Скринецкая И.В., Романов В.Ю. Использование породных отвалов в дорожном строительстве // *Збірка доповідей IV регіональної конференції «Комплексне використання природних ресурсів»*. Донецк: ДонНТУ, 2011. С. 73–76.
11. ГОСТ 25592-2019. Смеси золошлаковые тепловых электростанций для бетонов. Технические условия. М.: Стандартинформ, 2019. 16 с.
12. ГОСТ 23558-94. Смеси щебеночно-гравийно-песчаные и грунты, обработанные неорганическими вяжущими материалами, для дорожного и аэродромного строительства. Технические условия. М.: Стандартинформ, 2005. 14 с.
13. ГОСТ 25607-2009. Смеси щебеночно-гравийно-песчаные для покрытий и оснований автомобильных дорог и аэродромов. Технические условия. М.: Стандартинформ, 2010. 10 с.



## USE OF CHPP ASH WASTE IN ASH-CEMENT COMPOSITES FOR ROAD CONSTRUCTION

**Musatov V.M., Petushkov V.S., Petropavlovskaya V.B.**

***Abstract.** The article tells about the actual problem of using ash and slag waste from thermal power plants as components of building materials. The possibility of using acid ash (hydro removal ash) as a component of ash-cement composites in road construction was studied. The use of ash and slag materials in road construction abroad has been studied. The existing regulatory and legal framework for the use of ash and slag waste in the road construction sector of the Russian Federation is analyzed and presented.*

***Keywords:** Ash of hydraulic removal, slag, acid ash, ash, composite, ash cement, road construction.*

Об авторах:

Мусатов Владимир Михайлович – студент инженерно-строительного факультета, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», Тверь. E-mail: musatov-1999@mail.ru

Musatov Vladimir Mikhailovich – Student of the Engineer Construction Faculty, Tver State Technical University, Tver. E-mail: musatov-1999@mail.ru

Петушков Владимир Сергеевич – студент инженерно-строительного факультета, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», Тверь.

Petushkov Vladimir Sergeevich – Student of the Engineer Construction Faculty, Tver State Technical University, Tver.

Петропавловская Виктория Борисовна – канд. техн. наук, профессор кафедры производства строительных изделий и конструкций, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», Тверь.

Petropavlovskaya Victoria Borisovna – Candidate of Technical Sciences, Professor of the Department of Production of Building Products and Structures, Tver State Technical University, Tver.

## ПРОБЛЕМА ВЫРАВНИВАНИЯ ПОВЕРХНОСТИ ТОРФЯНОЙ КАРТЫ

Парфугина И.В.

© Парфугина И.В., 2021

***Аннотация.** Рассматривается проблема выравнивания поверхности торфяной карты. Определена необходимость создания машины с переменной продольной базой. Целью работы является изучение влияния регулирования длины продольной базы шнекового профилировщика-планировщика на степень выравнивания поверхности торфяной карты с помощью компьютерного моделирования. В результате компьютерного эксперимента определяется оптимальная продольная база для конкретного профиля.*

***Ключевые слова:** планировщик-профилировщик, торфяная карта, корреляционная функция, компьютерное моделирование.*

Рельеф поверхности эксплуатируемых торфяных залежей влияет на технологические показатели добычи фрезерного торфа и качество торфяной продукции [1]. Профиль поверхности влияет на равномерность хода, нагрузку трансмиссии, проходимость торфяных машин. Профилирование поверхности карт осуществляется шнековым профилировщиком МТП-52.

При подготовке торфяных месторождений и в процессе эксплуатации производственных площадей возникает необходимость планировки поверхности, выравнивания неровностей на поверхности карт, отрицательно влияющих на технологический процесс. Планировка поверхности заключается в создании ровной, без выступающих неровностей и впадин горизонтальной поверхности. Для этого была создана машина МТП-53.

Цель работы – изучение влияния регулирования длины продольной базы шнекового профилировщика-планировщика на степень выравнивания поверхности торфяной карты с помощью компьютерного моделирования. Для описания рельефа поверхности были проведены работы по выявлению характеристик профиля поверхности торфяных залежей [2].

Исследования показали, что ординату продольного профиля карты можно считать стационарной нормально распределенной случайной функцией расстояния. Характеристиками профиля являются математическое ожидание ординаты профиля  $m_y$ , дисперсия ординаты  $D_y$  и корреляционная функция  $k_y(l)$ . Фактически характеристика профиля – корреляционная функция, так как математическое ожидание характеризует только

положение средней линии профиля, а дисперсия  $D_y$  равна значению корреляционной функции  $k_y(l)$  при  $(l) = 0$ .

Корреляционная функция продольных профилей торфяных полей хорошо аппроксимируется затухающей косинусоидой:

$$k_y(l) = D_y e^{-\alpha l} \cos(\beta l), \quad (1)$$

где  $D_y$  – дисперсия ординаты профиля;  $\alpha$  – коэффициент затухания, 1/м;  $l$  – аргумент, м;  $\beta$  – круговая частота колебаний корреляционной функции, 1/м.

При этом стандарт ординаты профиля (среднее квадратическое отклонение) изменяется в пределах от 0,015 до 0,065 м (при среднем значении около 0,025 м). Значения коэффициента затухания  $\alpha$  изменяются в пределах от 0,041 до 0,91 1/м. Круговая частота колебаний корреляционной функции  $\beta$  варьируется в пределах от 0,19 до 0,83 1/м.

Корреляционный анализ данных показал, что математическое ожидание круговой частоты колебаний корреляционной функции  $\beta$  равно 0,507, а математическое ожидание коэффициента затухания  $\alpha$  равно 0,188. При этом между величинами  $\alpha$  и  $\beta$  имеется достаточно тесная корреляционная зависимость (коэффициент корреляции  $r = 0,93$ ), которая представляется уравнением

$$\alpha = -0,054 + 0,477\beta. \quad (2)$$

Для такой зависимости есть определенные основания. При прочих равных условиях большей частоте  $\beta$  соответствует более быстрое изменение значения корреляционной функции с изменением аргумента. Более быстрое изменение значения корреляционной функции в общем случае связано с ее более быстрым затуханием: в нашем случае с большим  $\alpha$ .

Таким образом, согласно уравнению (2), значение  $\alpha$  может быть определено через значение  $\beta$ . Следовательно, в некоторых случаях можно полагать, что корреляционная функция продольных профилей карт (1) фактически определяется двумя параметрами – дисперсией ординаты профиля  $D_y$  (или стандартом ординаты профиля  $\sigma_y$ ) и частотой колебания корреляционной функции  $\beta$ .

Выравнивающая способность планировщика характеризуется величиной отношения стандарта ординаты профиля после его обработки фрезером  $\sigma_y$  к стандарту ординаты исходного профиля  $\sigma_F$ :

$$O_T = \frac{\sigma_y}{\sigma_F}.$$

На стадии проектирования определение показателя  $O_T$  возможно при использовании комплекта компьютерных программ MODFUNK2 и MODFRES4, созданных на кафедре технологических машин и оборудования ТвГТУ. При этом свойства обрабатываемой поверхности задаются с использованием результатов экспериментальных исследований [2]. Сте-

пень выравнивания поверхности торфяной карты зависит от длины продольной базы шнекового планировщика-профилировщика. Для каждого профиля существует оптимальная продольная база. Это определяется в результате компьютерного эксперимента.

#### **Библиографический список**

1. Антонов В.Я., Копенкин В.Д. Технология и комплексная механизация разработки торфяного производства. М.: Недра, 1983. 288 с.
2. Сеницын В.Ф., Копенкина Л.В. Компьютерные технологии в проектировании: лабораторный практикум. Тверь: ТвГТУ, 2020. 112 с.

### **THE PROBLEM OF LEVELING THE SURFACE OF A PEAT MAP**

**Parfugina I.V.**

***Abstract.** The problem of leveling the surface of a peat field is considered. The necessity of creating a machine with a variable longitudinal base is determined. The aim of the scientific work is to study the effect of adjusting the length of the longitudinal base of the auger profiler-planer on the degree of leveling of the surface of the peat field using computer modeling. As a result of a computer experiment, the optimal longitudinal base for a specific profile is determined.*

***Keywords:** scheduler-profiler; peat field; correlation function; computer modelling.*

Об авторе:

Парфугина Ирина Викторовна – магистрант кафедры технологических машин и оборудования, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», Тверь. E-mail: labelin.bar.ru@gmail.com

Parfugina Irina Viktorovna – Master Student of the Department of Technological Machines and Machinery, Tver State Technical University, Tver. E-mail: labelin.bar.ru@gmail.com

Научный руководитель – Копенкина Любовь Владимировна, канд. техн. наук, доцент кафедры технологических машин и оборудования, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», Тверь.

Research manager – Kopenkina Lyubov Vladimirovna, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Technological Machines and Equipment, Tver State Technical University, Tver.

## ОЧИСТКА ДЫМОВЫХ ГАЗОВ. ПОЛУЧЕНИЕ СЕРОГИПСА

Петушков В.С., Мусатов В.М., Петропавловская В.Б.

© Петушков В.С., Мусатов В.М.,  
Петропавловская В.Б., 2021

*Аннотация.* В статье охарактеризованы различные методы и аппараты, позволяющие проводить очистку дымовых газов с получением конечного продукта в виде гипсовых вяжущих, которые могут быть доведены до готового товарного гипса высокого качества. Рассмотрены процессы десульфатизации дымовых газов. Отдельно отмечены свойства получаемых материалов. Также был проведен анализ загрязнений предприятиями окружающей среды выбросами дымовых газов, содержащих диоксида серы, и последствия данных загрязнений для экологии в целом.

**Ключевые слова:** оксиды серы, диоксиды серы, десульфатизация дымовых газов, золоулавливание, мокрая сероочистка, сухая сероочистка, насадочные абсорберы, пенные абсорберы, абсорберы Вентури, скрубберы.

### Актуальность проблемы

В настоящее время при расширении тяжелой промышленности все больше загрязняется атмосфера за счет выбросов дымовых газов в окружающую среду [1–4]. Наибольшую же опасность представляют сернистые соединения. Ежегодно только в нашей стране в окружающую среду попадает порядка 38 млн тонн диоксида серы [1]. По большей части это происходит в результате деятельности цветной металлургии при выплавке металлов из руд [3], а также в процессе работы теплоэлектростанций (ТЭС) [1], во время работы транспорта.

Современные ТЭС, потребляющие в сутки до 20 тыс. тонн угля, выбрасывают в окружающую среду четверть всей угольной пыли промышленных предприятий, две трети сернистого ангидрида, более 90 тонн золы и сажи, около 600 тонн оксидов серы и азота, что ведет к появлению кислотных дождей, закислению почвы, воды и воздуха и наносит непоправимый вред всей экологии загрязняемых территорий [1–3], особенно вблизи предприятий и на территориях больших городов [5].

Поэтому проблема очистки дымовых газов как никогда является актуальной.

## **Методы очистки дымовых газов**

Существует много методов газоочистки [7–10, 11–13], но выделяют главные их направления [1]:

- 1) мокрую сероочистку (или десульфаризацию дымовых газов), когда в качестве сорбентов выступают соединения аммиака, суспензии доломита или извести, а сам процесс происходит в скрубберах;
- 2) сухую очистку (обычно используют сухие сорбенты, например сухой известняк) в аппаратах-адсорберах;
- 3) мокросухую очистку, когда происходит доулавливание сернистых соединений фильтрами.

Наиболее перспективным является мокрый известняковый метод. Он достаточно доступен за счет применения в качестве абсорбентов суспензий мела и известняка (легко добываются и не вызывают больших затрат), а полученный в результате десульфаризации серогипс может быть использован для получения гипсовых вяжущих [8].

Мокрая сероочистка на данный момент времени является одной из самых эффективных по всему миру [7]. Такой метод решает экологическую проблему закисления водных и воздушных пространств загрязняемых территорий дымовыми газами, к тому же сам процесс почти полностью безотходен, что позволяет применять его вблизи населенных пунктов [8].

Изучением вопроса переработки гипсосодержащих отходов в гипсовые вяжущие занимались многие известные ученые, например В.В. Иванникий, Х.С. Воробьев, П.Ф. Гордашевский, С.Н. Стонис и др.

Д.А. Шихов самостоятельно исследовал данный вопрос и написал диссертацию по получению серогипса из гипсовых вяжущих [8]. Он отдельно отмечал переработку серогипса с помощью гидротермальной обработки в автоклаве на высокопрочное гипсовое вяжущее как самую экономически выгодную и передовую технологию – ведь при обжиговом способе на тонну вяжущего затрачивается почти в два раза больше топлива, чем в автоклавном.

## **Аппараты и оборудование**

Есть много разновидностей аппаратов, используемых при мокром известняковом методе, – абсорберов, но основными в зависимости от устройства являются насадочные, пенные и абсорберы Вентури.

Подбор абсорбера должен производиться на основании расчетов и моделирования осуществляемого процесса. Чаще всего применяют насадочные абсорберы [12, 13].

В абсорберах поверхностью контакта газа и жидкости является пленка жидкости, которая стекает по поверхности насадки (выполняется в виде сплошной загрузки объема абсорбера телами различной формы). Так как соприкосновение газа с жидкостью происходит на смоченной поверхности насадки, интенсивность процесса очистки меняется в соответ-

ствии с удельной поверхностью, зависящей в свою очередь от формы и размеров применяемых насадочных материалов [14].

В настоящий момент существуют разновидности модификаций процесса очистки дымовых газов от оксидов серы на основе известняка и извести [14, 15]. Например, возможен ввод части известняка в топку котла и мокрое доулавливание  $SO_2$  в абсорберах. Для таких систем характерны сильное загрязнение поверхностей нагрева воздухоподогревателей и занос абсорберов отложениями. Имеются и другие модификации известково-известняковых методов очистки дымовых газов [11–13].

Кроме распространенности и высокого коэффициента полезного действия всех рассмотренных методов, у них есть и довольно существенные недостатки, например большие объемы занимаемой площади, дорогостоящее обслуживание и сложности при эксплуатации.

Однако данное направление является довольно перспективным [16]. Мокрый известковый метод уже применяется во многих передовых странах мира. Так, например, в США, Германии, Японии, Австрии внедрение в эксплуатацию ТЭС без модуля сероочистки дымовых газов не представляется возможным.

### **Заключение**

Таким образом, современные технологии сероочистки позволяют эффективно и при минимальных капитальных вложениях очищать дымовые газы ТЭС от диоксида серы, сводить к минимальным значениям вредное влияние тепловой угольной энергетики на окружающую среду через кислотные дожди и осаждаемые тяжелые металлы, а также получать сырье для производства экологически безопасных строительных материалов и изделий [17] в утилизируемой форме, используемых в том числе для получения безобжиговых строительных материалов [18]. В этом аспекте особенно эффективен мокрый известняковый способ очистки с получением в результате готовых гипсовых вяжущих.

### **Библиографический список**

1. Ежова Н.Н., Власов А.С., Делицын Л.М. Современные методы очистки дымовых газов // Экология промышленного производства. 2006. № 2. С. 50–57.
2. Palige J., Chmielewski A.G. Some aspects of the destructive impact of fossil fuel combustion and mining on the environment // Elec., Health and Environ.: Compar. Assess. Support Decis. Making: Proc. Symp., Vienna, 16–19 Oct. 1995. Vienna, 1996. P. 810–817.
3. Немировский М.С., Лебедской-Тамбиев М.А. Новый процесс получения серы из диоксида серы на примере очистки дымового газа металлургического завода // Химическая промышленность сегодня. 2013. № 1. С. 22–28.

4. Белосельский Б.С. Пути и перспективы защиты атмосферы от вредных газовых выбросов тепловых электростанций // Изв. Акад. пром. экол. 1997. № 4. С. 49–54.

5. Риккер Ю.О., Кобылкин М.В. Обзор современных технологий очистки дымовых газов ТЭС от окислов серы // Энергетика в современном мире: VIII Международная заочная научно-практическая конференция. Чита: Забайкальский государственный университет, 2017. С. 92–96.

6. Калинина А.С., Романович Д.А., Тринченко А.А. Современное состояние проблемы сероочистки дымовых газов тепловых электрических станций // Труды Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого. 2013. № 515. С. 45–50.

7. Котлер В.Р. Успехи и проблемы энергетиков США в области экологии // Электрические станции. 2002. № 12. С. 71–73.

8. Шихов Д.А., Иваницкий В.В. Производство высокопрочного гипсового вяжущего на основе сероочистки дымовых газов ТЭС. Пермь: Пермский политехнический институт, 1992. 13 с. Деп. в ВНИИНГПИ.

9. Михеенков М.А., Кабилов И.Ж., Михеенков В.М. Разработка гидравлического гипса с добавкой цементов, содержащих сульфатированные клинкерные фазы // Вестник МГСУ. 2012. № 5. С. 107–113.

10. Булычев Г.Г. Смешанные гипсы. Производство и применение в строительстве. М.: Госстройиздат, 1952. 132 с.

11. Шмиголь И.Н., Ольшанский Ю.П. Сероочистка дымовых газов для тепловых электростанций России. М.: ИУЭ ГУУ, 2006. 92 с.

12. Газаров Р.А., Широков В.А., Дятлов В.А. Снижение выбросов оксидов азота в выхлопных газах газотурбинных ТС // Газовая промышленность. 1993. № 4. С. 23–29.

13. Комиссаров К.Б., Тарасовский А.В., Гарин В.М. Установка поглощения газовых выбросов с предварительной обработкой газового потока в струйном аппарате // Труды науч.-техн. конф. «Транспорт-2002». Ростов н/Д: Ростовский государственный университет путей сообщения, 2002. С. 89–95.

14. Гребнева Т.И., Петрикеев Д.С., Карпов Л.Д. Концентрация оксидов азота и оксидов серы в тепловых выбросах технологических схем очистки дымовых газов котельных установок. Воронеж: Воронежский государственный технический университет, 2012.

15. Расчет выбросов загрязняющих веществ при сжигании топлива в котлоагрегатах котельных: метод. пособие. URL: <http://www.portal.tpu.ru> (дата обращения: 20.11.2020).

16. Адеева Л.Н., Борбат В.Ф. Зола ТЭЦ – перспективное сырье для промышленности // Вестник Омского университета. 2009. № 2. С. 141–151.

17. Kharitonov A., Smirnova O., Vilenskii M. Principles of green architecture for the historical part of Saint-Petersburg // Urbanism Architecture Constructions, 2019. № 10 (2). P. 103–112.



18. Гранулометрический состав как критерий регулирования свойств дисперсных систем / В.Б. Петропавловская, Т.Б. Новиченкова, В.В. Белов, А.Ф. Бурьянов // Строительные материалы. 2013. № 1. С. 64–65.

## FUME GAS CLEANING. OBTAINING SEROGYPSUM

**Petushkov V.S., Musatov V.M., Petropavlovskaya V.B.**

***Abstract.** The article describes the methods and devices that allow cleaning flue gases to obtain the final product in the form of gypsum binders, which can be brought to a ready-made high-quality commercial gypsum. The processes of flue gas desulfurization are considered. The properties of the materials obtained are noted separately. An analysis was also carried out on environmental pollution by enterprises with emissions of flue gases containing sulfur dioxide, and the consequences of these pollution for the environment in general.*

***Keywords:** sulfur oxides, sulfur dioxides, flue gas desulfurization, ash collection, wet desulfurization, dry desulfurization, packed absorbers, foam absorbers, absorbers Venturi, scrubbers.*

Об авторах:

Петушков Владимир Сергеевич – студент инженерно-строительного факультета, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», Тверь. E-mail: 777Volodya7777@mail.ru

Petushkov Vladimir Sergeevich – Student of the Engineer Construction Faculty, Tver State Technical University, Tver.

Мусатов Владимир Михайлович – студент инженерно-строительного факультета, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», Тверь. E-mail: musatov-1999@mail.ru

Musatov Vladimir Mikhailovich – Student of the Engineer Construction Faculty, Tver State Technical University, Tver. E-mail: musatov-1999@mail.ru

Научный руководитель – Петропавловская Виктория Борисовна, канд. техн. наук, профессор кафедры производства строительных изделий и конструкций, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», Тверь.

Research Manager – Petropavlovskaya Victoria Borisovna, Candidate of Technical Sciences, Professor of the Department of Production of Building Products and Structures, Tver State Technical University, Tver.

# СЕКЦИЯ 3. ПРОИЗВОДСТВО СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ, СТРОИТЕЛЬСТВО И СТРОИТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 666.972.5

## РЕМОНТНЫЕ БЕТОННЫЕ СМЕСИ, МОДИФИЦИРОВАННЫЕ ПРЕМИКСАМИ

Джабаров А.С., Белов В.В.

© Джабаров А.С., Белов В.В., 2021

***Аннотация.** В статье сделан краткий обзор сухих строительных смесей ремонтного назначения, рассмотрен способ механоактивации смеси. Приведены результаты испытаний полученного материала на прочность при сжатии.*

***Ключевые слова:** премиксы, ремонтные составы, механоактивация, алюмосиликатные микросферы, морозостойкость, водонепроницаемость, коррозионная стойкость.*

### **Введение**

Здания и сооружения на протяжении всего периода эксплуатации постоянно подвергаются механическим и физическим воздействиям окружающей среды, а также химическим и физико-химическим процессам. Такие воздействия со временем могут привести к разрушениям материалов.

Исследователи считают, что разрушение сооружений в основном происходит по причине несоблюдения технологии укладки бетонной смеси. Также разрушение может произойти из-за процессов морозной деструкции [1] и в результате их естественного старения. Все это приводит к частичному или полному разрушению не только отделочных материалов, но и несущих элементов [2]. Можно согласиться с такими выводами исследователей, однако нужно добавить, что разрушение зависит еще от множества других факторов, например макро-, микро-, наноструктуры бетона, качества используемых материалов, состава бетонной смеси, ухода за бетоном во время и после формирования структуры и др.

С недавних пор для проведения ремонтных работ используют современные материалы, среди которых следует особо выделить ремонтные сухие смеси. Их используют для восстановления геометрических и эксплуатационных качеств искусственных каменных материалов, изделий и конструкций. Такие смеси находят применение в различных условиях

эксплуатации – наземных и подземных, надводных и подводных под высоким давлением.

Сухие смеси представляют собой многокомпонентные системы, приготовленные в заводских условиях. Смесь такого типа включает в себя вяжущее вещество, фракционированные заполнители, комплекс модифицирующих добавок и наполнители различной дисперсности. Набор компонентов составляется и строго дозируется для выполнения определенного вида строительных и ремонтных работ.

Применение пластифицирующих добавок позволяет улучшить реологические свойства бетонной смеси. Введение эфиров целлюлозы и крахмала (загустителей) позволяет избежать расслоения и седиментации. Использование редиспергируемых полимерных порошков повышает адгезию и когезию растворов, улучшает их трещино- и износостойкость. По словам авторов [2], тонкодисперсные микронаполнители способны адсорбировать воду из смеси и отдавать ее по мере необходимости при протекании химических реакций с участием воды. В работе [3] говорится о способности таких наполнителей снижать величины коэффициента линейного температурного расширения затвердевшего камня. Микронаполнитель может адсорбировать воду за счет развитой площади поверхности и снижать коэффициент линейного температурного расширения, так как наполнитель способствует повышению плотности, соответственно снижается при этом пористость материала.

Эффективность минеральных наполнителей можно повысить совместным помолом с поверхностно-активным веществом [2]. В работе [4] указывается, что при совместной работе суперпластификатора и тонкодисперсной минеральной добавки значительно уменьшается нормальная плотность цементного теста.

При выполнении ремонтных работ, в зависимости от вида материала, использованного при возведении зданий и сооружений, необходимо выбирать соответствующую смесь, чтобы обеспечить их совместимость [5]. Структура поверхностного слоя имеет отличия от внутреннего, в частности обладает излишней энергией молекул и атомов, которая создает силовое поле, втягивающее внутрь поверхностные частицы, и образует поверхностное напряжение. Таким образом, структура поверхностного слоя нестабильна, так как постоянно находится в напряженно-упругом состоянии и взаимодействует с окружающей средой. Такое свойство поверхностного слоя говорит о его высокой потенциальной энергии и активной химической реактивности в сравнении с внутренним слоем материала [6].

Основным ремонтным составом в большинстве случаев является мелкозернистый бетон, посредством которого можно осуществлять различные ремонтные работы, в том числе заполнение трещин, сколов,

выбоин. Кроме того, мелкозернистый бетон можно применять при формировании изделий, конструкций различными методами [4].

В работе [7] автором предложена смесь для гражданско-промышленного назначения, в частности для ремонтных работ. Она включает в себя:

цемент (25,0–40,0 масс. %);

песок (5,0–30,0 масс. %);

модификаторы (0,2–2,0 масс. %);

активную минеральную добавку, содержащую алюмосиликатные микросферы (ценосферы), аморфный диоксид кремния (микрокремнезем) и высококальциевую золу (35,0–60,0 масс. %);

воду (вся оставшаяся часть).

В работе [8] на начальном этапе были изучены процессы структурообразования цементной матрицы с зольными микросферами (ЗМС). На втором этапе исследований была выполнена механоактивация ЗМС путем помола в шаровой мельнице. В ходе проведения работы авторы заметили, что наиболее активно процесс проявляется в первые 6 суток после начала взаимодействия ЗМС с  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  и что реакция на границе раздела цементная матрица – ЗМС преимущественно протекает в ранние сроки твердения.

Активированная поверхность разрушенных при активации зольных сфер выполняет роль подложки для формирования гидросиликатов и гидроалюминатов кальция [8]. Это говорит о том, что повышается структурная плотность и улучшаются свойства материала, содержащего цемент.

Таким образом, полученные авторами результаты, при применении в бетоне механоактивированных частиц 15 % от массы цемента, показали достаточно хорошие результаты, т. е. марка по водонепроницаемости повысилась с W10 до W16, прочность достигла 75 МПа, а морозостойкость повысилась на две ступени [8].

В работе [9] показана поэтапная механоактивация, отличающаяся от представленной выше. На первом этапе осуществляется активация функциональных добавок на микронном уровне. На втором этапе происходит совместное разрушение и механоактивация вяжущих, заполнителей и механоактивированных функциональных добавок. Активация в работе осуществляется в виброцентробежных (планетарных) мельницах.

Механоактивированный премикс включает в себя:

микрокремнезем (0,1–30,0 масс. %);

пластификатор (0,5–3,0 масс. %);

доломитовую, или известняковую, муку (40,0–92,0 масс. %);

водорастворимый эфир целлюлозы (0,1–3,0 масс. %) / суперпластификатор (0,5–2,0 масс. %) / редисперсионный порошок (0,3–24 масс. %) / нанодобавку (0,0001–0,0005 масс. %);

пигмент (до 5 % от массы вяжущего вещества) [9].

Применяемая в работе [9] методика, в отличие от описываемой в [8], имеет преимущества в том, что достигается высокая однородность смеси за счет двухэтапной активации – перемешивания. Однако энергозатраты при такой активации значительно выше.

### **Методы исследования и материалы**

В рамках данной работы были изготовлены и испытаны на прочность при сжатии образцы с размерами граней 20×20×20 мм.

Образцы изготавливались из смеси, включающей в себя:

цемент ПЦ 500-Д0-Н (1 часть);

песок строительный (3 части);

алюмосиликатные микросферы (8,5 % от объема раствора);

минеральный порошок (12,5 % от массы вяжущего вещества);

суперпластификатор С-3 (0,85 % от массы вяжущего вещества);

В/Ц (0,45).

Алюмосиликатные микросферы, минеральный порошок и суперпластификатор соединялись отдельно заранее (премикс), затем смешивались с вяжущим веществом, заполнителем и водой до однородного состояния.

Премикс был подобран с учетом того, что при взаимодействии алюмосиликатных микросфер с цементным тестом на месте стенок микросфер будут появляться новообразования и тем самым сформируется резервная пористость, повышающая морозостойкость будущего изделия. Минеральный порошок необходим для повышения плотности и, соответственно, улучшения водонепроницаемости бетона, а суперпластификатор способствует улучшению реологических свойств бетонной смеси и свойств бетона.

Изготовленные образцы находились на протяжении 28 суток в камере с влажностью не менее 90 % при температуре (20±2) °С. После образцы подвергались испытанию на прочность при сжатии (таблица).

**Результаты испытаний образцов**

№ п/п	Масса, г	Средняя плотность, кг/м <sup>3</sup>	Средняя прочность, МПа
1	18,18	2 181	64,13
2	18,42		
3	18,40		
4	18,35		
5	18,26		
6	18,45		

### **Результаты и обсуждение результатов**

В результате испытания образцов кубов была получена средняя прочность 64,13 МПа со средней плотностью 2 181 кг/м<sup>3</sup>. Эти показатели оказались выше по сравнению с полученными в работе [7] (прочностью 59,1 МПа со средней плотностью 1 363 кг/м<sup>3</sup>) при использовании схожих материалов.

## **Выводы**

В ходе данной работы был сделан краткий обзор по сухим строительным смесям ремонтного назначения; рассмотрен способ механоактивации сухой смеси в виброцентробежных мельницах; изготовлены образцы из премикса и испытаны на прочность при сжатии. Средняя прочность испытанных образцов составила 64,13 МПа; средняя плотность образцов – 2 181 кг/м<sup>3</sup>.

Бетонные смеси ремонтного назначения с высокими эксплуатационными показателями и содержанием в своем составе премиксов найдут применение при реконструкции, модернизации сооружений, где необходимы повышенные показатели по морозостойкости, водонепроницаемости и прочности, например при реконструкции водоочистных сооружений.

## **Библиографический список**

1. Коровкин М.О., Короткова А.А., Ерошкина Н.А. Ремонтные сухие строительные смеси для восстановления геометрических характеристик железобетонных конструкций // Образование и наука в современном мире, инновации. 2020. № 5 (30). С. 122–128.

2. Демиденко Е.И., Гурова Е.В. Сухие смеси для ремонтных работ // Архитектурно-строительный и дорожно-транспортный комплексы: проблемы, перспективы, инновации: материалы III Международной научно-практической конференции. Омск: Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет, 2019. С. 361–364.

3. Использование наноразмерных добавок в бетонах и строительных растворах для обеспечения адгезии при ремонтных работах / В.Ф. Хританков, А.П. Пичугин, О.Е. Смирнова, А.А. Шаталов, М.А. Пичугин // Интеллектуальные системы в производстве. 2019. Т. 17. № 1. С. 131–137.

4. Исследование удобоукладываемости ремонтной модифицированной мелкозернистой смеси / С.А. Алиев, А.А. Узаева, И.А. Габазов, Х.Н. Гуламов // Потенциал интеллектуально одаренной молодежи – развитие науки и образования: материалы VIII Международного научного форума молодых ученых, инноваторов, студентов и школьников. Астрахань: Астраханский государственный архитектурно-строительный университет, 2019. С. 181–186.

5. Красницкая А.А., Шаманов В.А. Аспекты выбора эффективных строительных смесей для ремонта и восстановления железобетонных резервуаров специального назначения // Современные технологии в строительстве. Теория и практика. 2019. Т. 2. С. 334–339.

6. Проектирование составов ремонтных смесей с учетом закона сродства структур / В.Д. Рыжих, Л.Х. Загороднюк, Д.С. Махортов, А.Д. Кожушков, А.С. Чепенко, М.С. Махартов // Природоподобные технологии строительных композитов для защиты среды обитания человека: материалы II Международного онлайн-конгресса, посвященного 30-летию

кафедры строительного материаловедения изделий и конструкций. Белгород, 2019. С. 246–250.

7. Смесь для изготовления цементосодержащего строительного материала: пат. 2708138. Рос. Федерация. Ванштейдт Любовь Дмитриевна; заявл. 18.07.2017; опубл. 04.12.2019, Бюл. № 34.

8. Зимакова Г.А., Солонина В.А., Зелиг М.П. Зольные механоактивированные микросферы – компонент высокоэффективных бетонов // Международный научно-исследовательский журнал. 2016. № 12 (54). С. 90–94.

9. Кузьмина В.П. Создание новых рецептов и технологий для производства бетона // Технологии бетонов. 2017. № 1-2. С. 26–30.

## **REPAIR CONCRETE MIXES BASED ON CEMENT, MODIFIED WITH PREMIX**

**Dzhabarov A.S., Belov V.V.**

***Abstract.** In this paper, a brief overview of dry construction mixes for repair purposes is made, and the method of mechanical activation of the mixture is considered. The results of testing the obtained material for compressive strength are given.*

***Keywords:** premixes, repair compounds, mechanical activation, aluminosilicate microspheres, frost resistance, water resistance, corrosion resistance.*

Об авторах:

Джабаров Амирджон Султонджонович – аспирант кафедры производства строительных изделий и конструкций, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», Тверь. E-mail: volnik\_amir@mail.ru

Dzhabarov Amirdzhon Sultondzhonovich – Postgraduate Student of the Department of Production of Building Products and Structures, Tver State Technical University, Tver. E-mail: volnik\_amir@mail.ru

Белов Владимир Владимирович – д-р техн. наук, профессор кафедры производства строительных изделий и конструкций, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», Тверь.

Belov Vladimir Vladimirovich – Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Production of Building Products and Structures, Tver State Technical University, Tver.

## АРХИТЕКТУРА КАК ИСКУССТВО. АНДРЕА ПАЛЛАДИО

Крылов Д.Ю.

© Крылов Д.Ю., 2021

***Аннотация.** В статье рассматриваются проблемы современной архитектуры и утраты ее значимости, а также современное отношение к ней. Исследован взгляд на доступность и значимость архитектуры для общества, с точки зрения Андреа Палладио.*

***Ключевые слова:** архитектура, проектирование, Андреа Палладио, культура.*

Отсутствие глубины в архитектуре жилых и промышленных зданий стало обыденным явлением с 1980-х гг. В настоящее время в период столь критически мыслящего и образованного общества такой тип строительства продолжает быть актуальным и экономически выгодным даже для новых, больших предприятий.

Сами того не осознавая, проезжая по центральным улицам наших городов, например на общественном транспорте, смотря в окна и едва выделяя хоть некоторую разницу стилей, мы наблюдаем в окружающих зданиях и предприятиях лишь их целевое назначение. Интересно, что это стало совершенно обыденным и уже не находит негативного или положительного отклика окружающих. Однако иногда можно увидеть то, что существенно отличается от привычной картины. И почти во всех случаях это уже ветхие и неэксплуатируемые здания из совсем другого материала, имеющие уникальную выразительность. Проезжая такие здания, хочется увидеть их в первоизданном виде, словно на старинных картинах XVII века, висящих в галерее.

Искусство необходимо нашей культуре, потому что именно оно формирует в личности глубину мышления, отношение к миру и наделяет чувством прекрасного. Так почему же сейчас в зданиях, проектируемых на годы вперед, при значительных бюджетах столь мало внимания уделяется их архитектуре?

В качестве примера значимости архитектуры и ее влияния на людей авторы рассматривали город Виченца, находящийся в 40 км от Венеции и являющийся одним из ведущих мест мирового архитектурного туризма. Причиной этому стал всего один человек – архитектор Андреа Палладио. Он родился в 1508 г. в Падуе, был простым учеником резчика по камню, а впоследствии стал им сам, но только к 30 годам начал проектировать здания. За последующие 40 лет работы Палладио спроектировал большое



количество вилл, дворцовых построек и несколько церквей [1]. Его карьера включала множество взлетов и падений, но философию, которую он нес в своем стиле, мы хотим представить как ключевую идею необходимости архитектуры для современного общества. Неслучайно к 60 годам он стал главным архитектором Венеции.

Палладио придерживался взглядов на архитектуру, почти полностью противоположных тем, что доминируют в настоящее время. Одна из его главных идей заключалась в том, что «у архитектуры есть ясная цель, она должна помочь нам стать лучше» [2]. Также он считал, что мы должны строить, чтобы развивать позитивное мышление как в себе, так и в других. В частности, архитектура может помочь нам с тремя психологическими добродетелями: спокойствием, гармонией и достоинством.

Чтобы достичь спокойствия, Палладио в своих проектах сокращает объем событийности, все элементы в комнате расположены по центру, они сбалансированы и симметричны. Используются только простые геометрические формы; как правило, стены недекорированы, а мебели мало. Безмятежность такого места успокаивает и побуждает нас сосредоточиться и меньше отвлекаться. Чтобы добиться гармонии, по мнению Андреа Палладио, все элементы здания должны идеально сочетаться друг с другом: «Прекрасное здание должно выглядеть как цельное, совершенное тело. При этом каждая часть тела в гармонии со своим сочленением и каждая настолько гармонична со всеми прочими частями, что может показаться совершенно необходимым. Конструкция окна связана с конструкцией двери, каждый проем совмещен с другим, проходы и двери всегда смыкаются в одну линию. Это создает ощущение, что все сходится здесь» [2].

Одним из замыслов архитектуры Палладио было придание достоинства тем частям жизни, которые несправедливо таковыми не считались. Например, на фермерской вилле Барбаро, находящейся примерно в 65 км к северу от Венеции, амбары, зернохранилища и конюшни столь же величественны, как и небольшой дом владельца. Вместо того чтобы быть скрытыми или построенными на расстоянии, эти рабочие здания преподносятся как почтенные и важные. Архитектор не скрывал утилитарную реальность фермы, а скорее демонстрировал ее подлинное достоинство.

Отдавая должное своим давним классическим традициям, Палладио считал, что здания должны помогать компенсировать наши недостатки и заставлять нас изо дня в день быть более собранными и уравновешенными. Именно поэтому нам нужны безмятежные, гармоничные и долговечные здания, ведь «идеальная архитектура воплощает самое лучшее в нас. Идеальное здание похоже на идеального человека» [2]. В своих книгах архитектор разрабатывал правила пропорции, основанные на простых математических соотношениях, для достижения своего рода «визуальной гармонии». Именно пропорции, а не украшения, по его словам, делают

окно красивым и гармоничным. Это означало, что столь же красивое здание могло быть построено с меньшими затратами, что было одной из главных забот Андреа Палладио, так как идеальные пропорции красивы в независимости от исполнения здания. Позже он также предло-жил широкий спектр правил, влияющих на красоту здания: оно должно быть симметрично; должно иметь 3, 5 или 7 проемов в торце (нечетное число); помещение должно иметь простую геометрическую форму, высота и длина должны составлять 3/5 ширины и др.

Палладио считал себя ремесленником. Он просто следовал правилам, которым могли следовать и другие, и работал вопреки идее, что архитектура требует «особого рода гения». В большинстве его книг описано, что привлекательные здания могут быть и стандартом, например как в Лондоне и других городах XVIII века.

Идеи Андреа Палладио находили отклик на протяжении веков, но здания не становятся «палладианскими» только из-за колонн или схожести с древними храмами и дворцами. Они становятся таковыми, если несут в себе спокойствие, гармонию, красоту и достоинство в соответствии с правилами, которые можно и нужно использовать в любом времени.

#### **Библиографический список**

1. Андреа Палладио. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Палладио,\\_Андреа](https://ru.wikipedia.org/wiki/Палладио,_Андреа) (дата обращения: 3.11.2020).
2. Искусство: Андреа Палладио [The School of Life]. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=T1C0eeCzHWs> (дата обращения: 3.11.2020).

## **ARCHITECTURE AS ART. ANDREA PALLADIO**

**Krylov D.Y.**

***Abstract.** The article deals with the problems of modern architecture and the loss of its significance, as well as the modern attitude towards it. The article explores the view of the accessibility and significance of architecture for society from the point of view of Andrea Palladio.*

***Keywords:** architecture, design, Andrea Palladio, culture.*

Об авторе:

Крылов Дмитрий Юрьевич – магистрант, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», Тверь. E-mail: Dima\_Krylov96@mail.ru

Krylov Dmitry Yurievich – Master Student, Tver State Technical University, Tver. E-mail: Dima\_Krylov96@mail.ru

Научный руководитель – Яковлев Сергей Геннадиевич, доцент кафедры конструкций и сооружений, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», Тверь.

Research manager – Yakovlev Sergey Gennadievich, Associate Professor of the Department of Constructions and Structures, Tver State Technical University, Tver.

УДК 691-423

## БОЛЬНИЦА ЗА 10 ДНЕЙ

Крылов Д.Ю.

© Крылов Д.Ю., 2021

***Аннотация.** В статье рассматриваются способы строительства больничного комплекса в Китае в кратчайшие сроки в период пандемии и ее последствий посредством изучения видеисточников и данных СМИ.*

***Ключевые слова:** пандемия, строительство, коронавирус, ускоренное строительство, больница, мобильные блоки, быстротвердеющий бетон, строительные материалы.*

Начавшаяся 8 декабря 2019 г. пандемия, официально известная как COVID-19, поразила Китай в кратчайшие сроки. Ситуация в стране, а впоследствии и во всем мире говорит сама за себя: «Пандемия COVID-19 стала причиной серьезных социально-экономических последствий, включая крупнейшую мировую рецессию после Великой депрессии и массовый голод, затронувший около 265 млн человек» [2].

В период пандемии в городе Ухане, провинции Китая, признанной первой точкой начала распространения коронавирусной инфекции, в невероятно короткие сроки была возведена крупная больница, рассчитанная на более 1 000 заболевших.

Организация любой строительной площадки и строительства в целом является достаточно непростым мероприятием. В большинстве случаев только проектирование общественного нетипового сооружения занимает минимум месяц. Также большое количество времени уходит на согласование документации и проверку расчетов, найм и организацию рабочей силы, техники, материалов и многое другое. Теперь же представим, что строительство не только сведено к невероятно сжатым срокам, но и проходит в период жесткого карантина. Именно в таких условиях, по общедоступным источникам, происходило возведение больницы в Ухане,

которая в дальнейшем не только смогла стать площадкой для изучения нового вируса, но и спасти множество жизней.

### **Стадия разработки**

По официальным источникам, план проекта был создан за день, но стоит отметить, что в этом нет ничего необычного, так как, по некоторым данным, на государственном уровне (так было еще в СССР) разрабатываются проекты для ускоренного возведения спецучреждений различного назначения, в частности на случай пандемии. Дополнительное время требуется лишь для внесения корректировок или адаптации под какой-либо определенный вид медицинского оборудования [1].

Стоит добавить, что у Китая уже был опыт возведения подобных сооружений в столь укороченные сроки – больница в Пекине, построенная по причине вспышки атипичной пневмонии (SARS) в 2003 г.

### **Стадия строительства**

На стадии строительства больницы все происходило почти так же, как и на стройке любого другого объекта. Разница в том, что количество техники, рабочей силы и рабочих смен было максимально увеличено.

Первые два дня происходила подготовка территории и устройство основания. В это время на строительной площадке работали 35 экскаваторов, 10 бульдозеров и 8 дорожных катков под устройство помещений общей площадью 33 900 м<sup>2</sup>, были задействованы более 200 рабочих. Строительство велось круглосуточно (в 2–3 рабочие смены) и непременно с сопровождением медслужб, контролирующих состояние здоровья, и соблюдением масочного режима.

Ключевой частью проекта являются строительные материалы и основанное на них техническое решение, ведь здание полностью состоит из модульных блоков заводского изготовления. Два этажа больницы построены из прочных и одновременно легких стальных блоков рамного типа, совмещенных с другими изолирующими материалами. На возведение первой из девяти секций больницы понадобилось всего 16 часов [3].

Основанием всего здания послужил монолитный железобетонный фундамент плитного типа, твердение которого было ускорено химическими добавками, благодаря этому бетон смог набрать 70 % проектной прочности всего за сутки.

Подводя итог вышесказанному, отметим, что решающим фактором такой скорости возведения стали в первую очередь строительные материалы. На наш взгляд, именно возможность применения таких инноваций, как быстротвердеющий бетон и заранее собранные блочные конструкции, позволили осуществить строительство столь ответственного сооружения в кратчайшие и почти невиданные сроки.

### **Библиографический список**

1. СМИ. Как строили госпиталь, почему нельзя превратить обычные отели в больницу и про транспорт. URL: [https://zen.yandex.ru/media/miru\\_mir/kitaiskii-blogger-o-situacii-v-uhani-kak-stroili-gospital-pochemu-nelzia-prevratit-obychnye-oteli-v-bolnicu-i-pro-transport-5e42a21c0a4cb02ee4281297](https://zen.yandex.ru/media/miru_mir/kitaiskii-blogger-o-situacii-v-uhani-kak-stroili-gospital-pochemu-nelzia-prevratit-obychnye-oteli-v-bolnicu-i-pro-transport-5e42a21c0a4cb02ee4281297) (дата обращения: 20.09.2020).
2. Пандемия COVID-19. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Пандемия\\_COVID-19](https://ru.wikipedia.org/wiki/Пандемия_COVID-19) (дата обращения: 05.10.2020).
3. Как китайцы построили больницу за 10 дней. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=iSenbDpUAKc&t=3s> (дата обращения: 12.10.2020).

## **HOSPITAL IN 10 DAYS**

**Krylov D.Y.**

***Abstract.** The article examines ways to build a hospital complex in China as soon as possible during a pandemic and its consequences through the study of video sources and media data.*

***Keywords:** pandemic, construction, coronavirus, accelerated construction, hospital, mobile blocks, quick-setting concrete, building materials.*

Об авторе:

Крылов Дмитрий Юрьевич – магистрант, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», Тверь. E-mail: Dima\_Krylov96@mail.ru

Krylov Dmitry Yurievich – Master Student, Tver State Technical University, Tver. E-mail: Dima\_Krylov96@mail.ru

Научный руководитель – Яковлев Сергей Геннадьевич, доцент кафедры конструкций и сооружений, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», Тверь.

Research manager – Yakovlev Sergey Gennadievich, Associate Professor of the Department of Constructions and Structures, Tver State Technical University, Tver.

## ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТ ПО РЕКОНСТРУКЦИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ УГЛЕВОЛОКНА

Москвина Ю.Н., Кузина О.В., Кузин А.В.

© Москвина Ю.Н., Кузина О.В.,  
Кузин А.В., 2021

*Аннотация.* В данной статье рассматриваются способы реконструкции, производится их сравнение, показываются преимущества применения углеволокна при реконструкции.

*Ключевые слова:* способы реконструкции, методы усиления, углеволокно.

Реконструкция зданий и сооружений – одна из важнейших задач в строительстве. Необходимость в ней обусловлена техническим и моральным износами зданий и потерей их эстетичного вида. В практике современного строительства существует множество методов и материалов, способных уменьшить трудозатраты восстановления сооружений и увеличить несущую способность конструкций, а также улучшить их внешний облик.

Существует множество традиционных способов реконструкции: устройство обоев, предварительно напряженных затяжек и хомутов; увеличение сечения элементов. Также имеется множество инновационных методов, один из которых связан с применением углеволокна.

Усиление конструкций углеволокном применяется как при проектировании и строительстве зданий и сооружений, так и при их реконструкции. В первом случае оно используется для увеличения сейсмостойкости, прочности и надежности возводимых конструкций, во втором – для усиления элементов при увеличении на них нагрузки, при устранении последствий от разрушения бетонных изделий, коррозионного разрушения арматуры в результате длительного воздействия природных факторов и агрессивных сред или для обеспечения их работоспособного состояния [1].

Углеродное волокно состоит из линейно-упругих полимерных нитей толщиной 5–15 микрон, показатель удельной прочности, растяжение которого выше по отношению к собственному весу. Получают данный материал в результате термической обработки органических волокон в три этапа, при этом в волокнах остаются главным образом атомы углерода. На первом этапе при  $t = 250$  °С происходит окисление исходного вещества в течение 24 ч, затем стадия карбонизации, когда волокна нагревают в среде

азота при температурах от 900–1 400 °С в инертной среде, на завершающем этапе идет процесс графитизации, в котором количество углерода доходит до 99 %.

Усиление углеволокном, по сравнению с привычными методами, имеет ряд преимуществ:

низкую трудозатратность, так как для данного метода не требуются сварочные аппараты, подъемные механизмы, зачеканка и инъектирование; для проведения работ не требуется остановка функционирования объекта;

сокращение сроков исполнения;

минимальная толщина ткани из углепластика не портит эстетичный вид здания и не меняет его архитектурно-планировочные решения;

усиление допустимо для любых конструкций;

материал безвреден как для человека, так и для окружающей среды.

Технология проведения работ по усилению конструкции углеволокном выглядит следующим образом. Усиливаемый элемент очищается от грязи, а затем шлифуется. В специально отведенном месте размещается углеволоконный материал и разрезается на куски необходимого размера, при этом не допускается попадание грязи и влаги. Затем при помощи двухкомпонентных клеящих составов материал приклеивается к конструкции, требующей усиления. В зависимости от выбранного метода монтажа усиливаемый элемент сразу промазывается адгезивом («мокрый» метод) или углеволокно пропитывается им после приклеивания («сухой» метод) (рисунок).



Пример усиления конструкций углеволокном

Проведем сравнительный анализ вариантов усиления на примере реконструкции колонны здания склада промышленного предприятия по следующим показателям:

- стоимостным данным основных материалов;
- их необходимому количеству;
- трудоемкости и стоимости выполнения работ.

Результаты предоставим в табличной форме, используя Федеральные единичные расценки (ФЕР-2001) в ред. 2020 г. Оценка затрат на усиление колонны проведена в ценах на конец 2020 г. на основании трудозатрат и стоимости необходимых материалов (табл. 1).

Таблица 1

Оценка затрат на усиление колонны

Вид усиления	Затраты труда рабочих, чел.-ч	Затраты труда машинистов, маш.-ч	Оплата труда рабочих, руб.	Оплата труда машинистов, руб.
Обетонированием колонны	26,50	28,32	93,02	1,58
Железобетонной обоймой	87,87	116,29	277,83	8,00
Стальной обоймой	52,70	29,57	38,75	0,47
Углеволокном	19,63	5,03	56,08	0,07

Согласно приведенным приблизительным расчетам, наиболее выгодным способом по показателям трудозатрат является усиление углеволокном. Также стоит учесть, что данный метод имеет наиболее высокие показатели повышения прочности, отсутствует необходимость в остановке производства в связи с простотой монтажа.

Сравним материалоемкость усиления углеволокном и других вариантов, основываясь на стоимостных показателях крупных поставщиков материалов (табл. 2).

Таблица 2

Оценка материалоемкости видов усиления

Вид усиления	Расход материалов	Стоимость материалов, руб.	Трудоемкость, чел.-дн.	Машиноемкость, маш.-ч
Обетонированием колонны	Бетонная смесь – 0,394 74 м <sup>3</sup>	1 381,59	26,50	28,32
Железобетонной обоймой	Бетонная смесь – 0,394 74 м <sup>3</sup>	1 381,59	87,87	116,29
	Арматура – 0,020 27 т	1 054,04		
Стальной обоймой	Стальные конструкции – 0,09 т	3 645	52,70	29,57
Углеволокном	Холсты, тканые на основе углеволокна, – 2,931 84 м	5 174	19,63	5,03



Согласно табличным данным, наиболее выгодным вариантом является усиление обетонированием колонны, однако стоит учесть, что последний метод долговечнее предыдущих.

Таким образом, проведенный анализ показал, что инновационный метод с применением углеволокна по сравнению с традиционными способами является наименее трудозатратным, но дорогостоящим вариантом. Поскольку реконструкция направлена как на возобновления несущей способности, так и на восстановление эстетичного вида, то углеродные материалы являются более популярными в связи с отсутствием механизации, простотой монтажа и получением конструкции в ее исходном виде.

### **Библиографический список**

1. Кузина Е.С. Метод усиления несущих конструкций зданий и сооружений углеволокном // Безопасность строительного фонда России. Проблемы и решения. 2016. № 1. С. 165–170.

2. ГЭСН 81-02-46-2017. Сборник 46. Работы при реконструкции зданий и сооружений. Государственные элементные сметные нормы на строительные работы. М.: Госстрой России, 2000. 68 с.

3. ГЭСН 81-02-13-2001. Территориальные сметные нормативны на строительные работы. Сборник 13. Защита строительных конструкций и оборудования от коррозии. М.: Мосстройцены, 2006. 59 с.

4. Усиление железобетонных конструкций углеволокном. URL: <https://gk--innova-ru.turbopages.org/gk-innova.ru/s/usilenie-zhb-konstruktsij-uglevoloknom/> (дата обращения: 26.11.2020).

## **TECHNOLOGY AND ORGANIZATION OF WORKS ON RECONSTRUCTION WITH THE USE OF CARBON FIBER**

**Moskvina J.N., Kuzina O.V., Kuzin A.V.**

***Abstract.** This article discusses the possible ways of reconstruction, a comparison is made to traditional methods with the strengthening with carbon fiber.*

***Keywords:** reconstruction methods, reinforcement methods, carbon fiber.*

Об авторах:

Кузина Ольга Вячеславовна – магистр кафедры конструкций и сооружений, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», Тверь. E-mail: [olya.balashova.2015@mail.ru](mailto:olya.balashova.2015@mail.ru)

Kuzina Olga Vyacheslavovna – Master of the Department of Constructions and Structures, Tver State Technical University, Tver. E-mail: [olya.balashova.2015@mail.ru](mailto:olya.balashova.2015@mail.ru)

Кузин Александр Викторович – магистр кафедры конструкций и сооружений, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», Тверь. E-mail: alexkuzin794@gmail.com

Kuzin Alexandr Victorovich – Master of the Department of Constructions and Structures, Tver State Technical University, Tver. E-mail: alexkuzin794@gmail.com

Москвина Юлия Николаевна – канд. техн. наук, доцент кафедры конструкций и сооружений, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», Тверь.

Moskvina Julia Nikolaevna – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Constructions and Structures, Tver State Technical University, Tver.

УДК 693

## **ОБЛЕГЧЕННЫЙ МАТЕРИАЛ НА ОСНОВЕ ПОЛЫХ СТЕКЛЯННЫХ МИКРОСФЕР ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ И РЕСТАВРАЦИИ ФАСАДОВ ЗДАНИЙ**

**Перевозчикова С.В., Белов В.В.**

© Перевозчикова С.В., Белов В.В., 2021

***Аннотация.** В данной статье отражена актуальность разработки составов для реставрации и восстановления архитектурных элементов фасадов зданий. Представлены результаты разработки сухой строительной смеси, используемой для реставрации. Смесь изготовлена на основе белого цемента, полых стеклянных микросфер, доломитовой муки и модифицирующих добавок.*

***Ключевые слова:** архитектурные элементы, сухие строительные смеси, облегченные конструкции, коррозионная стойкость, полые стеклянные микросферы, ремонт, реконструкция.*

### **Введение**

На территории Тверской области существует большое количество памятников архитектуры и прикладного искусства, которые известны не только на территории самой области, но и в России и даже в мире. Данные памятники являются ресурсами для развития Тверской области, привлечения на ее территорию туристов.

Помимо реставрационных работ, предполагаемый материал может использоваться и в строительстве новых архитектурных объектов как государственных, так и частных. Из него могут изготавливаться различные

архитектурные элементы на любой вкус как внутри помещений, так и снаружи.

Охрана и реставрация памятников культуры стала за последние десятилетия одной из актуальных проблем в строительной отрасли. Чтобы сохранить культурное наследие, следует установить степень их сохранности и ценности, изучить вопросы о роли реставрации и связанные с этим проблемы реставрационных материалов. Однако задача получения строительных материалов с улучшенными строительными свойствами, в частности строительных растворов с высоким уровнем физико-технических свойств и экономических показателей для реставрационных работ, которые дают возможность обеспечивать совместимость старого материала с новым, не решена в достаточной мере [1]. Известно, что для реставрации художественной лепнины, как правило, применяют высокопрочный гипс  $\alpha$ -модификации с высокой плотностью до  $1\,900\text{ кг/м}^3$  [2]. Полученный на его основе гипсовый камень может привести к разрушению старинных дворцов и усадеб при реставрации лепнины на потолках с деревянными перекрытиями. Авторами было выяснено, что введение в гипсовую систему полых стеклянных микросфер позволит более чем в 2 раза снизить среднюю плотность гипсового камня и получить материал с требуемой для реставрационных работ прочностью [3]. Но на сегодняшний день известно, что гипсовые композиты не так долговечны в среде, где они подвергаются действию атмосферных осадков, как композиты на основе цемента, что в данном случае важно, так как предполагаемый композит будет использоваться для внешней отделки зданий и реставрации памятников архитектуры.

Продолжительность срока службы отделочных архитектурных покрытий наружных стен зданий зависит от характера воздействия различных климатических факторов, которые способны вызывать температурно-влажностные деформации внутри слоя отделки. В процессе эксплуатации ограждающих конструкций часто наблюдается частичное разрушение отделочного покрытия из-за конденсации влаги на границе архитектурного элемента и ограждающей конструкции [4]. Эксплуатационные свойства пористых материалов в значительной степени определяются интенсивностью происходящих в них процессов теплопереноса [5, 6]. От этого процесса зависят эксплуатационные свойства составов, а впоследствии и изделий из них.

Выше было указано, что основной недостаток облегченных цементных растворов – это низкие прочностные показатели, которые являются результатом снижения плотности. Однако при использовании наполнителей, имеющих низкую среднюю плотность и относительно высокую прочность, – полых стеклянных микросфер – можно добиться значимого снижения плотности цементных растворов и обеспечить при этом их достаточную прочность.

При использовании в качестве наполнителя полых стеклянных микросфер и вяжущего различной дисперсности можно получать оптимальную структуру, при которой частицы микросфер будут характеризоваться плотной упаковкой, их доля в объеме будет максимальной, а цементный камень, выполняя роль связующей прослойки, будет скреплять их в прочный материал конгломератного типа строения [7].

В связи с этим разработка облегченных цементных растворов с полыми стеклянными микросферами для реставрационных работ архитектурных памятников является актуальной проблемой.

### **Материалы и методы**

С помощью матрицы планирования эксперимента в работе были подобраны составы растворов для оценки влияния карбонатного микронаполнителя, соотношения полых стеклянных микросфер и ПВА на прочность, плотность, морозостойкость и водопоглощение раствора. Количество воды принималось в соответствии с оптимальной пластичностью смеси.

Навески сыпучих материалов в соответствии с составом смеси взвешивались на электронных весах. Далее сыпучие компоненты (белый цемент, доломитовая мука, стеклянные микросферы) перемешивались вручную с помощью лопатки. Предварительное перемешивание сухих компонентов необходимо, так как полые стеклянные микросферы неравномерно распределяются в объеме уже затворенной смеси из-за характерного для них слипания отдельных частиц при намокании.

Жидкие компоненты (ПВА и ПС-3124) отмеривались с помощью двухмиллиграммового шприца, вводились в пробирку совместно с водой затворения и энергично взбалтывались. Энергичное взбалтывание необходимо, так как при обычном перемешивании часть ПВА растворяется в воде значительное количество времени. Данные параметры необходимо учитывать, так как в промышленном масштабе неполное растворение компонентов может привести к их неравномерному распределению по всему объему воды затворения. Далее вода с жидкими компонентами вводилась в смесь, которая перемешивалась вручную с помощью лопатки.

Затем смесь заливалась в формы для образцов-кубов размерами 20×20×20 мм. В стандартных методиках для нахождения данных характеристик требуются образцы большего размера, но для экономии дорогостоящих материалов было принято решение определять характеристики материала на образцах меньшего размера. Так как структура разрабатываемого материала не имеет крупного наполнителя и является мелкозернистой, замена крупных образцов более мелкими не исказила показания.

Результаты экспериментов были занесены в сводную таблицу.

### Результаты экспериментов

№ образца	Кол-во микросфер, г	Кол-во доломитовой муки, г	Кол-во ПВА, г	В/Т	Масса образца, г	Показание пресса, кН	Средняя прочность серии	Влажность серии, %	Средняя плотность образцов сух., кг/м <sup>3</sup>	Коэффициент констр. качества, МПа
1.1	5	5	0,5	0,55	11,7	5,2	12,60	20,23	1 167	11
1.2					11,67	5,61				
1.3					11,77	4,1				
2.1	15	5	0,5	0,61	9,17	2,17	5,60	19,65	918	6
2.2					9,26	2,67				
2.3					9,25	2,04				
3.1	5	15	0,5	0,57	12,48	3,74	8,80	20,14	1 224	7
3.2					12,27	3,62				
3.3					12,43	3,24				
4.1	5	5	2,5	0,06	12,54	5,75	11,80	20,1	1 213	10
4.2					12,34	3,99				
4.3					12,38	4,52				
5.1	5	10,95	1,69	0,58	12,07	3,57	8,3	19,13	1 202	7
5.2					11,85	3,04				
5.3					12,22	3,45				
6.1	10,95	5	1,69	0,64	9,98	1,53	3	17,24	978	3
6.2					9,03	1,07				
6.3					10,15	1,05				
7.1	10,95	10,95	0,5	0,64	9,87	1,44	3	21,14	986	3
7.2					10,1	1,12				
7.3					10,44	0,98				
8.1	8,55	15	2,5	0,67	11,04	0,49	1,2	19,16	1 119	1
8.2					11,54	0,3				
8.3					11,49	0,71				
9.1	15	8,55	2,5	0,65	8,97	2,59	6,4	19,31	918	7
9.2					9,56	3,29				
9.3					9,51	2,01				
10.1	15	15	1,21	0,64	9,73	0,34	0,8	20,13	989	1
10.2					9,94	0,14				
10.3					10,3	0,49				

### Обсуждение результатов

Результаты по составу № 4 показывают, что небольшой процент полых стеклянных микросфер использовать нерационально, так как они напрямую влияют на понижение плотности материала, что является целью данного исследования. Напротив, в дальнейших исследованиях следует увеличивать процент содержания микросфер, чтобы достичь оптимального соотношения плотности и прочности материала. Также следует увеличить количество ПВА, так как если будет увеличиваться процент содержания микросфер, то их необходимо будет соединять с другими компонентами, а

ПВА может выступать в роли связующего для формирования более прочной матрицы материала.

Также из результатов следует, что наибольшая прочность была достигнута при наименьшем водотвердом соотношении в составе № 1, следовательно, необходимо добиться понижения водотвердого соотношения для большей прочности материала. Этого можно достичь повышением процентного содержания суперпластификатора, вводимого в воду затворения.

Состав № 10 требует повторного испытания, так как установить зависимости между процентным содержанием компонентов и полученными характеристиками затруднительно.

На основании полученных данных следует отметить, что серия образцов № 9 имеет приемлемую среднюю прочность при самой низкой плотности, что является одним из главных факторов для разработки теплоизоляционного материала. Вероятнее всего, такие результаты получены при соотношении 2/1 полых стеклянных микросфер и карбонатного микронаполнителя (доломитовой муки). Данный состав считается пригодным для реставрации архитектурных элементов фасадов зданий.

*Работа выполнена при поддержке гранта от Фонда содействия инновациям по программе «УМНИК-2019».*

#### **Библиографический список**

1. Коровяков В.Ф. Гипсовые вяжущие и их применение в строительстве // Российский химический журнал. 2003. Т. XLVII. № 4. С. 18–25.
2. Хаев Т.Э. Реставрационные работы с применением облегченных гипсовых систем с полыми стеклянными микросферами // Современные тенденции развития науки и технологий. 2017. № 2-2. С. 116–118.
3. Орешкин Д.В. Облегченные и сверхлегкие цементные растворы для строительства // Строительные материалы. 2010. № 6. С. 34–37.
4. Роль закона сродства структур в строительном материаловедении при выполнении реставрационных работ / В.С. Лесовик [и др.] // Научно-исследовательский журнал прикладных наук. 2014. Т. 9. Вып. 12. С. 1100–1105.
5. Ватин В.И. Влияние физико-технических и геометрических характеристик штукатурных покрытий на влажностный режим однородных стен из газобетонных блоков // Инженерно-строительный журнал. 2011. № 1. С. 28–33.
6. Оценка влажностного режима многослойной стеновой конструкции в годовом цикле / С.В. Корниенко, Н.И. Ватин, М.Р. Петриченко, А.С. Горшков // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2015. № 6. С. 19–33.

7. Исаева Ю.В. Оптимизация структуры сверхлегкого цементного раствора с учетом геометрических и физико-механических характеристик компонентов // Строительные материалы. 2015. № 8. С. 84.

## **LIGHTWEIGHT MATERIAL BASED ON HOLLOW GLASS MICROSPHERES FOR RESTORATION AND RESTORATION OF BUILDING FACADES**

**Perevozchikova S.V., Belov V.V.**

***Abstract.** This article reflects the relevance of the development of compositions for the restoration and restoration of architectural elements of building facades. This paper also presents the results of the development of a dry mortar used for restoration. This dry building mixture is obtained on the basis of white cement, hollow glass microspheres, dolomite flour and modifying additives.*

***Keywords:** architectural elements, dry building mixtures, lightweight structures, corrosion resistance, hollow glass microspheres, repair, reconstruction.*

Об авторах:

Перевозчикова София Валерьевна – аспирант кафедры производства строительных изделий и конструкций, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», Тверь. E-mail: ya.sonya1995@yandex.ru

Perevozchikova Sofia Valerievna – Postgraduate Student of the Department of Production of Building Products and Structures, Tver State Technical University, Tver. E-mail: ya.sonya1995@yandex.ru

Белов Владимир Владимирович – д-р техн. наук, профессор кафедры производства строительных изделий и конструкций, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», Тверь.

Belov Vladimir Vladimirovich – Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Production of Building Products and Structures, Tver State Technical University, Tver.

## КРАТКИЙ ОБЗОР ИСТОРИИ РАЗВИТИЯ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ СМОЛОИНЪЕКЦИИ ДЛЯ ГИДРОИЗОЛЯЦИИ ЗАГЛУБЛЕННЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ

Савич А.В.

© Савич А.В., 2021

***Аннотация.** Приведена краткая история развития технологий смолоинъекции с 80-х гг. XX века, продемонстрирована их актуальность для гидроизоляции в связи с активным освоением подземного пространства. Рассмотрен вопрос о недостаточной научной проработке методов гидроизоляции заглубленных железобетонных конструкций зданий инъектированием полиуретановых смол на сегодняшний день.*

***Ключевые слова:** инъекционные составы, смолоинъекция, инъектирование, полиуретановые составы, гидроизоляция, рабочие швы, герметизация трещин, заглубленные конструкции.*

Активное развитие смолоинъекционных технологий в практике подземного строительства СССР, как и за рубежом, началось в период 80-х гг. XX века и развивалось в основном на базе собственных изысканий и практического опыта по строительству шахт и поддержанию горных выработок. Одними из первых в отечественной практике вопросами применения смолоинъекции занялись специалисты Московского горного института и Горного института Кольского филиала АН СССР [1–3]. В 1983 г. в сборнике научных исследований, посвященном совершенствованию технологических процессов подземной разработки мощных рудных месторождений и перспективам развития производственного объединения «Апатит», В.М. Дианов, Ю.Г. Смирнов и А.Н. Енютин сообщают, что «успехи химической промышленности, выпускающей органические соединения, обладающие высокими клеящими и водоустойчивыми свойствами с достаточной прочностью, позволили разработать и начать использование нового способа упрочнения горных пород растворами синтетических смол» [1, с. 41]. Авторы ссылаются на положительные результаты промышленных испытаний по химическому упрочнению скальных слабо трещиноватых пород нагнетанием полимерных составов на Гороблагодатском и Абаканском месторождениях [2, 4].

«В Советском Союзе впервые для упрочнения использовали карбамидные смолы ... На ряде рудников и шахт страны при строительстве метрополитенов проведены опытно-промышленные испытания упрочня-



ющих растворов на основе аминокальдегидных смол, ненасыщенных полиэфиров, пенополиуретанов, фенольных смол, акриламидов и некоторых других. За рубежом синтетические смолы для упрочнения горных пород впервые применены в США ... Особое место среди упрочняющих растворов занимают пенополиуретановые композиции» [5, с. 63].

Первоначально методы смолоинъекции были опробованы в целях упрочнения горных пород, однако уже в 1988 г. были опубликованы результаты испытаний полиуретановых композиций, используемых в целях гидроизоляции [3]. Было установлено, что «процесс полимеризации полиуретановых систем сопровождается увеличением объема материала и повышением давления, что способствует плотному заполнению фильтрационных каналов» [3, с. 189]. Кроме того, подтверждено, что «все исследованные полимеры по пределу упругости и прочности превосходят бетон, работающий в условиях одноосного сжатия» [3, с. 193]. В 1992 г. на шахте № 618 Ленинградского метрополитена для подавления водопритока (Акт от 12 октября 1992 г.) была применена инъекция полиуретановых композиции в заобделочное пространство. По результатам испытаний комиссией дана рекомендация использовать смолоинъекцию на других объектах «Метростоя» и метрополитена с целью гидроизоляции.

Благодаря положительным практическим результатам методы гидроизоляции инъекцией полиуретановых смол в 1990–2000-х гг. стали активно применяться специализированными организациями для гидроизоляции заглубленных строительных конструкций [6]. Однако из-за сложного периода в отечественной науке в период развала 1990-х гг. перспективные отечественные разработки в этой области своевременно не получили должного научного и коммерческого развития. Параллельно с инъекционными составами отечественной разработки, выпускаемыми по спецзаказу профильных строительных организаций, на отечественном рынке в 2000-х гг. стали появляться иностранные фирмы, предлагающие строителям схожие инъекционные составы. Среди них материалы таких известных международных компаний и торговых марок, как BASF, SIKА, EMACO, DRIZORO, MC-Vauchemie и др. Благодаря профессиональной маркетинговой поддержке, практически отсутствующей у отечественных производителей, иностранные компании в короткие сроки заняли существенный сегмент рынка гидроизоляционных инъекционных составов.

В итоге сложившийся «обширный ассортимент материалов создал новую проблему – выбор из всего многообразия технических решений наиболее надежных и экономически обоснованных» [7, с. 56]. Проблема усугублялась тем, что рецептура предлагаемых импортных материалов зачастую держалась производителем в секрете, а свойства составов заявлялись дилерами декларативно и не имели доступного отечественным специалистам научно-экспериментального обоснования. В качестве примера можно привести появление на рынке инъекционных составов акрилат-

ного геля, производитель которого умолчал от том, что «для обеспечения постоянства его объема должно обеспечиваться постоянство характеристик среды, начиная с водородного показателя (рН) от нейтральной до ограниченно щелочной» [8, с. 151]. В итоге в связи с высоким показателем рН на объекте применения надежность ряда деформационных швов, обустроенных с использованием инъекции акрилатного геля, не была обеспечена.

Очевидно, что в практике строительства недостаточно ориентироваться только на технические параметры, заявляемые производителем материалов. Не существует также общепризнанной классификации инъекционных составов по свойствам и областям применения. Занимающиеся этой темой молодые ученые в большинстве случаев подразделяют инъекционные составы лишь на укрупненные группы: акрилатные, полиуретановые, эпоксидные, микроцементы и пр. [9, 10]. Производители же материалов вводят свои классификации, применимые лишь для производимой ими номенклатуры, но не дающие потребителю возможности (зачастую намеренно) подобрать аналоги из линейки другого производителя. Вопрос технологии применения, свойств и классификации инъекционных составов требует отдельного внимания со стороны научных кругов. «За последние годы проблеме гидроизоляционных работ при строительстве и ремонте подземных и заглубленных сооружений не уделяется должного внимания. Практически полностью отсутствует требуемая ... литература» [11, с. 5]. Недостаточную изученность вопроса иллюстрирует также то, что некоторые исследователи, несмотря на появление заявленной темы в отечественной науке четыре десятилетия назад, до сих пор относят технологии инъекционной гидроизоляции к разряду «инновационных» [12].

Актуальность научной проработки вопроса инъекционной гидроизоляции подземных сооружений, в том числе инъекций полиуретановых смол, связана с тем, что «в современных условиях европейские столицы, крупные исторические города интенсивно осваивают собственное подземное пространство» [13, с. 31]. «Применение бетонов с микропористой структурой позволяет частично или полностью отказаться от нанесения сплошных гидроизоляционных мембран по наружным ограждающим конструкциям. При этом остается необходимость в герметизации и уплотнении всех видов строительных швов» [14, с. 97].

«Как показал анализ, при строительстве подземных сооружений из сборного и монолитного железобетона основной объем водопроявлений приходится на рабочие и деформационные швы, а также трещины в теле бетона. При этом фильтрация воды через тело бетона практически отсутствует, за редким исключением участков с недостаточно провибрированным бетоном» [15, с. 25]. Усадочные трещины возникают при ранней распалубке монолитной конструкции, когда с ее поверхности происходят

интенсивные влагопотери. При значительной толщине конструктивных элементов без использования замедляющих гидратацию модифицирующих добавок трещинообразование может быть вызвано температурными напряжениями «по сечению конструкции вследствие экзотермии при гидратации цемента во внутренних зонах и охлаждении периферийного слоя, ... могут также образовываться конструктивные трещины, которые являются следствием нарушения технологии строительства с передачей грунтового давления на возведенные конструкции при выполнении работ по обратной засыпке и уплотнении грунта» [15, с. 25]. В качестве примера можно привести забивку свай вблизи фундаментных стен подвального этажа здания или подземного паркинга после обратной засыпки, но до устройства монолитного перекрытия, обеспечивающего пространственную жесткость конструкции.

Применение полиуретановых инъекционных составов, безусловно, не является решением всех проблем, но в комбинации с другими методами позволяет не только ликвидировать протечки грунтовых вод по рабочим и деформационным швам, вводам инженерных коммуникаций, трещинам и другим дефектам железобетонных ограждающих конструкций, но и восстановить сплошность монолитной конструкции. При этом некоторые нарушения технологии ухода за бетоном и проведения земляных работ могут допускаться инвестором осознанно, поскольку экономический эффект от сокращения производственного цикла может превысить затраты на дополнительные работы по гидроизоляции и ремонту дефектов железобетонных конструкций.

### **Библиографический список**

1. Дианов В.М., Смирнов Ю.Г., Енютин А.Н. Перспективы химического упрочнения приконтурного массива в скальных горных породах // Разработка мощных месторождений на больших глубинах: сборник научных исследований по совершенствованию технологических процессов подземной разработки мощных рудных месторождений и перспективам развития производственного объединения «Апатит». Апатиты: КНЦ АН СССР, 1983. С. 40–44.

2. Именитов В.Р., Кузьмин В.Е. Особенности смолоинъекционного упрочнения крепких трещиноватых горных пород // Горный журнал. 1981. № 6. С. 33–34.

3. Результаты экспериментальных исследований деформационно-прочностных свойств тампонажных полиуретановых композиций, используемых для гидроизоляции тоннелей метрополитенов / Б.Г. Тарасов [и др.] // Подземный город: геотехнология и архитектура: материалы Международной конференции. СПб., 1988. С. 189–194.

4. Именитов В.Р., Кузьмин В.Е., Королев В.А. Опыт применения смолоинъекционного упрочнения крепких трещиноватых горных пород // Горный журнал. 1982. № 7. С. 34–36.

5. Дианов В.М., Катков Ю.Р. Поддержание горных выработок в скальных породах на больших глубинах / под ред. Ю.В. Демидова. Апатиты: КНЦ АН СССР, 1990. 112 с.

6. Опыт работ по гидроизоляции подземных сооружений / В.М. Дианов [и др.] // Записки горного института. 2012. № 199. С. 145–149.

7. Савич А.В. Выбор материалов для гидроизоляции подземных сооружений // Стройпрофи. 2014. № 5 (21). С. 56–57.

8. Молчанов В.С. Новые инъекционные материалы для укрепления грунтовых массивов и ремонта бетонных конструкций // Наука и социум: материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием: в 2 ч. Новосибирск: Сибирский институт практической психологии, педагогики и социальной работы, 2019. С. 146–151.

9. Пушкарева К.А. Оптимизация конструктивно-технологических решений устройства инъекционной гидроизоляции при ремонте подземных сооружений // Молодой ученый. 2019. № 22. С. 190–195.

10. Тухарели В.Д., Тухарели А.В., Габлия А.А. Пути снижения затрат на устройство инъекционной гидроизоляции зданий и сооружений // Инженерный вестник Дона. 2017. № 4 (47). С. 179–189.

11. Гидроизоляция подземных и заглубленных сооружений при строительстве и ремонте: учебное пособие / А.А. Шилин [и др.]. Тверь: Русская торговая марка, 2003. 400 с.

12. Бочкарева Т.М., Урманчеев Р.Д. Анализ применения традиционных и современных технологий гидроизоляции при реконструкции зданий и сооружений // Современные технологии в строительстве. Теория и практика: материалы конференции. Пермь: Пермский национальный исследовательский политехнический университет, 2018. С. 207–217.

13. Шашкин А.Г., Зенцов В.Н., Улицкий В.М. Развитие подземного пространства мегаполиса // Подземное строительство. 2018. № 9. С. 30–36.

14. Гюннер Т.В., Кудобаев М.К. Гидроизоляция заглубленной части зданий и сооружений на этапе строительства и эксплуатации // Алитинформ. 2013. № 4-5 (31). С. 96–104.

15. Ликвидация водопроявлений при строительстве и эксплуатации тоннельных и притоннельных сооружений / И.Я. Харченко [и др.] // Подземное строительство. 2018. № 9. С. 24–29.

# BRIEF HISTORICAL SURVEY OF DOMESTIC RESINJECTION TECHNOLOGIES FOR WATERPROOFING OF CONCRETE UNDERGROUND STRUCTURES OF BUILDINGS

**Savich A.V.**

***Abstract.** The author shows up the history of the development of resin injection technologies from the 80s of the XX century, raises the issue of insufficient scientific study of methods for waterproofing of underground concrete constructions by injecting polyurethane resins.*

***Keywords:** injection compounds, resin injection, polyurethane compounds, waterproofing, construction joints, crack sealing, underground constructions.*

Об авторе:

Савич Андрей Владиславович – магистрант кафедры конструкций и сооружений, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», Тверь. E-mail: sawitch@rambler.ru

Savich Andrey Vladislavovich – Master Student of the Department of Constructions and Structures, Tver State Technical University, Tver. E-mail: sawitch@rambler.ru

Научный руководитель – Кульков Сергей Алексеевич, канд. техн. наук, доцент кафедры конструкций и сооружений, Тверской государственный технический университет, Тверь.

Research manager – Kulkov Sergey Alekseevich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Constructions and Structures, Tver State Technical University, Tver.

УДК 624.131.5

## ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЦЕМЕНТОБЕТОННЫХ ДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ В АРКТИЧЕСКИХ ЗОНАХ

**Трофимов В.И., Егоров А.Р., Васючков К.А., Некрасов К.Г.**

© Трофимов В.И., Егоров А.Р.,  
Васючков К.А., Некрасов К.Г., 2021

***Аннотация.** В статье рассматривается вопрос эффективности дорожных плит в случае их изготовления на базе некондиционных мелких песков при использовании в сложных природно-климатических условиях*

*строительства. Предлагается для повышения трещиностойкости бетона и снижения его хрупкости использовать комплексное решение: включать в состав бетона композитные микросетки для усиления его структуры и резиновую крошку для улучшения деформативных свойств. Выполненные испытания модельных дисперсно-армированных микросетками бетонных образцов и образцов с резиновой крошкой доказывают возможность повышения несущей способности дорожных плит, изготовленных на основе некондиционных мелких песков.*

**Ключевые слова:** *дорожная плита, мелкие пески, композитная фибра, резиновая крошка, строительство, свойства.*

В последнее время в Арктических зонах России разворачиваются широкомасштабные работы, связанные с освоением крупнейших нефтегазовых месторождений и строительством оборонных объектов согласно государственной программе по освоению Арктики. По сути, здесь обеспечивается экономическая безопасность страны.

Однако существует ряд серьезных проблем, которые значительно снижают эффективность строительства в Арктических зонах. Одна из них связана с неэффективным дорожным строительством, в частности с короткими сроками эксплуатации дорог за счет преждевременного разрушения дорог с твердым покрытием – асфальтобетонным и цементобетонным. Другая проблема связана с отсутствием в достаточном объеме кондиционных песков, используемых для получения качественных цементных бетонов, используемых при устройстве надежного дорожного покрытия.

Анализ существующих причин, приводящих к деградации цементобетонных дорог, возводимых в криолитозоне, показывает, что в основном на это влияют суровые климатические условия и состояние мерзлого основания. В настоящее время разработаны эффективные способы укрепления основания земляного полотна. Однако такие технологии являются сложными, затратными и не решают полностью проблему повышения долговечности работы дорожного цементобетонного покрытия.

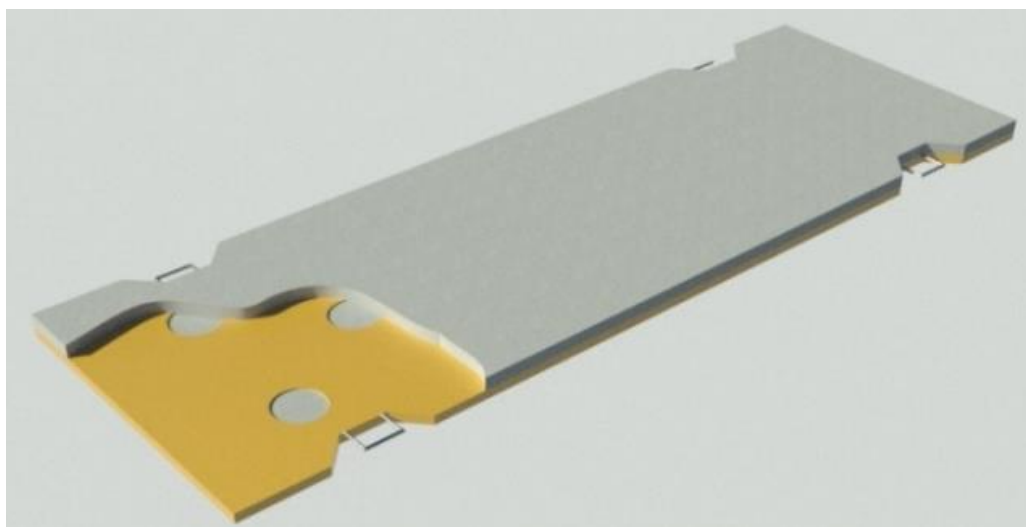
Исследование методов повышения трещиностойкости дорожного цементобетона в случае вынужденного использования некондиционных мелких песков с учетом работы в суровых природно-климатических условиях Севера показал, что не существует технологий, обеспечивающих полное решение обозначенной проблемы. При этом есть несколько подходов для улучшения структурно-механических свойств бетона с целью повышения его трещиностойкости: путем модификации бетона, структурного упрочнения и улучшения деформационных свойств.

Для структурно-механического упрочнения бетонной матрицы широко применяется технология дисперсного армирования [1]. При этом для структурного упрочнения бетонной матрицы предлагается использовать два вида

новой композитной фибры повышенного сцепления: микросетки (патент № 2490406) и многоанкерную фибру (патент № 2582254). В то же время для улучшения деформационных свойств (снижения хрупкости бетона) предлагается использовать или упругий наполнитель в виде гранул, например из резиновой крошки, полученной из отходов переработки изношенных автомобильных покрышек [2], или непосредственно искусственный шаровой упругий наполнитель [3].

Выполненные ранее предварительные испытания показали, что композитную многоанкерную фибру эффективнее применять для упрочнения грунтовой структуры дорожной насыпи – основания дорожного покрытия, что повысит надежность работы дорожного полотна, а композитные микросетки – для упрочнения матрицы цементобетонного дорожного покрытия [4].

Для более надежного устройства цементобетонного полотна дороги с учетом работы в сложных условиях Севера и восприятия повышенных нагрузок, в том числе динамических, была предложена двухслойная конструкция дорожной плиты, где верхний слой выполнен из фибробетона, а нижний – из композитной полимерной плиты (рисунок) [5].



Двухслойная дорожная плита

Кроме того, были выполнены исследования по улучшению деформативных свойств бетона путем включения в его состав упругого элемента – резиновой крошки – продукта отходов переработки автомобильных покрышек. Результаты исследований показали возможность снижения влияния фактора хрупкого разрушения на работу дорожной плиты, в особенности при действии динамической нагрузки [2].

Полученные результаты подтверждаются исследованиями, выполненными на низкомарочных бетонах (М50 и М75) с учетом возможности повышения морозостойкости, представленными в работе [6].

Практический опыт показывает, что задача обеспечения требуемой морозостойкости бетонов марок М50, М75, наиболее подходящих для устройства оснований дорожного полотна, пока является трудновыполнимой, поскольку использование традиционных воздухововлекающих добавок в малоцементных жестких бетонных смесях является экономически неэффективным, а при применении газообразующих добавок не позволяет обеспечить постоянство размера и количества образующихся пузырьков газа. Поэтому решение проблемы может быть найдено путем использования в цементных вяжущих специальных добавок – наполнителей, что позволит добиться высокой прочности, нужной морозостойкости и долговечности. В частности, показано, что повышение морозостойкости можно обеспечить путем добавления в бетонную смесь гранул резиновой крошки.

С целью повышения эффективности строительства дорог, площадок под сооружения и аэродромы в Арктических зонах, отличающихся суровыми климатическими условиями и широким распространением некондиционных мелких высокольдистых грунтов, предлагается комплексный подход для решения такой сложной задачи, как обеспечение повышенной трещиностойкости, базирующейся на улучшении деформативных свойств с одновременным усилением структуры бетонной матрицы. Комплексное решение проблемы обеспечивается совместным использованием упругого гранулированного наполнителя – резиновой крошки [2] и дисперсно-армирующих элементов – новой фибры повышенного сцепления [4]. В этом случае предлагается готовить для дорожного покрытия фиброгранулоцементную смесь, включающую в себя некондиционный мелкий песок, вяжущее, например портландцемент, новый дисперсно-армирующий компонент (композитную фибру), микросетки и упругий наполнитель (резиновую крошку). При этом повышается структурная прочность и снижается хрупкость бетонного покрытия во всем его объеме, а также появляется возможность выполнения более качественных работ в зимнее время.

Исполнение дисперсно-армирующих элементов в виде микросетки, состоящей из несущей части и поперечных выпусков (анкеров), позволяет:

1) за счет симметричного проникновения части смеси в промежутки между выпусками (анкерами) или гнездами добиться более равномерного распределения нагрузки на фибру и тем самым более эффективной ее работы;

2) повысить структурную прочность бетонной матрицы за счет большего охвата объема армирования выпусками (анкерами), что в целом повышает эффективность работы фибры при развитии сдвиговых и растягивающих деформаций в бетоне при восприятии нагрузки и, следовательно, повышает его трещиностойкость.



При приложении нагрузки (например, при прохождении тяжело нагруженных транспортных средств или при взлете и посадке самолетов) к дорожному цементобетонному покрытию, армированному микросетками или многоанкерной фиброй с включением упругого наполнителя в виде резиновой крошки, в бетонной матрице развивается комплекс напряжений и деформаций. При этом основная нагрузка воспринимается фиброй через несущую часть (нить), а выпуски (анкеры) распределяют часть нагрузки на бетонную матрицу и в первую очередь через гнезда и открытые ячейки внутри фибры. Соответственно, каждый компонент фибры будет воспринимать часть общей нагрузки. При этом по поверхности фибры будут более равномерно распределяться напряжения и, следовательно, меньше возникать концентрации напряжений. В этом случае структура армированной бетонной матрицы по всему объему также будет ровнее, что обеспечит надежную работу дорожного покрытия, в особенности при воздействии динамической нагрузки, когда возникающая упругая реакция со стороны резиновой крошки предотвращает развитие процесса хрупкого разрушения бетонной матрицы.

В заключение можно сказать, что предлагаемое техническое решение по повышению трещиностойкости бетона путем комплексного улучшения его структурно-механических свойств актуально на сегодняшний день, так как позволяет значительно расширить область применения некондиционных мелких песков, широко распространенных в Арктических зонах, для изготовления дорожных плит с улучшенными эксплуатационными свойствами, в частности повышенной долговечности при строительстве дорог и аэродромов.

### **Библиографический список**

1. Рабинович Ф.Н. Композиты на основе дисперсно армированных бетонов. Вопросы теории и проектирования, технология, конструкции: монография. М.: АСВ, 2004. 560 с.

2. Трофимов В.И. Улучшение деформативных свойств бетона введением наполнителя из резиновой крошки // Проблемы качества строительных материалов и СМК предприятий: Международный сборник научных трудов. Новосибирск: НГАСУ, 2011. С. 122–126.

3. Патент РФ № 2433219, МПК: E01C 5/06. Дорожная плита / Трофимов В.И., Белов В.В., Степанов Е.А., 2011.

4. Трофимов В.И. Использование фибры повышенного сцепления в бетонах для транспортного строительства / Саморазвивающаяся среда технического университета: материалы Всероссийской научно-практической конференции. Тверь: ТвГТУ, 2017. С. 207–213.

5. Трофимов В.И., Джабаров А.С., Леушкин В.Ю. Комбинированная дорожная плита для строительства на мерзлых грунтах // Актуальные проблемы строительства, строительной индустрии и архитектуры: сборник

материалов XX Международной научно-технической конференции. Тула: ТулГУ, 2019. С. 294–296.

6. Гладких А.С., Кретов В.А. Повышение морозостойкости низкомарочных бетонов, используемых для устройства оснований дорожных одежд // Научный вестник ВГАСУ. Строительство и архитектура. 2009. № 4 (16). С. 166–172.

## **IMPROVEMENT OF THE EFFICIENCY OF CEMENT CONCRETE ROAD COVERINGS IN ARCTIC ZONES**

**Trofimov V.I., Egorov A.R., Vasyuchkov K.A., Nekrasov K.G.**

***Abstract.** The article discusses the issue of increasing the efficiency of road plates in the case of their manufacture on the basis of substandard fine sand when used in difficult climatic conditions of construction. It is proposed to increase the crack resistance of concrete and reduce its fragility to use a comprehensive solution: to include composite microgrids in the composition of concrete to strengthen its structure and rubber crumb to improve deformation properties. The performed tests of model dispersed concrete and microbread samples reinforced with microgrids prove the possibility of increasing the bearing capacity of road slabs made on the basis of substandard fine sands.*

***Keywords:** road slab, fine sands, composite fiber, rubber crumb, construction, properties.*

Об авторах:

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

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

Егоров Андрей Романович – студент кафедры производства строительных изделий и конструкций, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», Тверь.

Egorov Andrey Romanovich – Student of the Department of Production of Building Products and Structures, Tver State Technical University, Tver.

Васючков Константин Алексеевич – студент кафедры производства строительных изделий и конструкций, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», Тверь.

Vasyuchkov Konstantin Alekseevich – Student of the Department of Production of Building Products and Structures, Tver State Technical University, Tver.

Некрасов Кирилл Геннадьевич – студент кафедры производства строительных изделий и конструкций, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», Тверь.

Nekrasov Kirill Gennad'evich – Student of the Department of Production of Building Products and Structures, Tver State Technical University, Tver.

УДК 69.07

## ОПТИМАЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ БЕЗБАЛОЧНЫХ ПЕРЕКРЫТИЙ КАРКАСНЫХ ЗДАНИЙ

Чубарова А.А.

© Чубарова А.А., 2021

***Аннотация.** Статья посвящена оптимальному проектированию строительных конструкций. В работе представлена методика оптимизации безбалочных перекрытий каркасных зданий. Изложены рекомендации по повышению эффективности применения безбалочных перекрытий в строительной практике.*

***Ключевые слова:** оптимизация, безбалочное перекрытие, строительство, толщина перекрытия.*

В настоящее время в строительстве актуальной остается задача создания совершенных конструкций, с одной стороны, обладающих высокой экономической эффективностью, а с другой – высокой надежностью и длительным сроком службы. Обычная задача состоит в проектировании конструкции, которая воспринимает действующие на нее нагрузки и удовлетворяет всем сводам правил по обеим группам предельных состояний. Как правило, решение этой задачи неоднозначно, т. е. существует некоторое множество решений, удовлетворяющих указанным требованиям. Это обстоятельство и открывает возможности для оптимального проектирования, позволяющего находить наиболее совершенное конструктивное решение из области возможных.

Изучение международного опыта показывает, что оптимальному проектированию железобетонных перекрытий посвящено недостаточное количество исследований. Основными недостатками имеющихся работ являются:

расчет железобетонных плит по методам теории упругости без учета их пластической работы;

выбор критерия оптимизации, не позволяющего оценить эффективность капиталовложений в строительство и/или ущерб от вероятностного отказа конструкции;

оценка ущерба от разрушения без учета затрат, которые целесообразно инвестировать в сохранение человеческой жизни.

Учитывая рост объемов строительства жилых многоэтажных каркасных зданий, а также тот факт, что стоимость и трудозатраты на устройство перекрытий этих зданий составляют значительную часть от общих соответствующих показателей, представляется целесообразным разработать методику оптимального проектирования для безбалочных монолитных перекрытий каркасных зданий.

### **Методика исследования**

Для разработки методики оптимизации необходимо:

- принять критерий оптимальности;
- составить целевую функцию;
- назначить ограничения целевой функции;
- подобрать методы для проверки этих ограничений;
- указать параметры оптимизации;
- выбрать метод поиска оптимального решения.

Так как целью проектирования считается минимизация стоимости конструкций на протяжении всего срока службы и расчет перекрытий будет производиться с учетом шага и площади сечения колонн, примем в качестве критерия оптимальности стоимость конструкции на протяжении всего срока службы, приведенной на  $1 \text{ м}^2$  площади здания.

Таким образом, целевая функция задачи оптимизации имеет вид

$$C_b + C_m + \sum p_f \cdot C_f \rightarrow \min,$$

где  $C_b$  – затраты на строительство колонн и перекрытий с учетом стоимости организационно-технических работ;  $C_m$  – эксплуатационные затраты организационно-технических работ;  $p_f$  – вероятность отказа;  $C_f$  – стоимость последствий отказа.

Ограничения целевой функции – это требования, предъявляемые к конструкции [1]. При решении задачи оптимизации безбалочных монолитных перекрытий можно выделить 8 групп требований:

- 1) требования, предъявляемые к размерам элементов;
- 2) требования, предъявляемые к материалам;
- 3) конструктивные требования;
- 4) условия для определения внешних усилий;
- 5) условия для определения внутренних усилий;
- 6) ограничения 1-й группы предельных состояний;
- 7) ограничения 2-й группы предельных состояний;
- 8) ограничения, обусловленные необходимостью защиты здания от прогрессирующего обрушения.

Для проверки этих ограничений использовались методы предельного равновесия, грузовых площадей, предельных состояний, связей усилий, упрощенный деформационный и др. [2].

Параметры оптимизации – это величины, значения которых меняются в процессе решения задачи [1]. Для рассматриваемой задачи ими являются:

- площадь сечения колонны,
- отношение высоты сечения колонны в ширине сечения,
- толщина плиты перекрытия,
- шаг колонн,
- прочность бетона колонн и перекрытий,
- коэффициент соотношения моментов.

Учитывая количество и значимость указанных выше параметров, поиск оптимального решения будем осуществлять на основании метода последовательного перебора вариантов, который позволяет находить глобальные экстремумы функций и обладает при этом простым алгоритмом.

#### **Рекомендации по повышению эффективности**

Изложенная выше методика была реализована в виде компьютерной программы. Это позволило оптимизировать свыше 10 конструктивных решений, благодаря чему были разработаны следующие рекомендации:

1. Назначение рациональных геометрических размеров конструкций.

Соотношение соседних пролетов в перекрытии следует принимать в зависимости от нагрузки на перекрытие и размеров максимального пролета. Для этого можно воспользоваться номограммой, приведенной на рис. 1.

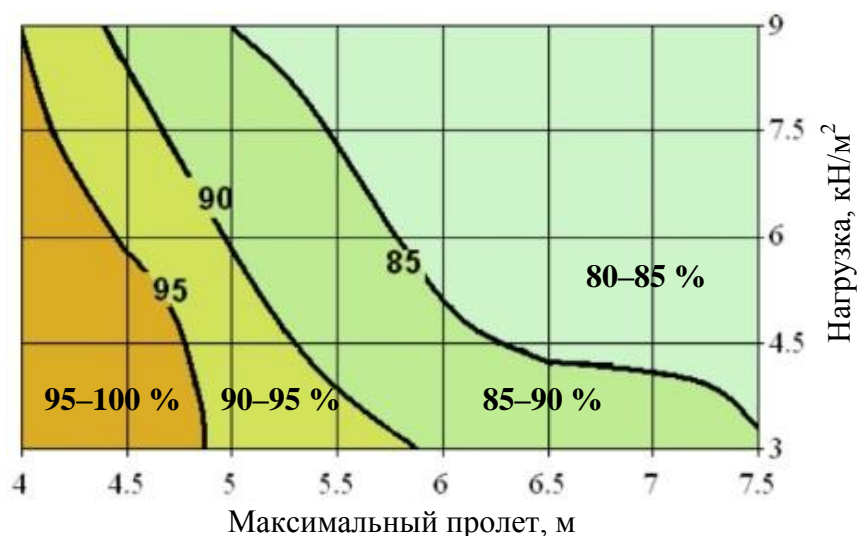


Рис. 1. Номограмма для определения оптимального соотношения пролетов

Толщина перекрытий принимается равной от 1/40 до 1/16 размера максимального пролета. Более точное значение можно определить из номограммы на рис. 2.

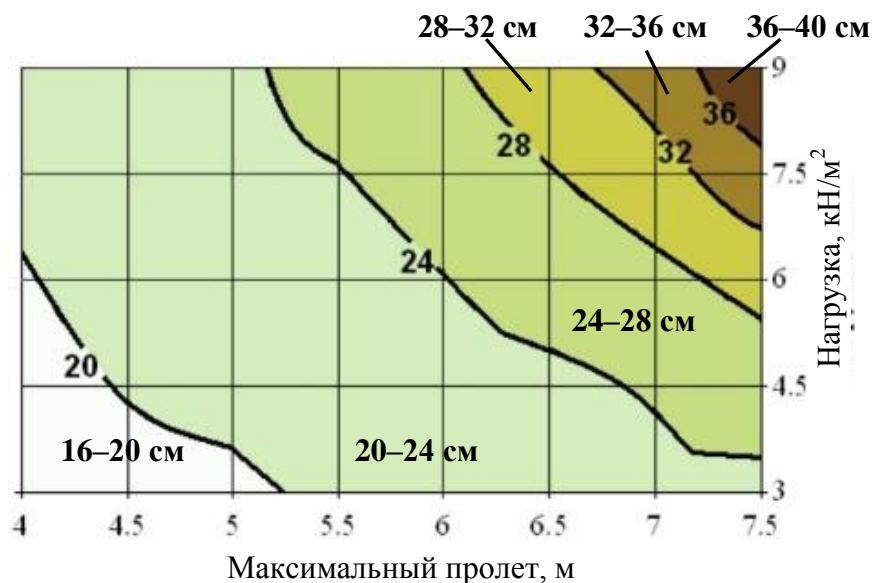


Рис. 2. Номограмма для определения оптимальной толщины перекрытия

Площадь сечения опор следует принимать равной от 1/200 до 1/120 от площади ячейки перекрытия по номограмме, приведенной на рис. 3.

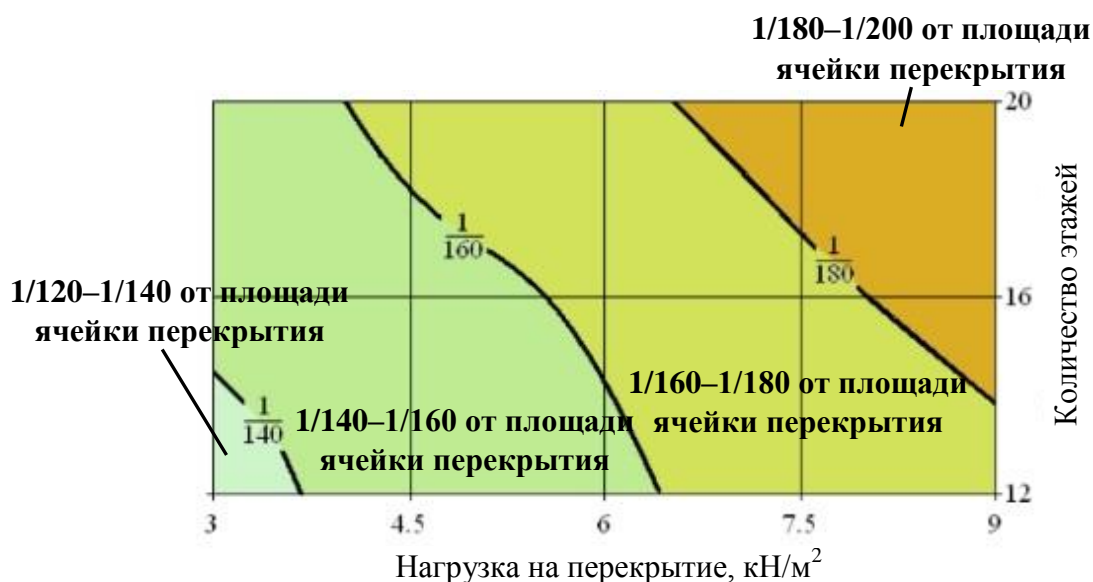


Рис. 3. Номограмма для определения оптимальной площади сечения колонн

2. Использование для изготовления конструкций тяжелых бетонов с наиболее высоким классом по прочности из возможных.

3. Применение для расчета перекрытий методов, позволяющих учесть нелинейную работу конструкции и перераспределение усилий, например метод предельного равновесия. Коэффициент соотношения моментов в пластических шарнирах при этом следует назначать близким к 0,5. О рациональности конструктивного решения перекрытия можно судить по расходу стали, требуемому на ее изготовление. Оптимальный расход стали можно определить в зависимости от максимального пролета и нагрузки на перекрытие по номограмме, представленной на рис. 4.

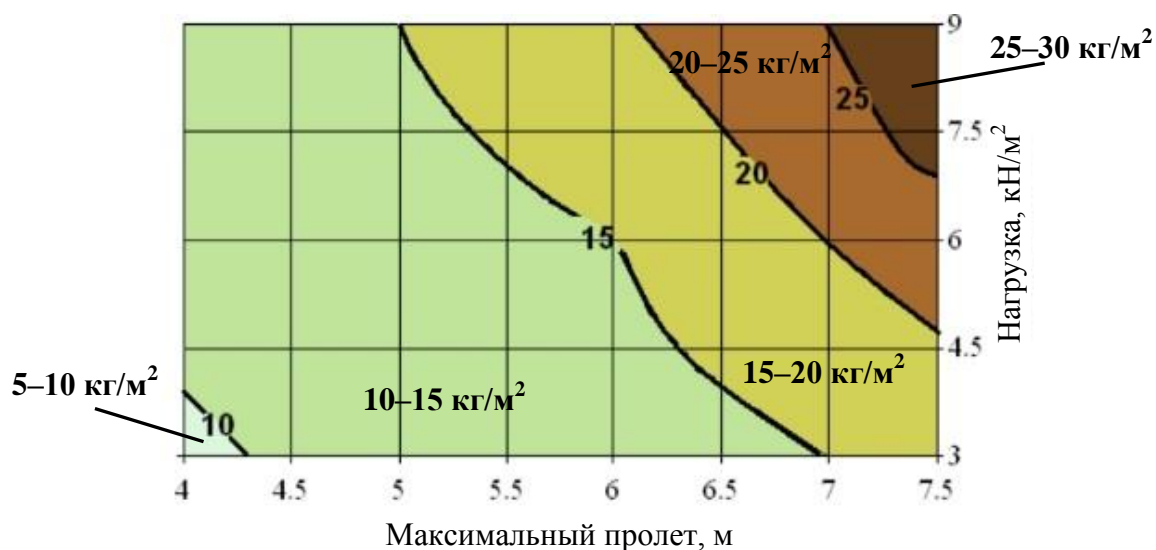


Рис. 4. Номограмма для определения оптимального расхода стали

### Выводы

1. Оптимальное проектирование позволит создавать экономичные строительные конструкции без потерь их качества и надежности.
2. Реализация методики оптимизации в виде программного обеспечения для ЭВМ позволит рассмотреть значительное количество вариантов проектных решений за короткий промежуток времени.
3. Использование рекомендаций авторов, составленных благодаря обобщению результатов оптимизации множества проектных решений, позволит повысить эффективность применения безбалочных перекрытий в строительной практике.

### Библиографический список

1. Рекомендации по оптимальному проектированию железобетонных конструкций. М: НИИЖБ Госстроя СССР, 1981. 170 с.
2. СП 63.13330.2018. Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003 (с изменением № 1). М.: Минрегион России, 2018. 128 с.

## OPTIMAL DESIGN OF REINFORCED CONCRETE SLABS IN TIMBER FRAME BUILDINGS

Chubarova A.A.

**Abstract.** *This article is devoted to the optimal design of building structures. The paper presents a method for optimizing the girderless floors of frame buildings. The article presents recommendations for improving the efficiency of the use of girder-free floors in construction practice.*

**Keywords:** *optimization, reinforced concrete slab, the construction, the thickness of the slab.*

Об авторе:

Чубарова Анастасия Александровна – магистрант кафедры конструкций и сооружений, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», Тверь. E-mail: artemovanastya2497@mail.ru

Chubarova Anastasia Aleksandrovna – Master Student of the Department of Construction and Structures, Tver State Technical University, Tver.

УДК 69.07

## ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИИ И ТЕХНОЛОГИИ ВОЗВЕДЕНИЯ БЕЗБАЛОЧНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПЕРЕКРЫТИЙ

Чубарова А.А.

© Чубарова А.А., 2021

**Аннотация.** *Рассмотрены варианты конструктивно-технологических решений железобетонных безбалочных перекрытий в многоэтажных зданиях.*

**Ключевые слова:** *безбалочное перекрытие, технология, монтаж.*

На современном этапе железобетонные безбалочные перекрытия нашли широкое применение в строительстве многоэтажных каркасных гражданских зданий.

Безбалочные железобетонные перекрытия являются наиболее надежными и долговечными и отличаются от других тем, что плоская железобетонная плита без каких-либо выступающих составных частей и приспособлений непосредственно жестко связана с колоннами.

По способу возведения железобетонные безбалочные перекрытия делятся на сборные, сборно-монолитные и монолитные.



Сборное железобетонное перекрытие (рис. 1) монтируется крановым оборудованием непосредственно на строительной площадке. Для ускорения сроков строительства плиты изготавливают на заводе ЖБК с применением определенных классов бетона и арматурной стали. После чего их транспортируют на строительную площадку и монтируют в определенной последовательности краном.

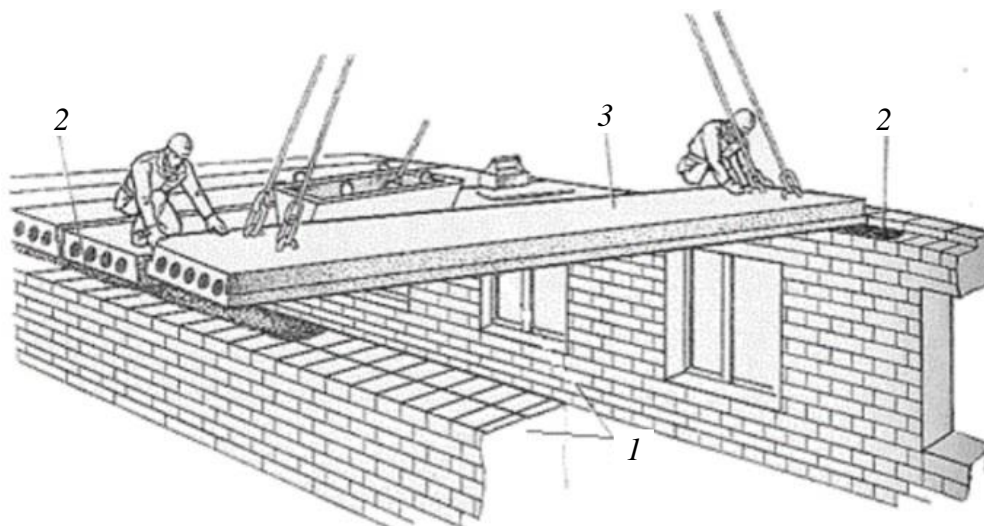


Рис. 1. Монтаж сборного перекрытия: 1 – несущие стены; 2 – монтажный раствор; 3 – плита перекрытия

К достоинствам данного вида перекрытия относятся [2]:

быстрота монтажа – зависит от монтируемой высоты здания и количества элементов перекрытий;

долговечность – если сохранять те условия эксплуатации, для которых такая плита рассчитана, то перекрытие служит не менее 50 лет;

индивидуальный расчет не нужен – плиты перекрытия рассчитаны для определенного диапазона нагрузок, в процессе проектирования необходимо выбрать из справочника необходимую плиту с подходящими размерами.

К недостаткам относятся:

стоимость – цена на сами плиты довольно велика, также необходимо учесть стоимость транспортирования и работу подъемного механизма, который обязательно потребуется;

необходимая заделка стыков – монтажные стыки требуется заполнить цементно-песчаным жестким раствором;

ровная поверхность пола и потолка – часто не достигается при монтаже и поэтому требует дополнительной отделки.

Сборно-монолитное железобетонное перекрытие (рис. 2) монтируется непосредственно на строительной площадке. Представляет собой несущие балки, размещенные с определенным шагом. На них уложены

облегченные (относительно тяжелого бетона) вкладыши (имеются в виду блоки размерами, примерно равными шагу и высоте несущих балок). Поверх вкладышей по всей площади перекрытия укладывается арматурная сетка и производится заливка бетона [1].

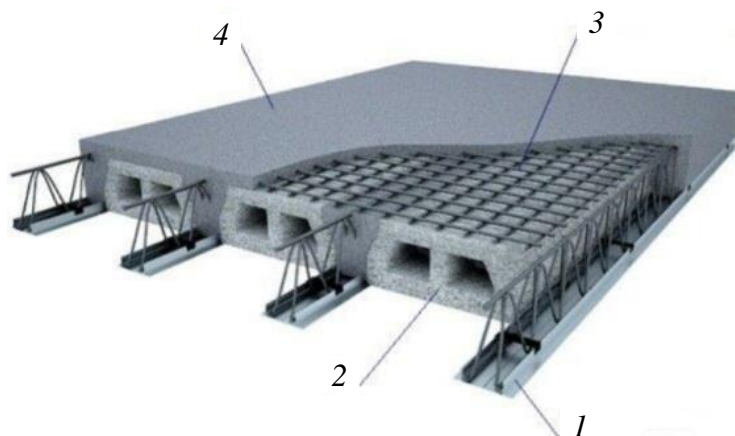


Рис. 2. Устройство сборно-монолитного перекрытия: 1 – несущая балка; 2 – пустотный блок; 3 – арматурная сетка; 4 – бетон

К достоинствам данного вида перекрытия относятся:  
дешевизна – стоимость изготовления такого перекрытия ниже, чем в других вариантах;

долговечность – если сохранять те условия, для которых данное перекрытие рассчитано, то оно может прослужить более 100 лет;

индивидуальный расчет не нужен – вкладыши рассчитаны с большим запасом прочности, для проектирования перекрытия необходимо учитывать только размер;

звукоизоляция – так как в структуре перекрытия имеются материалы с высокой пористостью, звук проходит хуже;

покрытие пола – если соблюдены определенные требования по уходу за бетоном, то дополнительной стяжки не требуется.

К недостаткам относятся:

скорость монтажа – помимо опалубки, арматуры и укладки бетона, необходимо установить несущие балки и уложить вкладыши (зависит также от монтируемой высоты здания и количества элементов перекрытий);

трудоемкость – по данному критерию оно сравнимо с монолитным перекрытием, иногда превосходит его;

ровная поверхность – со стороны потолка трудно достичь единой поверхности, поэтому требуется дополнительная отделка.

Монолитное железобетонное перекрытие (рис. 3) монтируется без кранового оборудования непосредственно на строительной площадке. Представляет собой монолитную плиту, опертую на стены, колонны.

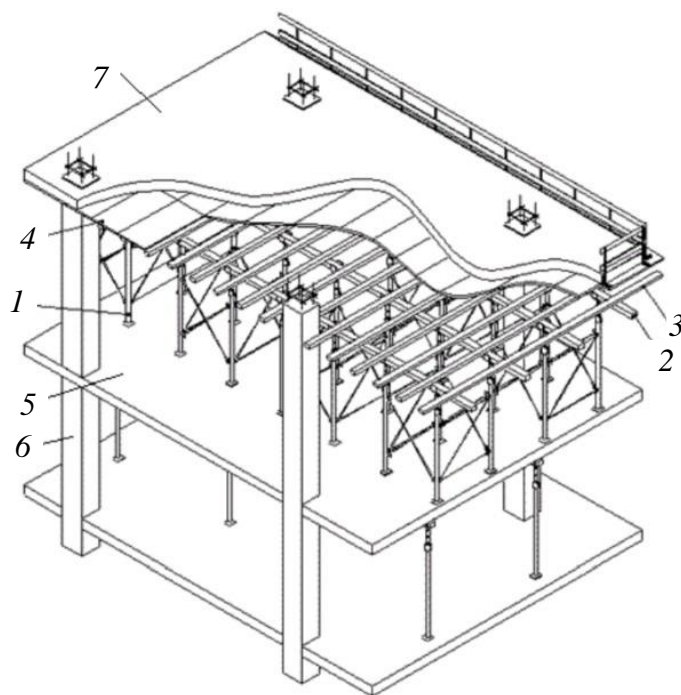


Рис. 3. Технология возведения монолитного перекрытия:  
 1 – опорная стойка; 2 – главная балка; 3 – второстепенная балка;  
 4 – настил; 5 – готовая плита перекрытия; 6 – колонна;  
 7 – монтируемое перекрытие

К достоинствам данного вида перекрытия относятся:  
 повышенная несущая способность – в сравнении с другими видами монолитное перекрытие является самым надежным;  
 возможности объемно-планировочных решений шире;  
 толщина перекрытия минимальная;  
 долговечность – если сохранять те условия, для которых такая плита рассчитана, то перекрытие служит более 50 лет;  
 покрытие пола – если соблюдены определенные требования по уходу за бетоном, то дополнительной стяжки не требуется.

К недостаткам относятся:  
 стоимость – обычный бетон является сезонным материалом, в зимнее время необходимо применять различные добавки, а для увеличения прочности его необходимо выдерживать при определенной температуре, которую можно получить различными способами прогрева, все это может повысить стоимость данного способа;  
 нужен индивидуальный инженерный расчет – в расчете данной плиты существует много конструктивных особенностей, которые в обязательном порядке необходимо учесть;  
 трудоемкость – подготовительные, монтажные процессы требуют определенного промежутка времени;  
 машиноёмкость – требуется определенное оборудование для подачи бетона;

звукоизоляция – так как конструкция монолитная, то, как правило, требуется дополнительный звукоизоляционный слой.

Опыт проектирования и строительства перекрытий различных видов показал, что в монолитном перекрытии легче можно достичь оптимального решения (минимизации расхода бетона, содержания арматурной стали), в том числе в местах сопряжения с другими несущими элементами.

Одним из недостатков монолитных перекрытий, выполняемых в построечных условиях, является ограниченность пролетов между опорными несущими конструкциями (колоннами). Для увеличения пролетов приходится существенно повышать толщину перекрытия или использовать предварительное напряжение арматуры, выполненное в построечных условиях.

С учетом этого более перспективным представляется вариант монолитного перекрытия увеличенных пролетов с использованием предварительно напряженной арматуры.

Данная тема является актуальной и требует дальнейшего исследования.

#### **Библиографический список**

1. Богачева С.В., Никулин А.И. Расчет по прочности нормальных сечений сборно-монолитных перекрытий каркасных зданий // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2018. № 4. С. 33–37.

2. Выбор перекрытия: сборное железобетонное. URL: <http://svoydomtoday.ru/perekrytie/368-sbornoegelezobetonnoye-perekritie.html> (дата обращения: 23.12.2020).

### **FEATURES DESIGN AND TECHNOLOGY OF ERECTION OF REINFORCED CONCRETE BEAMLESS SLABS**

**Chubarova A.A.**

***Abstract.** Variants of structural and technological solutions of reinforced concrete girderless floors in multi-storey buildings are considered.*

***Keywords:** girderless floor, technology, installation.*

Об авторе:

Чубарова Анастасия Александровна – магистрант кафедры конструкций и сооружений, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», Тверь. E-mail: [artemovanastya2497@mail.ru](mailto:artemovanastya2497@mail.ru)

Chubarova Anastasia Aleksandrovna – Master Student of the Department of Construction and Structures, Tver State Technical University, Tver.

## СЕКЦИЯ 4. МАШИНОСТРОЕНИЕ И МЕТАЛЛООБРАБОТКА

УДК 691-423

### ИННОВАЦИОННЫЕ СЕЧЕНИЯ ПРОФИЛЕЙ И ИХ АКТУАЛЬНОСТЬ НА РЫНКЕ

Крылов Д.Ю.

© Крылов Д.Ю., 2021

*Аннотация.* В статье рассматриваются инновационные решения на рынке металлопроката, новые виды металлопрофилей и приводится их обоснование в соответствии с источниками.

*Ключевые слова:* новый металлопрофиль, тонколистовой металлопрофиль, сечение,  $\Sigma$ -образный профиль, Z-образный профиль, металлоемкость.

Трудно составить единую базу по видам производящихся в современном металлопрокате профилей по причине того, что разновидностей их форм и сечений стало слишком много, учесть каждого изготовителя в среде постоянно вносимых изменений просто невозможно. Как правило, это решается на уровне производителя, потому что каждый прокатный завод имеет определенное количество станков для металлопроката. Ведение подробной базы характеристик производимых профилей остается личной прерогативой, которая помогает облегчить дальнейшую продажу и внедрение продукции в различные сферы жизни.

В других ситуациях заказчик сам находит производителя, который в дальнейшей перспективе после реновации или адаптации производства остается долгосрочным поставщиком, проектирующим нечто «уникальное», созданное только для его продукции.

Основной целью всех вкладов в реализацию и совершенствование является создание более выгодного предложения на рынке. Для этого существует патентирование производимой продукции и инновации, благодаря которым продукт может оставаться «уникальным» и востребованным на рынке.

В статье мы приведем некоторые инновационные сечения тонколистовых металлопрофилей, опишем основные достоинства и исследуем необходимость их появления с точки зрения требований рынка металлопроката и экономических исследований.

Начнем с  $\Sigma$ -образного (сигма) профиля. На основе источника [1] узнаем, что главным преимуществом профилей такого типа является высокая несущая способность балок при меньшей металлоемкости.

Если взять для сравнения  $\Sigma$ -профиль и двутавровую балку, то при их одинаковой несущей способности балка из  $\Sigma$ -профиля будет иметь значительно меньший вес, чем двутавровая. Приведем конкретные примеры, используя геометрические и прочностные характеристики обоих типов сечений.

Так, если сравнить инерционные характеристики  $\Sigma$ -профиля с сечением 200×2,0 мм и двутавра № 10, в частности момент инерции ( $J_x$ ), то у сигмы он будет больше ( $J_x = 439,3 \text{ см}^4$ ), чем у двутавра ( $J_x = 198 \text{ см}^4$ ). Далее момент сопротивления ( $W_x$ ) для  $\Sigma$ -профиля 200×2,0 мм ( $W_x = 43,93 \text{ см}^3$ ) немного больше момента сопротивления двутавра № 10 ( $W_x = 39,7 \text{ см}^3$ ). При почти одинаковых прочностных характеристиках  $\Sigma$ -профиля 200×2,0 мм и двутавра № 10, вес 1 пог. м (сигмы) составляет 5,86 кг, в то время как двутавра № 10 – 9,46 кг. Следовательно, вес  $\Sigma$ -профиля 200×2,0 мм меньше веса двутавра № 10 более чем на 60 %.

Почти такими же возможностями обладает тонколистовой Z-образный профиль. Для примера сравним два решения покрытия зданий с помощью использования 12-метровых ферм одинаковой конструкции, при этом шаг прогонов составляет 1 640 мм [2].

В результате принято, что на здание размером 33×126 м потребуется одинаковое количество швеллеров и Z-образного профиля в общем объеме 3 780 пог. м. Однако разница массы при схожих несущих характеристиках швеллера и Z-профиля колоссальна. Общая расчетная масса для швеллера составляет 39 310 кг, в то время как для Z-профиля – 13 230 кг, т. е. почти в 3 раза.

К таким же инновационным профилям можно отнести тонколистовые С-образный и Е-образный профили, а также тонколистовые швеллеры (направляющие), уже давно применяемые в строительстве в качестве легких, быстровозводимых каркасов для перегородок. Важно не забывать, что характеристики таких сечений могут подразумевать только узкое направление в эксплуатации, что вносит некоторые ограничения. Например, более слабое сопротивление при кручении стержня нового профиля является следствием необходимости создания высокого сопротивления на изгиб и т. д.

Особое место в строительной индустрии занимают легкие стальные тонкостенные конструкции (ЛСТК), имеющие ряд технологических и эксплуатационных достоинств (легкость, быстровозводимость и т. д.) [3]. Однако столь важное свойство, как легкость, может заметно сказаться на несущей способности конструкции. Поэтому ЛСТК перед их внедрением в строительство должны быть подвергнуты тщательному анализу по несущей способности.

Несмотря на столь широкую распространенность подобных конструкций в России, на сегодняшний день имеются существенные недостатки нормативной, методической и расчетно-вычислительной баз по расчету ЛСТК [3].

Согласно исследованиям Национального исследовательского университета экономики [4], на рынке плоского металлопроката в последние годы конъюнктура в сталелитейном комплексе находится под давлением ощутимых и труднопредсказуемых факторов. Отличительными чертами современной стальной промышленности являются перепроизводство, ужесточение конкуренции и «торговые войны». Глубокий кризис, который переживает мировая металлургия, привел в 2015 г. к отрицательной динамике выплавки стали (впервые с 2009 г.). Переломным для мировой стальной промышленности стал 2017 г., по итогам которого выпуск стали в мире достиг очередного исторического максимума (1,7 млн тонн). По оперативным данным, в первом полугодии 2018 г. мировое производство стали выросло на 4,6 % [4].

Несмотря на положительную динамику спроса, в мире сохраняется проблема избыточности металлургических мощностей, их загрузка в течение 2017 г., по оценке WSA, колебалась в диапазоне 70–74 %. Следствием стало усиление конкуренции на региональных рынках, ведущее к протекционистским мерам со стороны отдельных государств. В последнее время применительно к ситуации на глобальном рынке все чаще используется термин «стальные войны», ярко иллюстрирующий остроту проблемы [4].

В целом главный тренд в российской металлургии – стремление производителей перейти на выпуск продукции с высокой добавленной стоимостью. В этом контексте закономерным было значительное (+19 %) наращивание мощностей по выпуску проката с покрытиями в период 2015–2017 гг. [4].

Следствием снижения платежеспособного спроса является изменение товарной структуры потребления проката с покрытием: спрос смещается в сторону уменьшения толщин металла. Так, по данным компании «Металл Профиль», доля стали с покрытием толщиной 0,45–0,5 мм, применяемой для производства изделий, за период 2012–2016 гг. снизилась на 20 процентных пункта (до 45 %). Доля стали толщиной 0,35–0,4 мм выросла с 6 до 13 %. Доля тонкого металла 0,3–0,35 мм, который раньше считался некачественным и практически не использовался, составила в 2016 г. 12 % [4].

В целом, как и говорилось вначале, главной тенденцией создания описанных в статье металлопрофилей является установление приемлемой цены, а соответственно, и спроса на прокатную продукцию.

### **Библиографический список**

1. Основные заблуждения при выборе производителя мезонинных платформ. URL: <https://www.metall-form.ru/stati/osnovnye-zabluzhdeniya-pri-vybore.html> (дата обращения: 25.11.2020).

2. Обоснования преимуществ использования Z-образных прогонов. URL: <http://uzpr.ru/news?id=4> (дата обращения: 25.11.2020).

3. Интернет-журнал «Строительство уникальных зданий и сооружений». 2013. № 7: «Напряженно-деформированное состояние элементов каркасных сооружений из тонкостенных стержней». URL: [https://unistroy.spbstu.ru/userfiles/files/2013/7\(12\)/10\\_rybakov\\_gamayunova\\_12.pdf](https://unistroy.spbstu.ru/userfiles/files/2013/7(12)/10_rybakov_gamayunova_12.pdf) (дата обращения: 25.11.2020).

4. Волкова А.В. Рынок плоского металлопроката. URL: <https://dcenter.hse.ru/data/2018/12/15/1144525311/Рынок%20плоского%20металлопроката%202018.pdf> (дата обращения: 25.11.2020).

## **INNOVATIVE SECTIONS OF PROFILES AND THEIR RELEVANCE ON THE MARKET**

**Krylov D.Y.**

***Abstract.** This article discusses innovative solutions in the rolled metal market, new types of metal profiles and provides their justification based on sources.*

***Keywords:** new metal profile, thin sheet metal profile, section,  $\Sigma$ -shaped profile, Z-shaped profile, metal consumption.*

Об авторе:

Крылов Дмитрий Юрьевич – магистрант, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», Тверь. E-mail: [Dima\\_Krylov96@mail.ru](mailto:Dima_Krylov96@mail.ru)

Krylov Dmitry Yurievich – Master Student, Tver State Technical University, Tver. E-mail: [Dima\\_Krylov96@mail.ru](mailto:Dima_Krylov96@mail.ru)

Научный руководитель – Яковлев Сергей Геннадьевич, доцент кафедры конструкций и сооружений, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», Тверь.

Research manager – Yakovlev Sergey Gennadievich, Associate Professor of the Department of Constructions and Structures, Tver State Technical University, Tver.



## СЕКЦИЯ 5. ХИМИЯ, ХИМИЧЕСКАЯ И БИОТЕХНОЛОГИЯ

УДК 661.746.44

### **Pt-СОДЕРЖАЩИЕ КАТАЛИЗАТОРЫ ДЛЯ «ONE-POT» КОНВЕРСИИ ЦЕЛЛОБИОЗЫ В ГЛЮКОНОВУЮ КИСЛОТУ**

**Антонов Е.В., Кислица О.В., Манаенков О.В.**

© Антонов Е.В., Кислица О.В.,  
Манаенков О.В., 2021

***Аннотация.** В статье изучена возможность использования Pt-содержащих катализаторов на основе мезопористой полимерной матрицы сверхсшитого полистирола (СПС), а также цеолита ZSM-5-ЦВМ в одностадийном процессе конверсии целлобиозы в глюконовую кислоту. Показано, что максимальный выход глюконовой кислоты (17,9 %) наблюдается при использовании Pt-содержащего катализатора 3 % Pt/СПС MN270; температуре реакции 120 °С; парциальном давлении кислорода 5 бар; времени реакции 3 ч.*

***Ключевые слова:** целлобиоза, глюконовая кислота, сверхсшитый полистирол, цеолит, окисление, глюкоза.*

Растительная биомасса – это самый богатый возобновляемый источник сырья для химической и топливной промышленности. Разработка низкотемпературных, высокоселективных каталитических путей конверсии целлюлозы, обладающей прочной кристаллической структурой, образованной  $\beta$ -1,4-гликозидными связями, в различные химические вещества или молекулы-платформы, которые затем могут быть преобразованы в другие вещества в мягких условиях, является очень перспективной областью исследований, поскольку нефтегазовые запасы ограничены, а производные данным способом вещества смогут их заменить. К тому же данный метод производства является безопасными в рамках развития «Зеленой химии» [1, 2].

В настоящее время большое количество глюконовой кислоты (ГК) производится биотехнологическим путем, окислением глюкозы в присутствии глюкооксидазы при температуре 25–35 °С и рН 5,0–7,5 с постоянным поддержанием концентрации D-глюкозы 40–60 %. Выход ГК составляет 95 %. Недостатком данного метода является высокая стоимость фермента глюкооксидазы. В таком случае используются некоторые штаммы микроорганизмов, таких как *Tricholoma robustum*, *Zygomonas mobilis* и некоторых других, из которых возможно выделение глюкооксидазы [3].

Для прямого окисления целлюлозы можно использовать катализаторы на основе смеси золота с цезием, согласно литературным данным, выход ГК составляет до 96 % в зависимости от содержания цезия [4]. Также возможно использование катализаторов на основе хлорида железа (III), выход ГК будет составлять 50 % [5], или использование рутениевых катализаторов, выход ГК – 21 % [6].

В данной работе исследована возможность применения для процесса конверсии целлобиозы в ГК гетерогенных каталитических систем на основе сверхсшитого полистирола (СПС), а также цеолита ZSM-5-ЦВМ. В качестве активной фазы, катализирующей реакцию окисления глюкозы, были использованы нанокластеры платины, нанесенные на поверхность СПС, нанокластеры платины, нанесенные на цеолит, и смесь кластеров платины и оксида вольфрама (VI), нанесенных на цеолит. В качестве субстрата использовалась D-(+)-целлобиоза (Sigma-Aldrich, США); синтез катализаторов осуществлялся на основе нефункционализованного СПС марки MN270 (Purolite Int., Великобритания). Процесс конверсии целлобиозы проводили с использованием лабораторной установки (рис. 1).

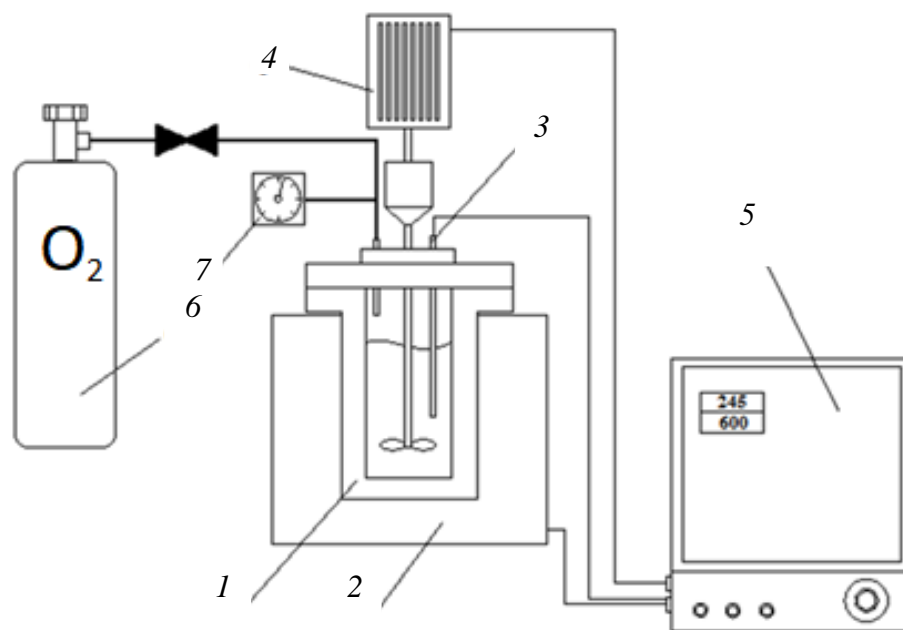


Рис. 1. Общая схема лабораторной установки: 1 – реактор высокого давления ( $50 \text{ см}^3$ ); 2 – нагреватель; 3 – термопара; 4 – привод мешалки; 5 – контроллер реактора PARR 4843 (Parr Instrument, США); 6 – баллон с кислородом; 7 – манометр

В типичном эксперименте 0,2 г целлобиозы, 0,05 г катализатора 3 % Pt/СПС MN270 и 20 мл дистиллированной воды помещали в колбу реактора, герметизировали, несколько раз продували внутренний объем реактора кислородом под давлением 5 бар и включали нагрев при

постоянном перемешивании (100 об/мин). По достижении рабочей температуры обороты мешалки повышали до 600 об/мин. Данный момент служил началом отсчета времени эксперимента. Эксперименты проводились при температуре реакции 120 °С; парциальном давлении кислорода 5 бар; времени реакции 3 ч. По окончании эксперимента реактор быстро охлаждали; катализатор отделяли фильтрованием через бумажный фильтр; катализат разбавляли до 50 см<sup>3</sup> в мерной колбе. Анализ жидкой фазы катализата осуществлялся методом капиллярного зонного электрофореза при следующих условиях: ведущий электролит водный раствор триптофана (5 мМ) и NaOH (50 мМ); температура анализа 20 °С; длина волны детектора 280 нм (косвенное детектирование); напряжение +20 кВ; внутренний диаметр капилляра 50 мкм; длина капилляра до детектора 50 см; ввод пробы гидродинамический 3 с при давлении 30 мбар.

На рис. 2 представлены результаты исследования конверсии и выхода глюконовой кислоты в зависимости от используемого катализатора.

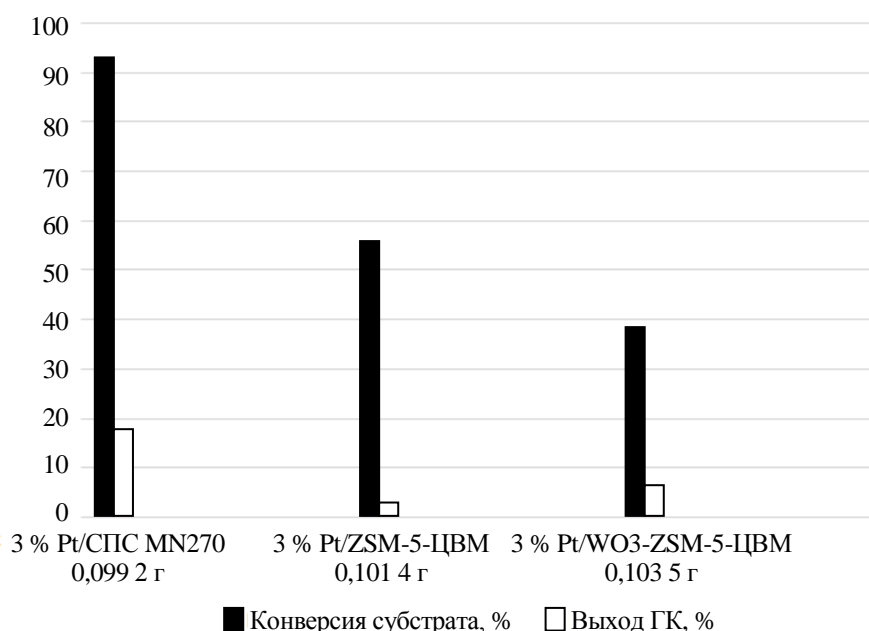


Рис. 2. Влияние типа катализатора на конверсию целлобиозы и выход глюконовой кислоты

Показано, что максимальный выход ГК наблюдается при использовании катализатора 3 % Pt/CPC MN270. Конверсия целлобиозы составляет 92,9 %, однако выход ГК достаточно мал и составляет 17,9 %. Предполагается, что по причине достаточно длительного проведения реакции, полученная ГК окисляется с образованием большого количества побочных продуктов, таких как муравьиная, гликолевая кислоты и др. Как видно из графика, платиновый катализатор и катализатор на основе смеси платины и оксида вольфрама (VI) показывают конверсию и выход ГК хуже, чем платиновый катализатор на СПС.

Таким образом, в ходе экспериментов было установлено, что платиновый катализатор на СПС обладает максимальной активностью в процессе конверсии целлобиозы в ГК. Однако, вероятно, длительное время реакции обуславливает невысокий выход целевого продукта. Для дальнейших исследований в данной теме необходимо снижение времени реакции без изменения температуры с использованием данных катализаторов, что позволит повысить конверсию целлобиозы и выход глюконовой кислоты.

*Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ (20-08-00079 и 18-29-06004).*

### **Библиографический список**

1. Limayem A., Ricke S.C. Lignocellulosic Biomass for Bioethanol Production: Current Perspectives, Potential Issues and Future Prospects // *Progress in Energy & Combustion Science*. 2012. Vol. 38. P. 449–467.

2. Mishima K., Matsuyama K. Effects of Salts on the Decomposition Behavior of Cellulose in Subcritical Water // *Water, Steam, and Aqueous Solutions for Electric Power*. 2005. Vol. 1. P. 350–353.

3. Исследования биокаталитического способа получения глюконовой кислоты / Е.П. Голикова, Н.В. Лакина, И.П. Шкилева, В.Г. Матвеева // *Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Химия. Биология. Фармация*. 2017. № 3. С. 40–44.

4. Selective Conversion of Cellobiose and Cellulose into Gluconic Acid in Water in the Presence of Oxygen, Catalyzed by Polyoxometalate-Supported Gold Nanoparticles / Dongli An, Aihua Ye, Weiping Deng, Qinghong Zhang, Ye Wang // *Chemistry a European Journal*. 2012. Vol. 18. P. 2938–2947.

5. Hongda Zhang, Ning Li, Xuejun Pan. Direct Transformation of Cellulose to Gluconic Acid in a Concentrated iron (III) Chloride Solution under Mild Conditions // *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*. 2017. Vol. 5. P. 4066–4072.

6. Simultaneous Formation of Sorbitol and Gluconic Acid from Cellobiose Using Carbon-supported Ruthenium Catalysts / Tasuku Komanoya, Hirokazu Kobayashi, Kenji Hara, Wang-Jae Chunc, Atsushi Fukuoka // *Journal of Energy Chemistry*. 2013. № 22 (2). P. 290–295.

## **Pt-CONTAINING CATALYSTS FOR «ONE-POT» CONVERSION OF CELLOBIOSE TO GLUCONIC ACID**

**Antonov E.V., Kislitsa O.V., Manaenkov O.V.**

***Abstract.** In the presented work, the possibility of using heterogeneous catalytic systems based on a mesoporous polymer matrix of hypercrosslinked polystyrene (HPS) and as well on the basis of zeolite ZSM-5-TsVM in a one-pot process of converting cellobiose into gluconic acid has been studied. It is shown*

*that the maximum yield of gluconic acid (17,9 %) is observed when using a Pt-containing catalyst 3 % Pt/HPS MN270; reaction temperature 120 °C; oxygen partial pressure 5 bar; reaction time 3 h.*

**Keywords:** *cellobiose, gluconic acid, hypercrosslinked polystyrene, zeolite oxidation, glucose.*

Об авторах:

Антонов Евгений Владимирович – магистрант кафедры биотехнологии, химии и стандартизации, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», Тверь. E-mail: evgen.antonov.2017@mail.ru

Antonov Evgeny Vladimirovich – Master Student of the Department of Biotechnology, Chemistry and Standardization, Tver State Technical University, Tver. E-mail: evgen.antonov.2017@mail.ru

Кислица Ольга Витальевна – канд. хим. наук, доцент кафедры биотехнологии, химии и стандартизации, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», Тверь. E-mail: kislitza@yandex.ru

Kislitsa Olga Vitaljevna – Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor of the Department of Biotechnology, Chemistry and Standardization, Tver State Technical University, Tver. E-mail: kislitza@yandex.ru

Манаенков Олег Викторович – канд. хим. наук, доцент кафедры биотехнологии, химии и стандартизации, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», Тверь. E-mail: ovman@yandex.ru

Manaenkov Oleg Victorovich – Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor of the Department of Biotechnology, Chemistry and Standardization, Tver State Technical University, Tver. E-mail: ovman@yandex.ru

УДК 577.15, 577.29, 604, 606

## **ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМОГО РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ ЭТИЛОВОГО СПИРТА**

**Базулева В.А., Прутенская Е.А.**

© Базулева В.А., Прутенская Е.А., 2021

***Аннотация.** В статье рассматривается одна из проблем современной энергетической промышленности. Предлагается использование возобновляемых источников энергии как альтернатива традиционным видам топлива. Анализируется возможность использования растительного природного сырья для нужд энергетической промышленности.*

Приводятся данные исследований бобового сырья в качестве топливного ресурса для производства этилового спирта.

**Ключевые слова:** растительная биомасса, бобовые культуры, биотопливо.

Из сырья растительного происхождения производят твердые, жидкие и газообразные биотоплива. В настоящее время наибольший интерес представляют корнеплоды (сахарная свекла, сладкий картофель), семена (зернобобовых и масличных культур), стебли (сахарный тростник, сорго). Ведутся работы по селекции и внедрению в производство новых специальных растений для производства биотоплива, в частности отличающихся неприхотливостью, способностью либо давать хороший урожай биомассы в целом (так называемых энергетических растений), либо хорошо продуцировать углеводы, масла или даже углеводороды.

Подготовка сырья заключается, как правило, в измельчении сырья и его водно-тепловой обработке; осахаривании под действием специальных ферментных препаратов; сбраживании сахаросодержащих сред под действием дрожжей (в ряде современных технологий стадии осахаривания и сбраживания совмещены); отгонке этанола, которую осуществляют на ректификационных установках; окончательном обезвоживании на цеолитах [1].

Сухие бобы фасоли (*Phaseolus vulgaris L.*) могут быть использованы в качестве сырья в производстве этанола. Nancy N. Nichols и его рабочая группа исследовала восемь сортов фасоли со средним содержанием крахмала 46 %. В ходе лабораторных испытаний выход этанола составлял 0,43–0,51 г этанола / г глюкозы (0,19–0,23 г этанола / г бобов). Средний выход этанола от теоретического был не ниже 92 %. Это свидетельствует о том, что крахмал фасоли может быть эффективно превращен в этанол. Для сбраживания использовался 20%-й раствор муки бобовых культур. Содержание твердых взвешенных частиц составляло 3,5–4,4 % (масс/об). После ферментации в сухих веществ сырого протеина было 37,1–43,6 %. Однако фасолева мука, в отличие от пшеничной, обладает высокой кислотностью 13,6 град. [2], что приводит к образованию побочных продуктов. В сброженном растворе были обнаружены кислоты, их количество составляло 13 % от абсолютно сухих веществ. По данным спиртовой промышленности, получение спирта наиболее эффективно из крахмала. С тонны крахмала выход спирта составляет 605 л, из кукурузы – 420 л, фасоли – 330 л, ржи – 300 л.

Таким образом, фасоль может быть использована в качестве сырья для получения этанола, однако целлюлозные оболочки, белок фасоли резко повышают содержание сухих веществ, применение полученной биомассы после ферментации не исследовано.

Спиртовая промышленность и энергетическая отрасль ставят непродуманные задачи перед исследователями:

- совершенствование технологии производства этанола;
- повышение стабильности производства;
- сокращение теплоэнергетических затрат;
- эффективное использование сырья, осаживающих материалов;
- повышение выхода спирта из единицы сырья и улучшение его качественных характеристик.

Для решения поставленных задач отечественными и зарубежными исследователями предлагаются различные схемы переработки крахмалсодержащего сырья в спиртовом производстве. Среди них активно развивается направление, посвященное совершенствованию технологий по подготовке сырья к сбраживанию с использованием низкотемпературных схем [3, 4]. Данные схемы имеют несомненные преимущества:

- уменьшение тепловой энергии на 30–40 %;
- минимальные потери сырья;
- вывод оборудования, работающего под давлением.

Также крахмал фасоли можно превратить в сахар ферментативным гидролизом, который будет использоваться для производства этанола. В работах Flávio Dias Mayer [4] изучается конверсия крахмала с помощью амилолитических ферментов. Крахмал получали путем стандартной методики замачивания в горячей воде. В дальнейшем осуществляется подбор концентрации крахмала и ферментов, которые приведут к более высокой конверсии восстановительных сахаров. Две серии экспериментов проводили после стадий желатинизации, сжижения и осаживания, заканчивая стадией ферментации. Было обнаружено, что увеличение концентрации  $\alpha$ -амилазы в 100–250 раз приводит к увеличению выхода крахмала на 23 %. Таким образом, можно найти оптимальную концентрацию фермента. Фермент глюкоамилазы оказался более эффективным, оценивался по скорости конверсии крахмала при меньшей концентрации крахмала (10 %) и фермента (10 ед/г). При одновременном осаживании и ферментации выход спирта был на 33 % выше, чем при обычном способе, достигнутая эффективность выше 70 %. Твердый остаток, выделенный после процесса ферментации, оказался высококачественной добавкой в корм для животных.

Однако данные технологии требуют энергоемких схем измельчения сырья, высоких доз ферментных препаратов, многоступенчатого осаживания сырья с усложнением аппаратурно-технологической схемы, а также в них не предусматривается повышение микробиологической чистоты сырья (общеизвестно, что в последнее время используется фуражное зерно с повышенным содержанием бактериальной и грибной микрофлоры).

Решение данных проблем может быть достигнуто путем использования высокотемпературных технологий [5, 6].

Для повышения скорости биоконверсии биомассы крахмала в ферментируемый сахар были разработаны технологии предварительной обработки [6]. Целью исследования Kongju National University было использование процесса экструзии с термостабильной  $\alpha$ -амилазой. При экструзии использовались различные температурные режимы: 95, 115 и 135 °С. Продуцентами биоэтанола была выбрана культура *Saccharomyces cerevisiae* (ATCC 24858). Значительное увеличение производства этанола было достигнуто путем использования термостабильной  $\alpha$ -амилазы во время процесса экструзии при температуре плавления 115 °С. Данные показали, что термостабильная  $\alpha$ -амилаза дает значительно повышенное содержание этанола при температуре плавления 115 °С со временем ферментации от 24 до 48 ч. Промышленное производство биоэтанола путем прямой ферментации после экструзии с термостабильной  $\alpha$ -амилазой и опускания стадии осахаривания будет очень эффективным для снижения затрат на производство этанола. Поэтому экструзию крахмала с термостабильной  $\alpha$ -амилазой можно применять для улучшения скорости биоконверсии в производстве этанола.

Для ускорения процесса осахаривания используют физико-химические методы, в том числе инфракрасную и ультразвуковую обработки крахмала. При использовании ультразвука происходит разрушение крахмала и высвобождение глюкозы [7, 8]. В исследованиях показано, что при данных способах предобработки сырья происходит повышение ферментативной атакуемости крахмала за счет деструкции полисахарида. Наибольшее выделение и деградация зерна амилозы до 80 % происходит при более высоких температурах – 65 °С. Возможность использования полученного раствора в спиртовой промышленности автором не проверялась.

Таким образом, существует достаточно большое количество методов, позволяющих использовать сухие бобы, а также крахмал фасоли для получения биоэтанола. Однако ни в одном исследовании не упоминается об использовании крахмалсодержащего сырья фасоли в производстве этанола после извлечения белковых веществ.

К сожалению, в России пока еще не используются технологии комплексной и глубокой переработки зерна фасоли, которые могли бы способствовать получению новых функциональных ингредиентов, а следовательно, и расширению ассортимента продуктов питания и фармацевтических препаратов. Перспективу широкого использования в различных отраслях промышленности имеет не только основной продукт простой переработки зерна фасоли – белковый изолят, но и побочный продукт – крахмалсодержащее сырье.

*Работа выполнена на основе финансируемого проекта РФФИ № 19-08-00185.*



### **Библиографический список**

1. Гельфанд Е.Д. Технология биотоплив: учебное пособие для магистрантов, обучающихся по направлению 240700.68 «Биотехнология». Архангельск: Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова, 2012. 60 с.
2. Новожилова Е.С., Рукшан Л.В. Использование фасоли в отрасли хлебопродуктов // Сборник трудов конференции «Пищевая наука, технология и техника». Польшив: Полиграфюг, 2013. С. 80–83.
3. Перспективная ресурсосберегающая технология производства фасоли: метод. рекомендации / А.С. Акулов [и др.]. М.: ФГНУ «Росинформротех», 2010. 36 с.
4. Conversion of Starch from Dry Common Beans (*Phaseolus Vulgaris* L.) to Ethanol / Nancy N. Nichols, Nongnuch Sutivisedsak, Bruce S. Dien, Atanu Biswas, William C. Lesch // *Industrial Crops and Products*. 2011. Vol. 33. P. 644–647.
5. Wang H., Ratnayake W.S. Physicochemical and Thermal Properties of *Phaseolus Vulgaris* L. var. Great Northern Bean Starch // *Journal of Food Science*. 2014. Vol. 79. P. 295–300.
6. Lin Myat, Gi-Hyung Ryu. Extrusion with Thermostable  $\alpha$ -amylase Injection as Pretreatment Method for Ethanol Production from Corn Starch // *Journal of Microbial & Biochemical Technology*. 2013. P. 47–053.
7. Руськина А.А., Попова Н.В., Руськин Д.В. Модификация крахмала с помощью ультразвукового воздействия как инструмент изменения его технологических характеристик // *Вестник ЮурГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии»*. 2018. Т. 6. № 1. С. 69–76.
8. Мищенко Е.В. Обзор использования ультразвукового экстрагирования компонентов из растительного сырья // *Вестник Орловского государственного Аграрного университета*. 2015. № 2 (53). С. 51–61.

### **PROSPECTS FOR THE USE OF RENEWABLE VEGETABLE RAW MATERIALS IN THE PRODUCTION OF ETHYL ALCOHOL**

**Bazuleva V.A., Prutenskaya E.A.**

***Abstract.** This article discusses one of the problems of modern energy industry. As a possible solution to this problem, can be offered the use of renewable energy sources is proposed instead of traditional fuels. The possibility of using plant natural raw materials for the needs of the energy industry is analyzed. The findings of studies of raw legumes as a fuel resource for the production of ethyl alcohol are presented.*

***Keywords:** plant biomass, legumes, biofuels.*

Об авторах:

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

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

Научный руководитель – Прутенская Екатерина Анатольевна, канд. биол. наук, доцент кафедры биотехнологии, химии и стандартизации, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», Тверь.

Research manager – Prutenskaya Ekaterina Anatolevna, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Biotechnology, Chemistry and standardization, Tver State Technical University, Tver.

УДК 544, 547, 661

## ПЕРСПЕКТИВНЫЕ СПОСОБЫ ПЕРЕРАБОТКИ ЛИГНОЦЕЛЛЮЛОЗНОГО СЫРЬЯ

Губская Е.М., Ожимкова Е.В., Филатова А.Е.

© Губская Е.М., Ожимкова Е.В.,  
Филатова А.Е., 2021

***Аннотация.** Статья посвящена обзору перспективных способов переработки лигноцеллюлозного сырья. Изучены методы активации биомассы. Рассмотрены подходы, применяемые в деструкции лигноцеллюлозы.*

***Ключевые слова:** лигноцеллюлоза, переработка лигноцеллюлозного сырья, активация биомассы, ферментативный гидролиз.*

Систематическое потребление запасов высококачественных ископаемых углеводов и высокий потенциал роста мирового энергопотребления приводят к необходимости поиска новых ресурсосберегающих, природных, энергетических, биологических и каталитических технологий, которые используют в качестве сырья практически неисчерпаемую сырьевую базу – возобновляемые биомассы растений для производства необходимых химических веществ, материалов и биотоплива [1].

Особый интерес представляют каталитические и биотехнологические методы получения ценного вещества непосредственно из биомассы или из ее компонентов (холоцеллюлозы, целлюлозы, гемицеллюлозы), за исключением промежуточных технологических этапов [2].

Такой способ переработки лигноцеллюлозного сырья называются одностадийным. Данный метод применим к производству н-бутанола, изобутанола, 2,3-бутандиола, а также молочной и янтарной кислот [3]. Одной из ключевых стадий является активация биомассы. В результате происходит разделение растительного сырья на более простые компоненты. Это значительно упрощает и ускоряет дальнейшую переработку [4].

Существует несколько методов активации биомассы: химический, физический и биологический [5].

Химические методы активации биомассы в настоящее время получили наиболее широкое применение из-за своей простоты при достаточно низких энергозатратах. В современной промышленности чаще всего используют щелочные методы, в том числе метод сульфатной варки, а также методы сульфитной варки [5]. Недостатком химической обработки является то, что необходимо применять высокую температуру и давление, что вызывает деградацию сахара, конденсацию лигнинов и образование разных побочных продуктов. Также при использовании химических методов, как правило, образуется большое количество сточных вод [6].

Физические методы активации биомассы применяются достаточно давно. К ним относят перемалывание, разные виды облучения, термическую обработку, в том числе метод парового взрыва, а также ультразвуковую обработку. Повсеместному использованию таких методов препятствует их высокая энергозатратность (по сравнению с химическими и биологическими методами) [7].

При биологических методах предварительной обработки используются разнообразные микроорганизмы, которые в той или иной степени помогают снизить степень содержания лигнина в биомассе. Так, *Phanerochaete chrysosporium* снижает содержание лигнина на 14–36 %, а использование *Streptomyces griseus* на мягкой и твердой древесине позволяет уменьшить содержание лигнина на 10,5 и 23,5 % соответственно [8].

Применение микроорганизмов в процессе активации биомассы является очень перспективным, поскольку имеет невысокие энергозатраты и экологическую чистоту. Но в настоящее время делигнификация в промышленности практически не используется, поскольку биотехнологические процессы уступают физико-химическим по скорости и другим удельным характеристикам [9].

Подход, применяемый к деградации лигноцеллюлозы, называют ферментативным гидролизом. В процессе такого подхода используются ферменты, которые в той или иной степени помогают разложить лигноцеллюлозные комплексы. Чаще всего применяют фермент гликозид-гидролазу, который получают из мицелиальных грибов, таких как *p. Trichoderma* или *p. Aspergillus* [10].

В настоящее время существуют разные подходы, реализуемые в ферментации лигноцеллюлозной биомассы.

1. *Метод отдельного гидролиза* характеризуется тем, что активация биомассы и ферментативный гидролиз производятся в разные промежутки времени и в разном оборудовании. При таком подходе преимуществом является то, что он достаточно прост. Однако существует и ряд недостатков. Например, из-за перемещения сырья в другое оборудование велик риск заражения биомассы патогенной микрофлорой, которая в свою очередь оказывает значительное влияние как на ферментацию, так и на выход конечного продукта [11].

2. *Одновременное осахаривание и ферментация* характеризуются одновременной ферментацией и деполимеризацией субстрата. Применение такого способа позволяет сократить число технологических стадий и затраты на оборудование. Тем не менее в этом случае происходит ингибирование ферментов целлюлаз, что может значительно замедлять процесс производства [12].

3. *Одновременное неизотермическое осахаривание и ферментация делигнифицированной биомассы* характеризуются тем, что ферментативный гидролиз производят в одном реакторе, после этого производят ферментацию в другом реакторе с наиболее подходящей температурой для микроорганизма. Данный метод позволяет достичь более высокого выхода продукта. Помимо этого, его использование возможно в том случае, если температуры ферментации и ферментативного гидролиза сильно отличаются. Недостатками такого способа являются высокие энергетические и экономические затраты [13].

4. *Одновременная ферментация, осахаривание и фильтрация* характеризуются тем, что происходит уменьшение энергозатрат за счет использования одной единицы оборудования, снижается вероятность ингибирования ферментов, значительно сокращаются технологические стадии и высокий выход этанола. В то же время необходима частая смена фильтрующей мембраны, также высока вероятность появления патогенной микрофлоры [14].

5. *Консолидированная биопереработка* характеризуется внутренней интеграцией ферментативного гидролиза и ферментацией внутри одного конкретного микроорганизма. Главное преимущество такого способа заключается в том, что весь технологический процесс сводится к одной стадии, а также к отсутствию необходимости постоянного введения дополнительных ферментов. К недостаткам метода можно отнести недостаточное наличие опыта по его реализации, к тому же не все составляющие подробно исследованы [15].

На основании всего вышеизложенного можно сделать вывод, что остается открытым вопрос о выборе и освоении новых перспективных способов переработки лигноцеллюлозной биомассы.

### Библиографический список

1. Decolorization of some synthetic dyes using optimized culture broth of laccase producing ascomycete *Paraconiothyrium variabile* / K. Ninomiya [et al.] // *Biochemical Engineering Journal*. 2015. Vol. 103. P. 198–204.
2. Woody biomass pretreatment for cellulosic ethanol production: Technology and energy consumption evaluation / J. Zhu [et al.] // *Bioresource Technology*. 2014. Vol. 169. P. 9–18.
3. Response of maize seedlings to cadmium application after different time intervals / B. Erdei [et al.] // *Journal of Biotechnology*. 2013. Vol. 164. № 1. P. 50–58.
4. Integrated biorefinery concepts / M.M. Ishola [et al.] // *Bioresource Technology*. 2013. Vol. 133. P. 68–73.
5. Wu Z., Lee Y.Y. In vitro degradation of insoluble lignin in aqueous media by lignin peroxidase and manganese peroxidase // *Applied Biochemistry and Biotechnology*. 1998. Vol. 70. № 1. P. 479–492.
6. Castro R.C., Roberto I.C Selection of a thermotolerant *Kluyveromyces marxianus* strain with potential application for cellulosic ethanol production by simultaneous saccharification and fermentation // *Applied Biochemistry and Biotechnology*. 2014. Vol. 172. № 3. P. 1553–1564.
7. Ryabova O.B., Chmil O.M., Sibirny A.A, Xylose and cellobiose fermentation to ethanol by the thermotolerant methylotrophic yeast *Hansenula polymorpha* // *FEMS Yeast Res.* 2003. Vol. 4. № 2. P. 157–164.
8. Beck M. Effect of intermittent feeding of cellulose hydrolyzate to hemicellulose hydrolyzate on ethanol yield by *Pachysolen tannophilus* // *Bio-technol Lett.* 1986. Vol. 8. № 7. P. 513–516.
- 9 High-Temperature ethanol fermentation and transformation with linear DNA in the thermotolerant yeast *Kluyveromyces marxianus DMKU3-1042* / S. Nonklang [et al.] // *Appl Environ Microbiol.* 2008. Vol. 74. № 24. P. 7514–7521.
10. Cell wall structure and function in lactic acid bacteria / L. Signori [et al.] // *Microb Cell Fact.* 2014. Vol. 13. № 1. P. 51.
11. Camargo D., Gomes S.D., Sene L. Ethanol production from sunflower meal biomass by simultaneous saccharification and fermentation (SSF) with *Kluyveromyces marxianus ATCC 36907* // *Bioprocess and Biosystems Engineering*. 2014. Vol. 37. № 11. P. 2235–2242.
12. Comparison of conventional and alternative technologies for the enzymatic hydrolysis of rice hulls to obtain fermentable sugars / W. Nachaiwieng [et al.] // *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*. 2015. Vol. 4. № 4. P. 543–549.
13. Bacterial persister cell formation and dormancy / R. Wang [et al.] // *Microbiol. Biotechnol.* 2013. Vol. 40. № 8. P. 841–854.
14. Ethanol production from acid- and alkali-pretreated corncob by endoglucanase and  $\beta$ -glucosidase co-expressing *Saccharomyces cerevisiae*

subject to the expression of heterologous genes and nutrition added / C. Feng [et al.] // World Journal of Microbiology and Biotechnology. 2016. Vol. 32. № 5. P. 1–7.

## **PROMISING WAYS OF PROCESSING LIGNOCELLULOSE RAW MATERIALS**

**Gubskaya E.M., Ozhimkova E.V., Filatova A.E.**

***Abstract.** This article is devoted to the review of promising methods of processing lignocellulose raw materials. Methods of biomass activation were studied. The approaches used in the destruction of lignocellulose are considered.*

***Keywords:** lignocellulose, processing of lignocellulose raw materials, activation of biomass, enzymatic hydrolysis.*

Об авторах:

Губская Елена Мечиславовна – студентка ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», Тверь. E-mail: helenatroya729@gmail.com

Gubskaya Elena Mechislavovna – Student of the Department of Biotechnology, Chemistry and Standardization, Tver State Technical University, E-mail: helenatroya729@gmail.com

Ожимкова Елена Владимировна – канд. хим. наук, доцент кафедры биотехнологии, химии и стандартизации, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», Тверь. E-mail: eozhimkova@mail.ru

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

Филатова Анастасия Евгеньевна – канд. хим. наук, доцент кафедры биотехнологии, химии и стандартизации, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», Тверь. E-mail: afilatowa@mail.ru

Filatova Anastasia Evgenevna – Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor of the Department of Biotechnology, Chemistry and Standardization, Tver State Technical University, Tver. E-mail: afilatowa@mail.ru

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО ЗНАЧЕНИЯ pH ДЛЯ МУЛЬТИФЕРМЕНТНОЙ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ ГЛЮКООКСИДАЗЫ И ПЕРОКСИДАЗЫ КОРНЯ ХРЕНА

Кортикова И.О., Гребенникова О.В.

© Кортикова И.О., Гребенникова О.В., 2021

*Аннотация.* В статье представлены свойства биферментных систем на основе двух ферментов класса оксидоредуктаз (пероксидазы корня хрена и глюкозооксидазы). Процесс строится на окислении глюкозооксидазой  $\beta$ -D-глюкозы в присутствии кислорода до  $\beta$ -D-глюконо- $\delta$ -лактона. Выделившийся пероксид водорода способен вступить в реакцию с 2,2'-азино-бис-(3-этилбензтиозолин-6-сульфокислотой) диаммониевой солью в присутствии пероксидазы. Установлено, что оптимальное значение pH, при котором реакция проходит наиболее быстро, равно 7,2.

*Ключевые слова:* пероксидаза хрена, глюкооксидаза, мультиферментная система.

Биферментные системы превосходят в эффективности свободные ферменты. Это связано с тем, что в биферментных комплексах происходит локальное концентрирование субстрата вокруг второго и всех последующих ферментов, которые входят в систему [1]. Глюкозооксидаза (GOx) и пероксидаза хрена (HRP) являются универсальными окислительно-восстановительными ферментами. Системы, включающие их в себя, широко используются в исследованиях тканевой инженерии, в конструкции амперометрического биосенсора для этанола, глюкозы и биогенных аминов (путресцина) [2], а также прекрасно подходят для применения в зеленой химии. Глюкозооксидаза окисляет глюкозу до глюконолактона и восстанавливает кислород до  $H_2O_2$ , где в качестве кофактора используется динуклеотид флавинаденин. Пероксидаза хрена – это гемовый белок, способный ускорять протекание реакции окисления различных ароматических субстратов в присутствии  $H_2O_2$  [3], представляет собой фермент, инактивируемый высокими концентрациями собственного субстрата ( $H_2O_2$ ). Таким образом может быть сохранена активность HRP за счет производства контролируемого количества  $H_2O_2$ . Это подразумевает совместное применение глюкооксидазы и пероксидазы для получения биферментной системы. Мультиферментные системы применяются в некоторых сельскохозяйственных процессах, например в производстве кофе и оливкового масла [4]. Перспективным использованием бифер-

ментных катализаторов на основе иммобилизованных пероксидазы и глюкозооксидазы является окисление фенольных субстратов сточных вод [5]. Фенольные соединения представляют собой токсичные вещества, которые необходимо удалять во избежание их попадания в окружающую среду в составе выбросов. Так, например, биокатализатор GOx/HRP находит широкое применение в обработке устойчивых фенольных соединений с целью биоремедиации [6].

В данной работе было исследовано влияние значения pH на работу биферментной системы на основе GOx и HRP в процессе последовательного окисления D-глюкозы и 2,2'-азино-бис-(3-этилбензтиозолин-6-сульфо кислоты) диаммониевой соли (АБТС). Схема последовательных реакций представлена на рис. 1.

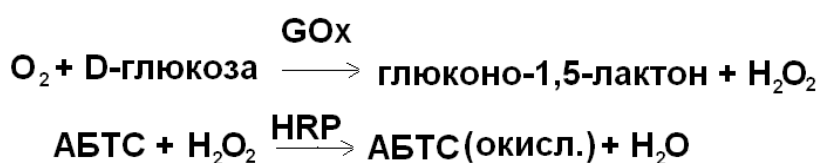


Рис. 1. Схема последовательного включения ферментов в процессы окисления D-глюкозы и АБТС

### Методы и методики

В работе использовались следующие реактивы и материалы (в скобках условное обозначение): пероксидаза хрена (HRP, SIGMA-ALDRICH); глюкозооксидаза (GOx, SIGMA-ALDRICH, США). В качестве субстрата для исследования действия ферментов выступили АБТС (C<sub>19</sub>H<sub>24</sub>N<sub>6</sub>O<sub>6</sub>S<sub>4</sub>)(BioChemica); глюкоза (C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub> Fluka). Для изучения влияния pH на скорость последовательных реакций окисления D-глюкозы и АБТС применялись фосфатные буферы с различными значениями pH (6,0; 6,5; 7,0; 7,2; 7,4; 8,0).

В две кюветы помещали по 2 мл растворы D-глюкозы (0,5 М) и АБТС (0,02 М). В первую кювету добавляли 0,2 мл фосфатного буфера, во вторую – 0,2 мл биферментной смеси. Для ее приготовления в фосфатном буфере растворяли GOx и HRP в соотношении 1:1. Измерения проводились спектрофотометрически при длине волны 415 нм.

### Результаты и обсуждение

На рис. 2 представлены зависимости оптической плотности от времени при различных значениях pH. Как видно из рис. 2, значение pH играет немаловажную роль в ферментативных реакциях, поскольку ферменты очень чувствительны к изменению концентрации водородных ионов. Это связано со степенью ионизации функциональных группировок, особенно в активном центре фермента, изменениями структуры белковой макромолекулы, а также влиянием pH на степень связывания фермента с



субстратом. В данном случае оптимальным значением pH является 7,2, что сопоставимо с литературными данными [7]. При больших значениях pH, вероятно, происходит денатурация белковых молекул ферментов.

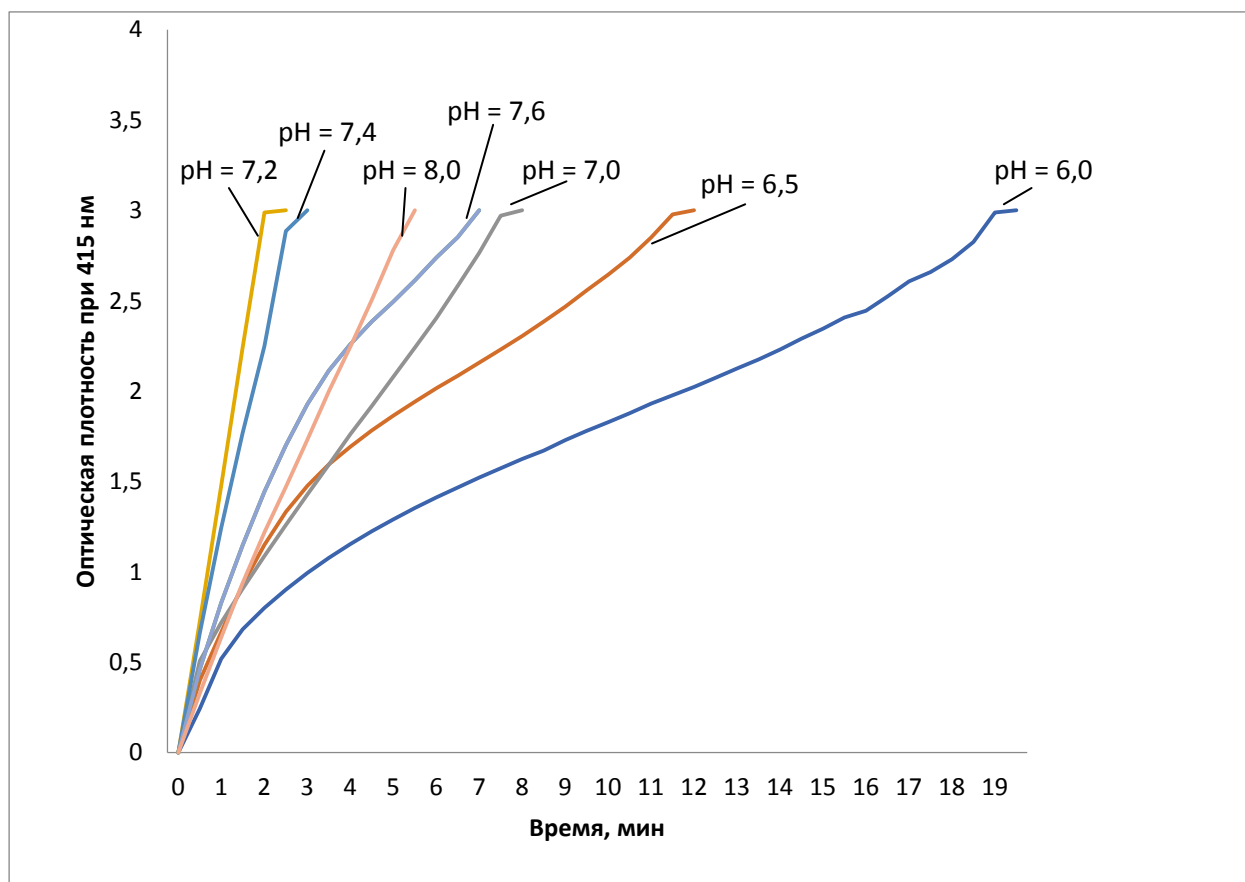


Рис. 2. Влияние pH на окисление АБТС

### Выводы

Биферментная система на основе GOx и HRP успешно может быть применена в последовательных реакциях окисления D-глюкозы и АБТС. Установлено, что оптимальное значение pH для эффективной работы такой системы равно 7,2. Полученные результаты могут быть использованы, например, в процессах очистки сточных вод.

### Библиографический список

1. Olive mill wastes: biochemical characterizations and valorization strategies / S. Dermeche [et al.] // *Process Biochem.* 2013. Vol. 48. P. 1532–1552.
2. Biofuel cell based on glucose oxidase from *Penicillium funiculosum* 46.1 and horseradish peroxidase / A. Ramanavicius [et al.] // *Chemical Engineering Journal.* 2015. Vol. 264. P. 165–173.
3. Bienzyme biosensors for glucose, ethanol and putrescine built on oxidase and sweet potato peroxidase / J Castillo [et al.] // *Biosens Bioelectron.* 2003. Vol. 18 (5-6). P. 705–714.

4. Glucose oxidase – an overview / S.B. Bankar [et al.] // *Biotechnology Advances*. 2009. № 27. P. 489–501.

5. Исследование свойств мультиферментных систем на основе пероксидазы хрена и глюкозооксидазы / Б.Б. Тихонов [и др.] // *Научно-технический вестник Поволжья*. 2015. № 5. С. 85–87.

6. Jung D., Streb C., Hartmann M. Oxidation of indole using chloroperoxidase and glucose oxidase immobilized on SBA-15 as tandem biocatalyst // *Microporous Mesoporous Mater.* 2008. Vol. 113. P. 523–529.

7. Oxidase-Peroxidase sequential polymerization for removal of a dye from contaminated water by horseradish peroxidase (HRP)/glucose oxidase (GOx)/polyurethane hybrid catalyst / M. Razzaghi [et al.] // *Korean Journal of Chemical Engineering*. 2017. Vol. 34. P. 2870–2878.

### **DETERMINATION OF THE OPTIMAL PH FOR A MULTI-ENZYME SYSTEM BASED ON GLUCOSE OXIDASE AND HORSERADISH ROOT PEROXIDASE**

**Kortikova I.O., Grebennikova O.V.**

***Abstract.** The article presents the properties of enzyme systems based on two enzymes of the oxidoreductase class (horseradish root peroxidase and glucose oxidase). The process is based on the oxidation of  $\beta$ -D-glucose by glucose oxidase in the presence of oxygen to  $\beta$ -D-glucono- $\delta$ -lactone. The hydrogen peroxide released in this process can react with 2,2'-azino-bis-(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) diammonium salt in the presence of peroxidase. It is established that the optimal pH value at which the reaction takes place most quickly is 7,2.*

***Keywords:** horseradish peroxidase, glucosidase, multi-enzyme system.*

Об авторах:

Кортикова Ирина Олеговна – аспирант кафедры биотехнологии, химии и стандартизации, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», Тверь. Email: frocksy@mail.ru

Kortikova Irina Olegovna – Postgraduate Student of the Department of Biotechnology, Chemistry and Standardization, Tver State Technical University, Tver. E-mail: frocksy@mail.ru

Гребенникова Ольга Валентиновна – канд. хим. наук, доцент кафедры биотехнологии, химии и стандартизации, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», Тверь. E-mail: omatveevatstu@mail.ru

Grebennikova Olga Valentinovna – Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor of the Department of Biotechnology, Chemistry and Standardization, Tver State Technical University, Tver. E-mail: omatveevatstu@mail.ru

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОНПРОВОДЯЩИХ БИОПОЛИМЕРНЫХ МАТРИЦ

Лакина Н.В., Туманов Г.А., Михайлов С.П., Сальникова К.Е.

© Лакина Н.В., Туманов Г.А.,  
Михайлов С.П., Сальникова К.Е., 2021

***Аннотация.** В статье выделены наиболее перспективные для применения в биотопливных элементах электронпроводящие матрицы на основе поливинилпирролидона, ацетилцеллюлозы и полианилина. Исследование поверхности с помощью метода низкотемпературной адсорбции таких полимеров показало, что данные полимеры в чистом виде и после модификации демонстрируют достаточно развитую площадь поверхности. В результате определения пористости выяснено, что все материалы преимущественно обладают мезопорами и, следовательно, эффективны для проведения иммобилизации ферментного комплекса.*

***Ключевые слова:** биотопливные элементы, иммобилизованные ферменты, удельная поверхность полимерной матрицы.*

В настоящее время перед исследователями остро стоит вопрос о методах получения «зеленой» энергии. Довольно перспективным видится направление по разработке биопроводящих материалов с целью дальнейшего конструирования биосенсоров и биотопливных элементов, в которых химическая энергия превращается в электрическую с помощью ферментов. Однако применение подобных биокатализаторов ограничивается рядом недостатков, например неустойчивостью, выражающейся в малых сроках хранения и небольших допустимых диапазонах температур их рабочей активности. Это можно скомпенсировать путем иммобилизации ферментов на полимерном проводящем носителе тока, но в таком случае возникает проблема подбора матрицы с диаметром пор, удовлетворяющим размерам нативной молекулы фермента, а также доступной и достаточно развитой площади поверхности носителя. Такими материалами чаще всего являются полианилин, ацетилцеллюлоза, углеродные нанотрубки [1].

Одним из ферментов, обычно используемых в биотопливном элементе, является глюкозооксидаза (GOx), иммобилизованная в качестве катализатора на аноде для окисления глюкозы в глюконолактон [2], в то время как ее высвобождаемые электроны и протоны восстанавливают кислород с образованием воды при катоде.

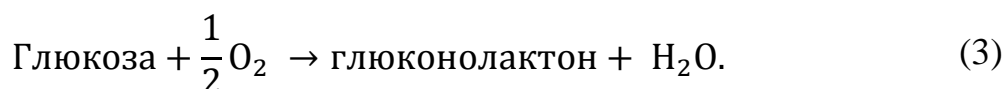
Крайне важно, что ферменты, за счет которых осуществляется работа биотопливного элемента, должны быть «иммобилизованы» на аноде и катоде; если не иммобилизовать, ферменты будут диффундировать в топливо элемента и большая часть высвободившихся электронов не достигнет электродов, что поставит под угрозу его эффективность.

Среди всех материалов-носителей хитозан особенно рассматривается как многообещающий материал для иммобилизации окислительно-восстановительных ферментов ввиду присущих ему свойств, таких как биосовместимость, биоразлагаемость, химическая инертность, низкая токсичность и распространенность в природных источниках [3, 4].

Хорошо известно, что ферментативные системы удаления  $O_2$  на основе оксидазы (например, GOx) и каталазы обеспечивают анаэробные условия, как правило, в растворе. В каждом каталитическом цикле молекулы  $1/2O_2$  удаляются в присутствии донора электронов, т. е. глюкозы в случае GOx:



реакция с каталазой:



Этот ферментный каскад удаляет не только кислород, но и вредный  $H_2O_2$  (2), который может быть произведен неполным восстановлением  $O_2$  на низкопотенциальном медиаторе виологена [5].

Пероксидаза хрена (HRP) является надежным ферментом, который легко доступен и катализирует  $2e^- / 2H^+$  восстановление  $H_2O_2$  до воды. Окислитель  $H_2O_2$  может генерироваться *in situ*, наиболее часто с помощью GOx или других оксидаз, таких как пиранозооксидаза, в присутствии глюкозы [5].

Авторы работы [5] предложили конструкцию полностью защищенного полимерного многослойного биоанода гидрогеназы в сочетании с биокатодом оксидазы / HRP для изготовления биотопливного элемента с питанием от  $H_2$ , потребляющего  $H_2O_2$  в качестве окислителя, который образуется в  $O_2$ -оксидазе и в присутствии глюкозы для сохранения низкой концентрации вредного  $H_2O_2$ . Устройство демонстрирует необычно высокое напряжение холостого хода 1,15 В и удельную мощность до 530 мкВт/см<sup>2</sup> при 0,85 В.

В данной работе представлены результаты изучения биополимерных матриц методом низкотемпературной адсорбции азота. Были исследованы образцы на основе полимерных частиц поливинилпирролидона (ПВП), ацетилцеллюлозы (АцТ) и полианилина (ПАН).

Полученные результаты адсорбции-десорбции с применением модели мономолекулярной адсорбции Ленгмюра и модели полимолекулярной адсорбции Брунауэра – Эммета – Теллера (модель БЭТ) представлены в табл. 1.

Таблица 1

Значения удельной площади поверхности  
исследуемых биокатализаторов

Образец	Площадь поверхности, м <sup>2</sup> /г	
	Модель Ленгмюра	Модель БЭТ
ПВП		
ПВП	28,8	34,7
ПВП/Хит/Glu/HRP:GOx	23,4	31,6
Ацт		
Ацт	27,2	32,1
Ацт /Хит/Glu/HRP:GOx	25,3	29,9
ПАН		
ПАН	24,1	29,7
ПАН/Хит/Glu/HRP:GOx	20,5	25,3

Как видно из табл. 1, наибольшей удельной площадью поверхности (модель БЭТ) обладают полимерные частицы, не модифицированные хитозаном и глутаровым диальдегидом. После модификации носителей наблюдается уменьшение удельной площади поверхности по причине блокировки макропор в связи с увеличением молекулярной массы глобулярных ферментов и связанных ковалентно с ними хитозана и глутарового альдегида.

На основании модели БЭТ было выявлено распределение пор по объему для исследуемых образцов (табл. 2). Из табл. 2 можно сделать вывод, что биополимерные матрицы на основе ПВП и ацетилцеллюлозы преимущественно обладают микро- и мезопорами, а образцы на основе ПАН – макро- и мезопорами. Во всех образцах наблюдается уменьшение доли мезо- и макропор при нанесении модифицирующих реагентов и иммобилизации ферментов, в то время как количество микропор увеличивается. Следовательно, можно предположить, что адсорбция происходит в основном в мезопорах.

Таблица 2

Распределение пор по объему в зависимости от их диаметра  
для исследуемых образцов

Распределение пор по объему, %								
Диаметр пор, нм	< 6	6–8	8–10	10–12	12–16	16–20	20–80	80 >
ПВП								
Адсорбция	31,59	14,88	7,80	7,94	8,15	7,16	18,36	4,12
Десорбция	25,88	14,35	8,30	8,49	9,12	7,81	22,53	3,52
ПВП/Хит/Glu/HRP:GOx								
Адсорбция	32,45	14,70	7,46	8,13	8,84	8,54	18,56	1,31
Десорбция	27,25	12,02	7,89	8,96	9,65	8,37	22,17	3,69
АцТ								
Адсорбция	25,49	13,18	7,35	8,57	8,70	9,13	23,38	4,20
Десорбция	22,56	12,20	7,34	8,30	9,50	9,11	25,90	5,10
АцТ /Хит/Glu/HRP:GOx								
Адсорбция	29,13	14,18	7,60	8,41	8,39	8,15	20,64	3,48
Десорбция	25,88	14,35	8,30	8,49	9,12	7,81	22,53	3,52
ПАН								
Адсорбция	19,03	8,49	6,48	6,16	8,07	7,63	29,87	14,35
Десорбция	14,75	7,99	8,04	8,93	12,21	12,42	31,29	4,37
ПАН/Хит/Glu/HRP:GOx								
Адсорбция	28,09	13,61	7,57	8,02	8,55	8,25	21,62	4,28
Десорбция	25,49	13,18	7,35	8,57	8,70	9,13	23,38	4,20

Таким образом, была доказана пригодность выбранных проводящих электрический ток полимерных матриц для иммобилизации ферментного комплекса HRP : GOx, благодаря чему можно рекомендовать полученные биополимерные матрицы для создания биотопливных элементов.

*Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 19-08-00186.*

### Библиографический список

1. Wearable biofuel cells based on the classification of enzyme for high power outputs and lifetimes / X. Huang [et al.] // Biosensors and Bioelectronics. 2019. Vol. 124. P. 40–52.
2. Enzymatic glucose/oxygen biofuel cells: use of oxygen-rich cathodes for operation under severe oxygen-deficit conditions / I. Jeeran [et al.] // Biosensors and Bioelectronics. 2018. Vol. 122. P. 284–289.
3. Development of a facile and low-cost chitosan-modified carbon cloth for efficient self-pumping enzymatic biofuel cells / N.B. Duong [et al.] // Journal of Power Sources. 2019. Vol. 429. P. 111–119.
4. A fully protected hydrogenase/polymer-based bioanode for high-performance hydrogen/glucose biofuel cells / Ruff A. [et al.] // Nature Communications. 2018. Vol. 9 (1). DOI: 10.1038/s41467-018-06106-3.

5. An O<sub>2</sub> tolerant polymer/glucose oxidase based bioanode as basis for a self-powered glucose sensor / F. Lopez [et al.] // *Electroanalysis*. 2018. Vol. 30. P. 1311–1318.

## INVESTIGATION OF ELECTRICALLY CONDUCTIVE POLYMER MATRICES

**Lakina N.V., Tumanov G.A., Mikhailov S.P., Salnikova K.E.**

***Abstract.** As a result of the literature review, it is possible to identify the most promising electron-conducting matrices based on polyvinylpyrrolidone, acetylcellulose and polyaniline for use in biofuel elements. The study of the surface using the method of low-temperature adsorption of such polymers showed that these polymers in their pure form and after modification show a sufficiently developed surface area. Determination of porosity revealed that all materials mainly possess mesopores and, therefore, are effective for immobilization of the enzyme complex.*

***Keywords:** biofuel elements, immobilized enzymes, specific surface area of the polymer matrix.*

Об авторах:

Лакина Наталья Валерьевна – канд. хим. наук, доцент кафедры биотехнологии, стандартизации и химии, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», Тверь. E-mail: lakina@yandex.ru

Lakina Natal'ya Valerivna – Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor of the Department of Biotechnology, Standardization and Chemistry, Tver State Technical University, Tver. E-mail: lakina@yandex.ru

Туманов Григорий Алексеевич – студент, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», Тверь. E-mail: grishatumanoff@yandex.ru

Tumanov Grigory Alekseevich – Student, Tver State Technical University, Tver. E-mail: grishatumanoff@yandex.ru

Михайлов Степан Петрович – аспирант, ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет», Тверь. E-mail: stefan.oblivion@mail.ru

Mikhailov Stepan Petrovich – Postgraduate Student, Tver State University, Tver. E-mail: stefan.oblivion@mail.ru

Сальникова Ксения Евгеньевна – аспирант, ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет», Тверь. E-mail: salnikova.k.e.@yandex.ru

Salnikova Ksenia Evgenivna – Postgraduate Student, Tver State University, Tver. E-mail: salnikova.k.e.@yandex.ru

## БИОКОНВЕРСИЯ КОСТРЫ И КОРОБОЧЕК ЛЬНА В ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫЕ УДОБРЕНИЯ

Лебедева И.Е., Орлов В.В., Ожимкова Е.В.

© Лебедева И.Е., Орлов В.В.,  
Ожимкова Е.В., 2021

***Аннотация.** В статье рассмотрены основы технологии биоконверсии лигноцеллюлозных отходов (костры и коробочек) переработки льна – важной сельскохозяйственной культуры Тверской области. Экспериментально исследовано влияние различных факторов на процесс биоконверсии, представлены основные результаты анализа компостов.*

***Ключевые слова:** биоконверсия, лигноцеллюлозное сырье, отходы, костра льна.*

Лигноцеллюлозная биомасса является наиболее распространенным возобновляемым источником углерода на нашей планете и обладает огромным потенциалом для постепенной замены ряда полезных ископаемых ресурсов. Лигноцеллюлоза – основной компонент биомассы, составляет около половины сухого вещества растений. Мировое ежегодное накопление лигноцеллюлозной биомассы оценивается более чем в 200 млрд тонн. Сельскохозяйственные лигноцеллюлозные отходы представляют собой уникальный сырьевой ресурс из-за своей низкой цены, доступности, возобновляемости и широкого распространения, так как для большинства современных сельскохозяйственных производств характерно увеличение объемов накопления вторичных материальных ресурсов, т. е. пропорционально увеличению валового сбора пищевого растительного сырья растет и количество отходов. В ряде случаев неиспользуемые растительные отходы превышают валовой сбор целевого продукта [1, 2].

По данным Тверьстата, посевные площади льна-долгунца в хозяйствах всех категорий Тверской области составляют 4,4 тыс. га [3]. Следовательно, только в Тверской области ежегодно можно получать около 17 600 тонн костры льна. Помимо Тверской, крупные предприятия по переработке льна работают в Костромской, Ярославской, Владимирской, Ивановской и Смоленской областях. В то же время на государственном уровне проблемам углубленной переработки льна и эффективной утилизации отходов производства льна уделяется серьезное внимание. В соответствии с «Основами политики РФ в области развития науки и технологий» глубокая переработка льна и отходов льнопереработки является самостоятельным блоком в перечне «критических технологий». К



сожалению, на сегодняшний день в РФ костра льна в промышленных масштабах не перерабатывается [4].

Использование биотехнологических методов для переработки лигно-целлюлозных отходов является экономически выгодным подходом к решению проблемы утилизации таких крупнотоннажных отходов льнозаготовительных предприятий, как костра и коробочки льна. Биоконверсия – это превращение одних органических соединений растительных отходов в другие под действием ферментных систем растительного, микробного и животного происхождения [5]. Одним из способов биоконверсии является компостирование.

Основными параметрами, которые необходимо контролировать при компостировании растительного сырья, являются влажность (рекомендуемые значения 50–65 %), соотношение углерода и азота (25–35 к 1), уровень рН (6,5–8,0), температура (54–60 °С). Компосты, полученные с соблюдением указных рекомендаций, могут быть использованы в сельском хозяйстве для повышения уровня питательных и органических веществ в почвах и, следовательно, урожайности растений [6, 7].

В данной работе в качестве материалов для компостирования использовались костра и коробочки льна. Для получения качественных компостов необходимы источники азота и углерода. Костра и коробочки льна являются источниками углерода, в качестве источника азота использована крапива. Так как получение компостов по ЭМ-технологии – самый продуктивный прием преобразования органических отходов в биоудобрения, в смесь для компостирования вносилось микробиологическое удобрение «Байкал ЭМ-1».

Костра представляет собой одревесневшие части стебля льна в виде мелкой соломки, остающейся после трепания льна [4]. Плод льна представляет собой коробочку из пяти гнезд, каждое из которых подразделяется на полугнезда [8].

Смеси для компостирования готовились при соотношении источников азота и углерода 1 : 5. Для интенсификации процесса биоконверсии на лигноцеллюлозное сырье предварительно воздействовали низкочастотным ультразвуком (30 кГц). Смеси тщательно перемешивали, помещали в реакторы и оставляли в термостате для компостирования (таблица).

Состав смесей для компостирования

№ п/п	Состав
1	25 г костры льна + 5 г крапивы
2	25 г коробочек льна + 5 г крапивы
3	12,5 г костры льна (после обработки ультразвуком) + 2,5 г крапивы
4	12,5 г коробочек льна (после обработки ультразвуком) + 2,5 г крапивы

В созревающих компостах регулярно (через каждые 3 дня) контролировали влажность. Для полученных компостов определяли содержание гуминовых кислот, влажность, температуру и рН.

Извлечение гуминовых кислот проводили путем обработки навески компоста 0,1N раствором NaOH и последующим фильтрованием гуматов. Разложение гуматов и выделение свободных гуминовых кислот в виде бурого хлопьевидного осадка обеспечивалось за счет добавления 10%-го раствора HCl.

Определение влажности проводили на основе гравиметрического метода [9].

Определение рН заключалось в извлечении водорастворимых солей дистиллированной водой при отношении компоста к воде 1:5 [10].

Анализируя полученные данные, следует отметить, что на 56-й день наибольшее количество гуминовых кислот содержалось в компосте № 2 (6,32 %). Показатели уровня рН компостов № 1 и 2 находятся в диапазоне оптимальных значений (7,3 и 6,8 соответственно). В компостах № 3 и 4 отмечено повышение уровня рН до 8,5. Снижение рН компоста может быть связано с выделением органических кислот и CO<sub>2</sub>, тогда как увеличение показателя объясняется деградацией органических кислот и выделением аммиака.

Полученные биокомпосты характеризуются слабощелочной реакцией среды, высоким содержанием органического вещества, высокой концентрацией подвижного фосфора, оптимальным соотношением углерода и азота и могут быть использованы в качестве экологически чистых удобрений или компонентов для приготовления почвосмесей с заданными свойствами.

### **Библиографический список**

1. Беловежец Л.А., Волчатова И.В., Медведева С.А. Перспективные способы переработки вторичного лигноцеллюлозного сырья // Химия растительного сырья. 2010. № 2. С. 5–16.

2. Mulyaningtyas A., Wahyudi W. Effect of combined pretreatment of lignocellulose and the kinetics of its subsequent bioconversion by *Aspergillus niger* // Biocatalysis and Agricultural Biotechnology. 2019. Vol. 21. P. 10–16

3. Льноводство в Тверской области. URL: <https://тверскаяобласть.рф/ekonomika-regiona/agropromyshlennyy-kompleks/lno-v-tve/?print=y> (дата обращения: 25.11.2020).

4. Белопухов С.Л., Дмитревская И.И., Гришина Е.А. Физико-химические свойства органо-минерального комплекса из растительных остатков льняной костры // Агрехимия. 2016. № 6. С. 20–28.

5. Шлейкин А.Г. Основы биоконверсии. СПб.: Университет ИТМО, 2015. 57 с.

6. Speight J. Biological transformations // Elsevier. 2018. № 2. С. 269–306.
7. Onwosi C., Igbokwe V. Composting technology in waste stabilization: on the methods, challenges and future prospects // Elsevier. 2017. № 3. С. 140–157.
8. Синицын А.П. Биоконверсия лигноцеллюлозных материалов. М.: МГУ, 2010. 224 с.
9. Пурьгин П.П., Воробьев Д.В, Потапова И.А. Гуминовые кислоты: их выделение, структура и применение в биологии, химии и медицине // Актуальные проблемы биологии, химии и медицины. 2014. № 8. С. 1–25.
10. Котова Т.А., Девятова Т.А. Методы контроля качества почвы. Воронеж: ВГУ, 2015. 106 с.

## **BIOCONVERSION OF FLAX SHIVES AND BOXES OF FLAX INTO ENVIRONMENTALLY FRIENDLY FERTILIZERS**

**Lebedeva I.E., Orlov V.V., Ozhimkova E.V.**

***Abstract.** The paper discusses the basics of the technology of bioconversion of lignocellulose waste (shives and boxes) of flax processing – an important crop of agricultural importance in the Tver region. The influence of various factors on the bioconversion process is experimentally investigated, and the main results of the compost analysis are presented.*

***Keywords:** bioconversion, lignocellulose raw materials, waste, flax shives.*

Об авторах:

Лебедева Ирина Евгеньевна – магистрант кафедры биотехнологии, химии и стандартизации, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», Тверь. E-mail: iral97@mail.ru

Lebedeva Irina Evgenievna – Master Student of the Department of Biotechnology, Chemistry and Standardization, Tver State Technical University, Tver. E-mail: iral97@mail.ru

Орлов Владимир Владимирович – аспирант кафедры биотехнологии, химии и стандартизации, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», Тверь. E-mail: v.v.orlov95@gmail.com

Orlov Vladimir Vladimirovich – Postgraduate Student of the Department of Biotechnology, Chemistry and Standardization, Tver State Technical University, Tver. E-mail: v.v.orlov95@gmail.com

Научный руководитель – Ожимкова Елена Владимировна, канд. хим. наук, доцент кафедры биотехнологии, химии и стандартизации, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», Тверь. E-mail: eozhimkova@mail.ru

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

УДК 543.253

## ПЕРСПЕКТИВЫ ПОЛУЧЕНИЯ АНТИОКСИДАНТОВ ИЗ ОТХОДОВ ЗАГОТОВКИ БОБОВЫХ КУЛЬТУР

Михайлова П.Д., Ожимкова Е.В.

© Михайлова П.Д., Ожимкова Е.В., 2021

*Аннотация.* В статье рассмотрены основные функции антиоксидантов в пищевых технологиях. Экспериментально исследована антиоксидантная активность экстрактов из створок бобовых культур. Результаты свидетельствуют о перспективности использования данного вида растительного сырья в качестве источника антиоксидантов.

*Ключевые слова:* антиоксидантная активность, бобовые, перманганатный метод, экстракты, вторичные ресурсы.

В настоящее время окислительный стресс является основной ведущей причиной повреждения тканей и центральным механизмом, связанным с многочисленными хроническими заболеваниями, в том числе онкологией, заболеванием печени, неврологическими расстройствами и сердечно-сосудистыми заболеваниями. Свободные радикалы в виде активных форм кислорода (АФК) непрерывно вырабатываются в клетках человека. Однако здоровые клетки также хорошо оснащены эффективной антиоксидантной системой, состоящей из ферментов и других неферментативных молекул, которые могут нейтрализовать неблагоприятное воздействие этих свободных радикалов. На биологическом уровне под антиоксидантом понимается любое соединение, способное блокировать или замедлять реакцию вещества с АФК, что в свою очередь ингибирует процесс окислительного стресса.

Основным внешним источником активных антиоксидантов, которые защищают организм человека от окислительных стрессов, являются овощи, фрукты, орехи, специи и т. д. Именно поэтому большое внимание в индустрии пищевых технологий сосредоточено на выделении и разработке природных антиоксидантов из растительных ресурсов, которые пригодны и эффективны для использования человеком с наименьшими побочными эффектами.

Кроме того, антиоксиданты играют важнейшую роль в пищевой промышленности и являются одним из самых распространенных методов консервирования пищевых продуктов. Их дешевизна и простота использования сделали их частью практически всех продуктов питания. Реакции образования свободных радикалов и очистки происходят не только в организме человека, но и практически во всех живых организмах и биологических системах. Пищевые антиоксиданты, добавляемые в продукты, сохраняют их органолептические, текстурные и потребительские свойства [1].

Представители семейства бобовых являются важными источниками макро- и микроэлементов, белка, полипептидов, аминокислот, витаминов группы В, биологически активных веществ [2].

При существующих технологиях заготовки и переработки сельскохозяйственного сырья образуется большое количество органических отходов, богатых разнообразными биологически активными соединениями, в том числе антиоксидантами. Перспективность использования растительных отходов в качестве источника природных антиоксидантов заключается в том, что это возобновляемое сырье, которое может быть использовано для постоянного и экономически выгодного получения востребованных биологически активных веществ. Кроме того, растительные экстракты чаще всего содержат комплекс биологически активных веществ, обладающих широким спектром действий (противовоспалительным, антимикробным, иммуностимулирующим, антиоксидантным и т. д.). Биологически активные вещества, обладающие антиоксидантной активностью, широко применяются в медицине с целью коррекции процессов свободнорадикального окисления при различных заболеваниях.

Из консервированной овощной продукции на долю бобовых культур (например, зеленого горошка, фасоли) приходится примерно 40 %. При промышленной заготовке бобовых культур образуются отходы в виде ботвы и створок, при этом выход семян составляет 15–20 % от всей скошенной массы. Отходы переработки бобовых чаще всего используют на корм различных видов сельскохозяйственных животных и птиц в свежем, сушеном или силосованном виде [3].

На сегодняшний день в России не существует промышленной технологии получения антиоксидантов из отходов заготовки бобовых культур. Для разработки основ такой ресурсосберегающей технологии получения востребованных биологически активных веществ из ежегодно возобновляемых и крупнотоннажных растительных отходов необходимо научно обосновать основные параметры экстракции антиоксидантов из створок бобовых. В представленной работе впервые проведены эксперименты по получению антиоксидантов из створок бобовых культур, обоснованы основные параметры экстракции и исследована стабильность полученных экстрактов при хранении.

Экстракты получали путем настаивания измельченного растительного сырья (створок бобов) с очищенной водой при  $23\pm 1$  °С и отсутствии прямых солнечных лучей. В ходе поисковых экспериментов для получения экстрактов варьировались следующие условия: гидромодуль (1 : 10, 1 : 15, 1 : 20, 1 : 30) и продолжительность процесса (от 1 часа до 2 суток). Антиоксидантную активность полученных водных экстрактов определяли перманганатным методом в соответствии с методикой, представленной в работе Л.П. Ниловой [4].

В соответствии с результатами эксперимента наибольшая антиоксидантная активность наблюдалась у образцов, при получении которых использован гидромодуль 1 : 10. Однако было установлено, что при использовании данного гидромодуля выход экстракта крайне низкий, при использовании гидромодулей 1 : 20 и 1 : 30 наблюдались низкие показатели антиоксидантной активности экстрактов, следовательно, целесообразнее использовать гидромодуль 1 : 15.

В результате анализа полученных 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 створок бобов в указанных условиях, характеризовались довольно высокой антиоксидантной активностью (0,833 мг/мл в пересчете на кверцетин) и стабильностью при хранении без использования дополнительных консервантов и стабилизаторов.

#### **Библиографический список**

1. Antioxidants: reviewing the chemistry, food applications, legislation and role as preservatives / M. Carochoa [et al.] // Trends in Food Science & Technology. 2018. Vol. 71. Is. 10. P. 107–120.
2. Nutritive quality and protein production from grain legumes in a boreal climate / С.І. Lizarazo [et al.] // Journal of the Science of Food and Agriculture. 2015. Vol. 95. Is. 10. P. 2053–2064.
3. Mohdali A. Evaluation of some food processing by products as sources for natural antioxidants // Chicago, IL, USA: Technical University of Berlin. 2010. P. 69–77.
4. Нилова Л.П., Вытовтов А.А., Камбулова Е.В. Определение антиоксидантной активности порошков из растительного сырья перманганатным методом // Потребительский рынок Евразии: современное состояние, теория и практика в условиях Евразийского экономического союза и ВТО: сборник статей. Екатеринбург, 2015. С. 118–122.

## PROSPECTS OF OBTAINING ANTIOXIDANTS FROM WASTE HARVESTING OF LEGUME CROPS

Mikhailova P.D., Ozhimkova E.V.

**Abstract.** *The article discusses the main functions of antioxidants in food technology. The antioxidant activity of extracts from legumes has been studied experimentally. The results indicate that this type of plant material is promising as a source of antioxidants.*

**Keywords:** *antioxidant activity, legumes, permanganate method, extracts, secondary resources.*

Об авторах:

Михайлова Полина Дмитриевна – магистрант кафедры биотехнологии, химии и стандартизации, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», Тверь. E-mail: polik\_nolik@mail.ru

Mikhailova Polina Dmitrievna – Master Student of the Department of Biotechnology, Chemistry and Standardization, Tver State Technical University, Tver. E-mail: polik\_nolik@mail.ru

Научный руководитель – Ожимкова Елена Владимировна, канд. хим. наук, доцент кафедры биотехнологии, химии и стандартизации, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», Тверь. E-mail: eozhimkova@mail.ru

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

УДК 662.756.3+544.478

## ПЕРЕРАБОТКА МАСЛИЧНОЙ БИОМАССЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАЗЛИЧНЫХ РАСТВОРИТЕЛЕЙ В СВЕРХКРИТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

Рудь Д.В.

© Рудь Д.В., 2021

**Аннотация.** *В статье в ходе работы по подбору оптимальных условий проведения процесса деоксигенирования в сверхкритических условиях с применением Ni/Fe/СПС катализатора были изучены различные соотношения растворителей. Выявлено, что наиболее высокой селектив-*

ностью процесс получения углеводов обладает при использовании сверхкритического гексана.

**Ключевые слова:** масличная биомасса, деоксигенирование, сверхкритический растворитель, биодизель.

На современном этапе развития преобразование биомассы масляной культуры все еще остается перспективным направлением в химической промышленности [1]. Основным компонентом биомассы являются триглицериды, которые благодаря своему составу могут быть использованы в качестве источника для добычи углеводов. Трансформация растительных масел и жиров – это один из способов производства экологически чистых автомобильных топлив с низким содержанием серы, кислорода и ароматических соединений [2]. Процесс деоксигенирования – один из приоритетных вариантов получения топлива из триглицеридов [3, 4]. Полученная в результате проведения процесса углеводородная смесь похожа на нефтяное дизельное топливо по физико-химическим и топливным свойствам, но обладает всеми преимуществами классического биодизеля (FAME), например высоким цетановым числом, углероднейтральностью, высокой смазывающей способностью и т. д.

Суть процесса деоксигенирования заключается в удалении кислорода карбоксильной группы жирных кислот, входящих в состав триглицеридов. В результате образуются насыщенные и ненасыщенные углеводороды. Деоксигенирование жирных кислот и их производных может быть осуществлено по трем возможным механизмам:

1) прямому декарбосилированию с получением диоксида углерода и углеводов;

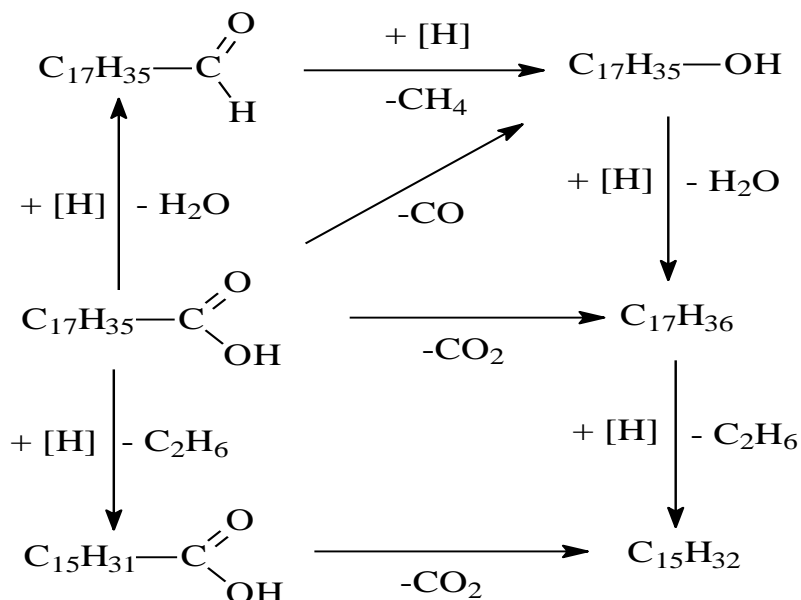
2) декарбонилированию с получением монооксида углерода, воды и олефинов;

3) гидрированию, который заключается в связывании кислорода с образованием воды (рисунок) [5].

На деоксигенирование как реакцию «газ – твердое вещество – жидкость» сильно влияет низкая растворимость в воде в жидкой фазе, а также ее высокое сопротивление массопереносу [6]. Таким образом, процесс осуществляется в суровых условиях с использованием высоких температур (300–500 °С) и давления (до 6,0 МПа). По этим причинам в последние годы интерес исследователей заключается в уменьшении рабочих условий, а также в возможности проведения процесса в среде, свободной от водорода. Использование сверхкритических жидкостей может помочь решить проблему, поскольку это уменьшает ограничение массопереноса, а также увеличивает растворимость водорода и повышает его доступность к активным сайтам катализатора. Более того, сверхкритические флюиды могут служить донорами атома водорода, что исключает необходимость использования молекулярного водорода [7]. В



литературе высокую эффективность деоксигенирования триглицеридов и жирных кислот показали такие сверхкритические жидкости, как двуокись углерода [8], вода [9], пропан [9] и н-гексан [9]. Однако использование н-гексана является более предпочтительным из-за его нижней критической точки ( $T_c = 234,5 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $P_c = 3,02 \text{ МПа}$ ) по сравнению с водой ( $T_c = 374,2 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $P_c = 21,4 \text{ МПа}$ ).



Механизм процесса деоксигенирования

В процессе работы были исследованы следующие процессы переработки масличной биомассы: деоксигенирование с применением смеси растворителей гексан : изопропиловый спирт в объемных соотношениях 50 : 50; 75 : 25; 100 : 0; 0 : 100. В качестве модельного соединения использовалась стеариновая кислота. Процессы проводились в шестичеечном реакторе высокого давления Parr Series 5000 Multiple Reactor System (Parr Instrument, США). В стандартном эксперименте в реактор вносились 0,06 г катализатора и 30 см<sup>3</sup> раствора стеариновой кислоты в выбранном растворителе с концентрацией 0,1 моль/дм<sup>3</sup>. Реактор герметизировался и трижды продувался азотом. Затем устанавливалось необходимое рабочее давление (3,0 МПа) и реактор нагревался до температуры 270 °С. В качестве катализатора использовалась система Ni/Fe, нанесенная на сверхсшитый полистирол.

Пробы жидкой фазы анализировались с помощью метода газовой хромато-масс-спектрометрии с помощью хроматографа GC-2010 и масс-спектрометра GCMS-QP2010S. Анализ данных показал, что за 120 мин процесса полная конверсия стеариновой кислоты не достигается, однако исходя из продуктов реакции можно сделать вывод о возможном направлении протекания реакции при использовании различных смесей

растворителя. Так, при использовании изопропилового спирта наблюдаются различные сложные эфиры, что свидетельствует о процессе этерификации спирта с кислотой. Данная тенденция имеет более значительное проявление при увеличении содержания спирта в реакционной смеси.

Продукты реакции, полученные при проведении опыта с применением соотношения гексан : изопропиловый спирт 100 : 0, представляют собой смесь углеводородов ряда C<sub>10</sub>–C<sub>16</sub>, которые являются целевыми продуктами процесса деоксигенирования. Также присутствует пальмитиновая кислота – продукт крекинга стеариновой кислоты.

Для каждого опыта рассчитана селективность и конверсия стеариновой кислоты, которая приведена в таблице.

Селективность процесса деоксигенирования  
и конверсия стеариновой кислоты

Растворитель гексан : изопропиловый спирт	Выход углеводородов C <sub>10</sub> –C <sub>16</sub> , %	Конверсия стеариновой кислоты, %
50 : 50	6,0	99,97
75 : 25	7,0	99,92
100 : 00	62,2	75,58
0 : 100	0	100

Как видно из таблицы, использование гексана в качестве растворителя показало более высокую селективность по целевому продукту. Конверсию стеариновой кислоты возможно увеличить с помощью применения различных катализаторов или увеличения времени проведения процесса синтеза, а также путем подбора соответствующих условий.

#### Библиографический список

1. Effect of support on the NiMo phase and its catalytic hydrodeoxygenation of triglycerides / H. Chen [et al.] // Fuel. 2015. Vol. 159. P. 430–435.
2. Sousa de F.P., Cardoso C.C., Pasa V.M.D. Producing hydrocarbons for green diesel and jet fuel formulation from palm kernel fat over Pd/C // Fuel Processing Technology. 2015. Vol. 143. P. 35–42.
3. Hydrothermal deoxygenation of triglycerides over Pd/C aided by in situ hydrogen production from glycerol reforming / S.A.W. Hollak [et al.] // ChemSusChem. 2014. Vol. 7. P. 1057–1060.
4. Ma B., Zhao C. High-grade diesel production by hydrodeoxygenation of palm oil over a hierarchically structured Ni/HBEA catalyst // Green Chemistry. 2015. Vol. 17. P. 1692–1701.
5. Snare M. Development of next generation biodiesel technology. Catalytic deoxygenation of renewables. Turku.: Abo Akademi University, 2006. 410 p.

6. Sunflower oil hydrogenation on Pt catalysts: comparison between conventional process and homogeneous phase operation using supercritical propane / C.M. Piqueras [et al.] // *Catalysis Today*. 2008. Vol. 133–135. P. 836–841.

7. Hydrogenation of vegetable oils using mixtures of supercritical carbon-dioxide and hydrogen / J. King [et al.] // *Journal of American Oil Chemistry Society*. 2001. Vol. 78. P. 107–113.

8. Low-temperature, selective catalytic deoxygenation of vegetable oil in supercritical fluid media / S.K. Kim [et al.] // *ChemSusChem*. 2014. Vol. 7. P. 492–500.

9. Fu J., Lu X., Savage P.E. Catalytic hydrothermal deoxygenation of palmitic acid // *Energy Environmental Science*. 2010. Vol. 3. P. 311–317.

## CONVERSION OF OIL-CROP BIOMASS USING SOLVENTS IN SUPERCRITICAL STATE

Rud' D.V.

**Abstract.** *As a result of the work on the selection of optimal conditions for the deoxygenation process under supercritical conditions with the use of Ni/Fe/HPS catalyst, various solvent ratios were studied. The process of producing hydrocarbons was found to have the highest selectivity when using supercritical hexane.*

**Keywords:** *oil-crop biomass, deoxygenation, supercritical solvent, biodiesel.*

Об авторе:

Рудь Дарья Викторовна – магистрант 1-го курса группы М.ХТ.БАВ.20.14, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», Тверь. E-mail: lydawumen@mail.ru

Rud' Daria Viktorovna – Master Student of 1<sup>st</sup> year, Group M.CE.BAC.20.14, Tver State Technical University, Tver. E-mail: lydawumen@mail.ru

Научный руководитель – Степачева Антонина Анатольевна, канд. хим. наук, доцент кафедры биотехнологии, химии и стандартизации, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», Тверь.

Research manager – Stepacheva Antonina Anatolievna, Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor of the Department of Biotechnology, Chemistry and Standardization, Tver State Technical University, Tver.

## ДЕСУЛЬФИРОВАНИЕ ДИБЕНЗОТИОФЕНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАСТВОРИТЕЛЕЙ В СВЕРХКРИТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

Якубенко К.В.

© Якубенко К.В., 2021

***Аннотация.** В статье проведено исследование влияния растворителей на процесс десульфирования дибензотиофена в сверхкритических условиях. Показано, что использование сверхкритических флюидов для конверсии серосодержащих конденсированных соединений нефти позволяет получать ароматические и легкие алифатические продукты. Обнаружено, что пути конверсии в сверхкритических жидкостях существенно отличаются от тех, которые наблюдаются в классических условиях конверсии.*

***Ключевые слова:** дибензотиофен, десульфирование, сверхкритический растворитель, тяжелые фракции нефти.*

Гидродесульфирование, или гидросероочистка, – это основной химический процесс, который широко применяется в глубокой переработке нефти. Гидрообессеривание является каталитическим процессом, направленным на снижение содержания серы в нефтяном сырье до более низкого уровня с целью выполнения комплекса строгих требований экологического законодательства, недавно принятого в развитых странах.

Гидрообессеривание, являющееся каталитическим химическим процессом, широко используемым для удаления серы из топлива, представляет собой реакцию гидролиза, которая требует условий высокой температуры (200–450 °С) и высокого давления (10–15 бар) и приводит к расщеплению химической связи C-S. Как традиционный метод сероочистки нефти, гидроочистка может превратить наиболее простые неорганические и органические компоненты серы в нефти в сероводород, однако требуемые условия зависят от уровня необходимой сероочистки.

Гидрообессеривание эффективно работает на гетероциклических соединениях, таких как дибензотиофен и дибензотиофен производных, которые занимают примерно 70 % от всего состава нефти [1]. Дибензотиофен – это сероорганическое соединение, состоящее из двух бензольных колец, конденсированных с центральным тиофеновым кольцом. Это бесцветное твердое вещество, химически несколько похожее на антрацен. Этот трициклический гетероцикл и особенно его алкилзамещенные производные широко встречаются в более тяжелых фракциях нефти [2].

Гидродесульфирование дибензотиофена происходит с высокой селективностью до дифенила (рис. 1). Установлено, что дибензотиофен реагирует на каталитической поверхности по двум параллельным путям, а именно по путям прямой сероочистки, при которой получается дифенил, и по путям гидрирования – опосредованной сероочистки. Опосредованная сероочистка состоит из промежуточных этапов, на которых одно из бензольных колец дибензотиофена сначала гидрируется до тетра-гидро-дибензотиофена, а затем до гекса-гидро-дибензотиофена. За этими реакциями гидрирования следует расщепление связи C-S-C для получения циклогексилбензола. Введение заместителей в молекулу бензотиофена в положения, ближайшие к атому серы, резко снижают реакционную способность соединения и селективность обессеривания [3, 4].

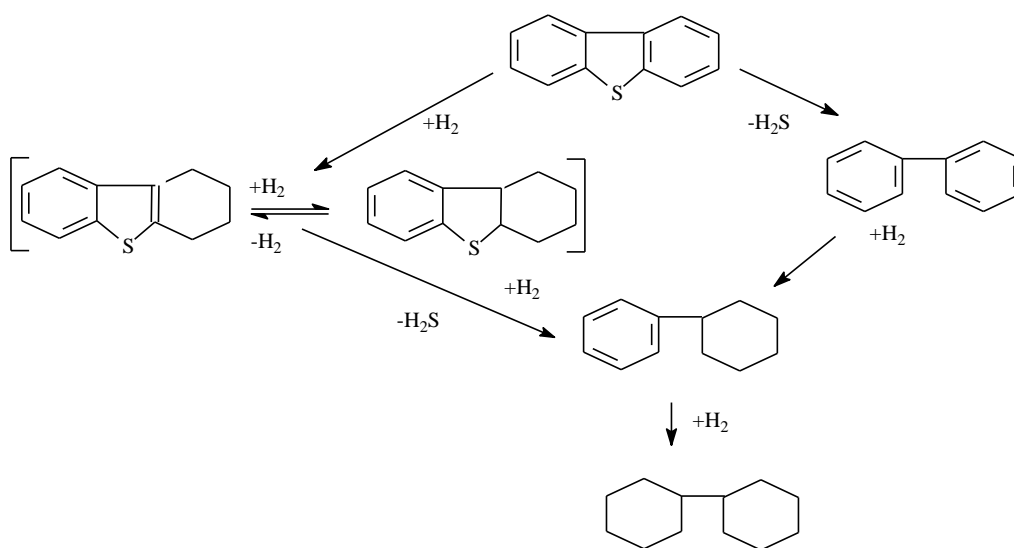


Рис. 1. Гидрообессеривание дибензотиофена

Современная технология сероочистки нефти в промышленности в основном включает экстракционную десульфурацию, адсорбционную десульфурацию и гидрообессеривание. По сравнению с экстракцией и адсорбцией технология гидродесульфирования имеет преимущества высокой степени сероочистки, длительный срок службы катализатора и сильную адаптируемость катализатора к сырью, поэтому перспектива применения является самой обширной. Однако гидрообессеривание имеет ряд недостатков [5]:

- 1) процесс гидродесульфирования приводит к большим выбросам углекислого газа;
- 2) сероводород, который образуется в результате реакции гидродесульфирования, пагубно влияет на катализаторы и оборудование, сокращая их срок службы;
- 3) образующийся в процессе кокс отравляет катализаторы, снижая их срок службы и уменьшая эффективность их применения.

Неотъемлемой частью процесса гидродесульфирования являются катализаторы. Для устранения различных препятствий в данном процессе очень важно не только повысить активность катализаторов, но и согласовать соответствующие технологические условия [6]. Кроме того, актуальным является поиск новых технологий и подходов к десульфированию серосодержащих соединений нефти [7].

В данной работе был исследован процесс десульфирования дибензотиофена с применением различных растворителей в сверхкритическом состоянии. В качестве растворителей использовались три соединения (н-гексан, метанол и пропанол-2) в условиях выше критической точки. Процесс проводился в шестиячеечном реакторе высокого давления Parr Series 5000 Multiple Reactor System (Parr Instrument, США). В реактор вносились 0,1 г катализатора и 30 см<sup>3</sup> раствора дибензотиофена в выбранном растворителе с концентрацией 33,3 г/дм<sup>3</sup>. Реактор герметизировался и трижды продувался азотом. Затем устанавливалось необходимое рабочее давление азота (3,0 МПа), реактор нагревался до температуры 270 °С. В качестве катализатора использовалась система Ni/Co, нанесенная на сверхсшитый полистирол.

Пробы жидкой фазы анализировались с помощью метода газовой хромато-масс-спектрометрии с помощью хроматографа GC-2010 и масс-спектрометра GCMS-QP2010S.

Анализ жидкой фазы после конверсии дибензотиофена показал образование моноароматических соединений (бензола, толуола и бифенила), а также соответствующих циклических соединений. Интересно, что в отличие от классического десульфирования наблюдалось образование алифатических углеводородов (гептенов, метилгексена, метил-этилгексана и др.), что указывает на наличие реакции крекинга. В целом можно предложить схему конверсии дибензотиофена в сверхкритическом растворителе, представленную на рис. 2.

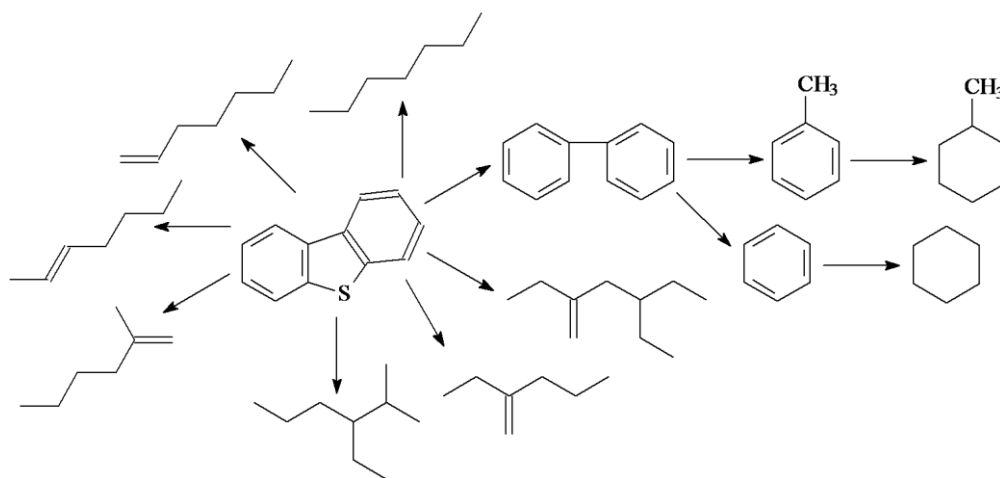


Рис. 2. Схема конверсии дибензотиофена в сверхкритическом растворителе

Поскольку дибензотиофен – это соединение, конверсия которого затруднена, использование сверхкритических растворителей представляется эффективной альтернативой. Экспериментальные результаты по влиянию растворителя на десульфирование и крекинг дибензотиофена показали, что в индивидуальном растворителе степень конверсии не превышала 50 масс. %. Однако в метаноле достигалась конверсия до 72 масс. % и обеспечивала образование моноароматических и циклических соединений с общим выходом 65 масс. %. Наименьшая конверсия наблюдалась при использовании в качестве растворителя пропанола-2 (23 масс. % соответственно). При этом отмечалось преимущественное образование бифенила.

В смеси растворителей (гексан – метанол и гексан – пропанол-2) наблюдался синергетический эффект. Степень конверсии увеличилась до 97 и 64 масс. % для смеси гексан – метанол и гексан – пропанол-2 соответственно. Интересно, что в смеси гексан – метанол общий выход циклических и алкеновых соединений составил около 80 масс. %.

#### **Библиографический список**

1. Speight J.G. The chemistry and technology of petroleum. 5th ed. CRC Press: Boca Raton, 2014. 560 p.

2. Солодова Н.Л., Шайдуллина Г.Н. Химическая технология переработки нефти и газа: учебное пособие. Казань: Казанский государственный технологический университет, 2006. 124 с.

3. Song Ch. An overview of new approaches to deep desulfurization for ultra-clean gasoline, diesel fuel and jet fuel // *Catalysis Today*. 2003. Vol. 86. P. 211–263.

4. Toulhoat H., Raybaud P. Catalysis by transition metal sulfides: from molecular theory to industrial application // *IFP Energies nouvelles*. 2013. P. 832.

5. Alonso F., Ancheyta J. Development of correlations for predicting hydrodesulfurization of straightrun gasoil by factorial model // *Catalysis Today*. 2018. Vol. 305. P. 203–211.

6. Yik E., Iglesia E. Mechanism and site requirements for thiophene hydrodesulfurization on supported Re domains in metal or sulfide form // *Journal of Catalysis*. 2018. Vol. 368. P. 411–426.

7. Catalytic bitumen cracking in sub- and supercritical water / X.-K. Gai [et al.] // *Fuel Processing Technology*. 2016. Vol. 142. P. 315–318.

# DIBENZOTHIOPHENE DESULFURIZATION USING SOLVENTS IN SUPERCRITICAL STATE

**Yakubenok K.V.**

***Abstract.** In this paper, the effect of solvents on the process of desulfurization of dibenzothiophene under supercritical conditions is studied. It has been shown that the use of supercritical fluids for the conversion of sulfur-containing condensed oil compounds makes it possible to obtain aromatic and light aliphatic products. It is found that the conversion pathways in supercritical fluids differ significantly from those observed in classical conversion conditions.*

***Keywords:** dibenzothiophene, desulfurization, supercritical solvent, heavy oil fractions.*

Об авторе:

Якубенюк Ксения Валерьевна – магистрант, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», Тверь. E-mail: games.300419@mail.ru

Yakubenok Kseniya Valerievna – Master Student, Tver State Technical University, Tver. E-mail: games.300419@mail.ru

Научный руководитель – Степачева Антонина Анатольевна, канд. хим. наук, доцент кафедры биотехнологии, химии и стандартизации, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», Тверь.

Research manager – Stepacheva Antonina Anatolievna, Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor of the Department of Biotechnology, Chemistry and Standardization, Tver State Technical University, Tver.



## СОДЕРЖАНИЕ

### Секция 1. Проблемы социально-экономического развития региона

<i>Аверчев А.А., Розов Д.В., Минайло М.В.</i> Анализ доли инвестиций, направленных на реконструкцию и модернизацию в общем объеме инвестиций в основной капитал Центрального федерального округа за период 2010–2018 годов.....	3
<i>Артемьев А.А., Зайцева Е.А., Лепехин И.А.</i> Анализ и оценка влияния негативных процессов на состояние сельскохозяйственных земель в Тверской области.....	7
<i>Васильева К.М., Степанов В.Я.</i> Кадастр особо охраняемых природных территорий, расположенных на землях лесного фонда Тверской области.....	18
<i>Иванов К.А., Ларионов Н.И., Розов Д.В.</i> Современное состояние розничной торговли в России.....	23
<i>Иванов К.А., Ларионов Н.И., Розов Д.В.</i> Оценка менеджмента качества на предприятии розничной торговли.....	28
<i>Минайло М.В., Розов Д.В., Аверчев А.А.</i> Анализ уровня смертности населения Центрального федерального округа за период 2010–2018 годов.....	33
<i>Моисеева М.М., Евграфов Д.В., Валиева А., Гавриленко А.В.</i> Современные проблемы внедрения документооборота на машиностроительном предприятии.....	37
<i>Моисеева М.М., Евграфов Д.В., Аннаев Б., Гавриленко А.В.</i> Необходимость участия предприятий промышленного сектора в разработке национальных стандартов в области машиностроения...	42

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

<i>Епишкин И.И.</i> Внедрение концепции «Индустрии 4.0» в ситуационно-аналитическом обеспечении электроэнергетики.....	48
<i>Крылов Д.Ю.</i> Острова из мусора.....	51
<i>Крылов Д.Ю.</i> Явление оползней. Причины склонных процессов.....	54

<i>Деревянко В.В., Макарова Т.Ю.</i> Дренажная система «ЛАЙТРОК» как прогрессивная технология осушения территории.....	57
<i>Мусатов В.М., Петушков В.С., Петропавловская В.Б.</i> Использование золошлаковых отходов ТЭЦ в золоцементных композитах для дорожного строительства.....	61
<i>Парфугина И.В.</i> Проблема выравнивания поверхности торфяной карты.....	66
<i>Петушков В.С., Мусатов В.М., Петропавловская В.Б.</i> Очистка дымовых газов. Получение серогипса.....	69

### **Секция 3. Производство строительных материалов, строительство и строительные технологии**

<i>Джабаров А.С., Белов В.В.</i> Ремонтные бетонные смеси, модифицированные премиксами.....	74
<i>Крылов Д.Ю.</i> Архитектура как искусство. Андреа Палладио.....	80
<i>Крылов Д.Ю.</i> Больница за 10 дней.....	83
<i>Москвина Ю.Н., Кузина О.В., Кузин А.В.</i> Технология и организация работ по реконструкции с применением углеволокна.....	86
<i>Перевозчикова С.В., Белов В.В.</i> Облегченный материал на основе полых стеклянных микросфер для восстановления и реставрации фасадов зданий.....	90
<i>Савич А.В.</i> Краткий обзор истории развития отечественных технологий смолоинъекции для гидроизоляции заглубленных железобетонных конструкций зданий.....	96
<i>Трофимов В.И., Егоров А.Р., Васючков К.А., Некрасов К.Г.</i> Повышение эффективности цементобетонных дорожных покрытий в Арктических зонах.....	101
<i>Чубарова А.А.</i> Оптимальное проектирование безбалочных перекрытий каркасных зданий.....	107
<i>Чубарова А.А.</i> Особенности конструкции и технологии возведения безбалочных железобетонных перекрытий.....	112

#### Секция 4. Машиностроение и металлообработка

<i>Крылов Д.Ю.</i> Инновационные сечения профилей и их актуальность на рынке.....	117
---	-----

#### Секция 5. Химия, химическая и биотехнология

<i>Антонов Е.В., Кислица О.В., Манаенков О.В.</i> Pt-содержащие катализаторы для «ONE-POТ» конверсии целлобиозы в глюконовую кислоту.....	121
<i>Базулева В.А., Прутенская Е.А.</i> Перспективы применения возобновляемого растительного сырья в производстве этилового спирта.....	125
<i>Губская Е.М., Ожимкова Е.В., Филатова А.Е.</i> Перспективные способы переработки лигноцеллюлозного сырья.....	130
<i>Кортикова И.О., Гребенникова О.В.</i> Определение оптимального значения pH для мультиферментной системы на основе глюкооксидазы и пероксидазы корня хрена.....	135
<i>Лакина Н.В., Туманов Г.А., Михайлов С.П., Сальникова К.Е.</i> Исследование электронпроводящих биополимерных матриц.....	139
<i>Лебедева И.Е., Орлов В.В., Ожимкова Е.В.</i> Биоконверсия костры и коробочек льна в экологически безопасные удобрения.....	144
<i>Михайлова П.Д., Ожимкова Е.В.</i> Перспективы получения антиоксидантов из отходов заготовки бобовых культур.....	148
<i>Рудь Д.В.</i> Переработка масличной биомассы с использованием различных растворителей в сверхкритических условиях.....	151
<i>Якубенко К.В.</i> Десульфирование дибензотиофена с использованием растворителей в сверхкритических условиях.....	156

**Направления развития российской науки:  
теоретические исследования  
и экспериментальные разработки студентов  
и аспирантов**

*Материалы Всероссийской (национальной)  
научно-практической конференции  
январь 2021 г., Тверь*

Редактор Я.А. Петрова  
Корректор Ю.Ф. Воробьева

---

Подписано в печать 11.08.2021

Формат 60x84/16

Физ. печ. л. 10,25

Тираж 50 экз.

Усл. печ. л. 9,53

Заказ № 46

Бумага писчая

Уч.-изд. л. 8,92

С – 45

---

Редакционно-издательский центр  
Тверского государственного технического университета  
170026, г. Тверь, наб. А. Никитина, 22