

УДК 674.048

А. Ю. Ключев, Н. Р. Прокопчук, Н. А. Мазало, И. В. Николайчик
Белорусский государственный технологический университет

БИОЦИДНЫЕ СОСТАВЫ НА ОСНОВЕ ТАЛЛОВЫХ МАСЕЛ И ПЕКА (СООБЩЕНИЕ 3)

В статье проведен анализ научных и патентных исследований, связанных с получением и изучением биоцидных составов на основе талловых масел и пека за двадцать лет. В последние десятилетия возникла и остается реальной проблема защиты различных целлюлозосодержащих веществ от повреждающего действия биологических факторов или агентов биоразрушения. Это достаточно широкий круг разнообразных живых организмов – грибы, насекомые, бактерии, водоросли, моллюски и ракообразные, оказывающие разрушающее действие на сам объект биоповреждения. Более 40% биоповреждений приходится на деятельность микроорганизмов, из них доля поражения грибами составляет до 90%. Биоповреждение происходит в основном в результате использования в качестве источника питания целлюлозы, лигнина и других компонентов древесины. Защита целлюлозосодержащих веществ от агентов биоразрушения – важная задача современности. Как правило, такая защита проводится различными химикатами, в состав которых входят достаточно агрессивные и влияющие на здоровье людей и загрязнение окружающей среды вещества. Как следствие этого, ранее широко применяемые защитные средства на основе эффективных, но небезопасных для человека и среды соединений, перестают использоваться. О перспективах применения продуктов лесохимии снова начинают «громко говорить», так как растения – это возобновляемое сырье, а получаемые продукты уникальны. Поиск новых экологически безопасных защитных средств на основе возобновляемого сырья будет способствовать решению вопроса импортозамещения и создания отечественных биоцидов.

Ключевые слова: древесина, целлюлоза, лигнин, защитные средства, талловое масло, пек.

Для цитирования: Ключев А. Ю., Прокопчук Н. Р., Мазало Н. А., Николайчик И. В. Биоцидные составы на основе скипидара и его производных (сообщение 3) // Труды БГТУ. Сер. 2, Химические технологии, биотехнологии, геоэкология. 2024. № 1 (277). С. 12–20.

DOI: 10.52065/2520-2669-2024-277-2.

A. Yu. Klyuev, N. R. Prokopchuk, N. A. Mazalo, I. V. Nikolaychik
Belarusian State Technological University

BIOCIDAL COMPOSITIONS BASED ON TALL OILS AND PITCH (MESSAGE 3)

The article analyzes scientific and patent research related to the production and study of biocidal compositions based on tall oils and pitch over the past twenty years. In recent decades, the problem of protecting various cellulose-containing substances from the damaging effects of biological factors or biodegradation agents has arisen and remains a real one. This is a fairly wide range of various living organisms – fungi, insects, bacteria, algae, mollusks and crustaceans, which have a destructive effect on the object of biological damage itself. More than 40% of biological damage occurs due to the activity of microorganisms, of which the proportion of fungal damage is up to 90%. Biological damage occurs mainly as a result of the use of cellulose, lignin and other wood components as a food source. The protection of cellulose-containing substances from biodegradation agents is an important task of our time. As a rule, such protection is carried out by various chemicals, which include substances that are quite aggressive and affect human health and environmental pollution. As a consequence of this, previously widely used protective agents based on effective but unsafe compounds for humans and the environment are no longer used. The prospects of using forest chemistry products are again being “loudly talked about”, because plants are renewable raw materials, and the products obtained are unique. The search for new environmentally friendly protective means based on renewable raw materials will be a way to solve the issue of import substitution and the creation of domestic biocides.

Keywords: wood, cellulose, lignin, protective agents, tallow oil, pitch.

For citation: Klyuev A. Yu., Prokopchuk N. R., Mazalo N. A., Nikolaychik I. V. Biocidal compositions based on tall oils and pitch (message 3). *Proceedings of BSTU, issue 2, Chemical Engineering, Biotechnologies, Geoecology*, 2024, no. 1 (277), pp. 12–20 (In Russian).

DOI: 10.52065/2520-2669-2024-277-2.

Введение. В современном мире лесохимия, согласно химической энциклопедии, – это область знаний о химических свойствах древесины и лесохимических производствах, исходным сырьем для которых она служит, т. е. в настоящее время лесохимия представляет собой науку, которая состоит из множества направлений и дисциплин [1], хотя изначально лесохимия определялась как основа технологии канифольно-скипидарного производства и углежжения [2]. На данный момент предметом лесохимии является исследование различных способов выделения и получения «самостоятельных» химических соединений, создание на их основе новых производных, выявление и изучение их биологической активности. Низкомолекулярные компоненты, выделяемые из растительного сырья, являются первоисточником для многочисленных химических органических реакций. Среди них наибольший интерес представляют терпеноиды. Связано это с тем, что терпеноиды – это удивительная группа вторичных метаболитов высших растений, у которых нет аналогов по разнообразию структурных типов. Препараты на основе этих соединений имеют широкий спектр биологической активности: фунгицидная, бактерицидная, противовоспалительная, обезболивающая, противоопухолевая, иммуномоделирующая, успокаивающая и др.

В настоящее время из-за отсутствия в странах ЕАЭС подсобного промысла добычи сосновой живицы основным способом получения таллового масла является сульфатный способ переработки древесины с целью получения целлюлозы. При сульфатной варке целлюлозы смолистые вещества древесины переходят в раствор, так называемый черный щелок. В ходе дальнейшей переработки черного щелока эти малорастворимые в воде вещества отделяются от водного раствора в виде сульфатного мыла. Сульфатное мыло – побочный продукт сульфатной варки и оно должно быть полностью удалено для корректной работы сульфатно-целлюлозного производства [3]. Однако сульфатное мыло выступает сырьем для производства сырого таллового (хвойного) масла в результате воздействия на мыло серной кислотой. Полученное талловое масло подвергается вакуум-дистилляции (230–260°C) с образованием дистиллята и нелетучего остатка (таллового пека). Из дистиллята путем вакуум-ректификации получают различные продукты: талловые жирные кислоты, талловую канифоль, дистиллированное талловое масло, легкое талловое масло. Также существуют технологии извлечения биологически активных нейтральных веществ из сульфатного мыла, таллового масла и таллового пека. Кроме этого, на основе отработанного черного сульфатного щелока

можно получать сульфатный лигнин, который используют как сорбент, наполнитель резин, пластиков. Для современной экономики эффективность производства по получению целлюлозы определяется не только технологическими процессами, но и дальнейшей переработкой и использованием смолистых веществ, образующихся в процессе варки.

В Республике Беларусь в 2020 г. на ОАО «Светлогорский целлюлозно-картонный комбинат» завершена реализация крупного инвестиционного проекта по производству сульфатной белевой целлюлозы с проектной мощностью выпуска до 400 тыс. т в год. Белая целлюлоза – это высоколиквидная продукция, предназначенная для экспорта и замещения на внутреннем рынке импортных волокнистых полуфабрикатов для целлюлозно-бумажной промышленности. На ОАО «Светлогорский целлюлозно-картонный комбинат» в результате сульфатной варки хвойных и лиственных пород при этой мощности выпуска производится около 20 тыс. т сырого таллового масла в год.

Основная часть. Состав и свойства таллового масла зависят от вида перерабатываемой древесины, ее породы, географической широты произрастания, времени заготовки, продолжительности и способа хранения древесного сырья, а также других факторов. На состав таллового масла оказывает влияние способ и условия получения этих продуктов. Средние показатели состава сырого таллового масла в зависимости от породы перерабатываемой древесины приведены в таблице.

Состав сырого таллового масла (средние показатели)

Показатели таллового масла	Перерабатываемая древесина	
	хвойных пород	хвойных и лиственных пород
Кислотное число, мг КОН/г	140	132
Массовая доля компонентов, %:		
смоляные, или канифольные, кислоты	40	24
ненасыщенные жирные кислоты	45	50
неомыляемые вещества	8	18
лигнин	0,1	1,5

Добавление лиственных пород при сульфатной варке древесины снижает кислотное число и массовую долю смоляных кислот. Смоляные кислоты таллового масла представлены абиетиновой,

дегидроабетиновой, неоабетиновой, декстропимаровой, левопимаровой, палюстровой кислотами. Таким образом, состав смоляных кислот таллового масла практически не отличается от состава кислотных фракций экстракционной и живичной канифоли. Благодаря высокому содержанию смоляных и жирных кислот талловое масло является ценным лесохимическим продуктом [4].

Разработана комплексная ресурсосберегающая, экологически безопасная технология получения биологически активных и сопутствующих им продуктов из сульфатного мыла с получением β -фитостерина, очищенного фитостерина, осветленного фитостерина, нейтрола (КНВ), очищенного сульфатного и пекового мыла (ППФ-ППФ-3). В автореферате [5] установлено, что неомыляемые вещества сульфатного мыла представляют собой ценное органическое сырье для производства новых лесохимических продуктов. Доказано, что выделение неомыляемых веществ из сульфатного мыла позволяет повысить выход и улучшить качество талловых продуктов и одновременно получать новые лесохимические продукты. Экспериментально подтверждена научная концепция о присутствии в неомыляемых веществах сульфатного мыла ряда перспективных биологически активных веществ, в частности сквалена, бетулопrenoлов, лариксола, эфиров пиносильвина, цембрановых соединений. Определены ведущие направления использования новой лесохимической продукции из сульфатного мыла. Например, стероидные продукты, бетулин и нейтрол – в медицине, косметологии и пищевой промышленности. Концепция получения и использования биологически активных и сопутствующих продуктов из сульфатного мыла явилась научной основой комплексной переработки различного растительного сырья с получением биологически активных веществ и дальнейшего определения их применения в медицине, косметологии и различных областях техники.

В статье [6] показана возможность увеличения выхода и улучшения качества дистиллированного таллового масла при переработке сульфатного мыла, из которого перед разложением удалены нейтральные вещества методом их отгонки в токе водяного пара под вакуумом.

Однако из-за присутствия в сыром талловом масле серосодержащих соединений белорусские предприятия его не перерабатывают, поэтому использование сырого таллового масла для получения на его основе вторичных продуктов с последующей реализацией становится невозможным. В связи с этим сырье уходит на переработку в Европу и другие страны, принося экономический ущерб республике.

Одним из эффективных способов удаления серосодержащих соединений выступает обессеривание

продуктов ректификации таллового масла [7]. Данный способ основан на последовательной обработке продуктов ректификации пероксидом водорода, концентрированной серной кислотой и водным раствором ацетонитрила. В результате общее содержание серы в талловых продуктах снижается более чем в 10 раз.

Актуальными остаются и исследования, посвященные изучению и применению очищенного таллового масла как дешевого исходного сырья для синтеза биоцидов и биоцидных составов на его основе.

В Республике Беларусь производство биоцидов и биоцидных составов на базе такого лесохимического сырья отсутствует и использование таллового масла в полной мере остается невостребованным.

Известны также изобретения [8], которые можно применять в качестве защитных и антикоррозионных материалов для защиты металлических кабельных оболочек от коррозии и механических повреждений путем пропитки. В основе метода – пропитка бумаги раствором нафтеноата меди или продуктом конденсации полиэтиленполиамины со смоляными и жирными кислотами в минеральном масле и битумом при определенном соотношении компонентов в массовых долях. Сначала пропитывается бумага-основа раствором антисептика в минеральном масле с нанесением поверх битума. В качестве смеси смоляных и жирных кислот может использоваться талловое масло, а в качестве минерального масла – кабельное масло. Это обеспечивает равномерную пропитку всех слоев бумаги-основы антисептическим составом и битумом, что увеличивает антисептические свойства. Также получаемый материал технологичен и обладает повышенными диэлектрическими свойствами.

В литературных источниках описан 21 препарат [9] для защиты древесины на основе природных веществ, таких как канифоль, воск и других, и синтетических соединений, которые менее ядовиты, чем применяемые ранее: марки Auro (Auro Pflanzenchemie GmbH) Imprа, Profilan (Weyl GmbH), Lignitop (Schulte Holzschutz), Piqrol (Piqrol).

В работе [10] изучена биоцидная активность жирных кислот таллового масла. Антимикробная активность смоляных кислот связана с присутствием в молекулах гидроксильных, альдегидных, кетонных и других функциональных групп, их цис- и транс-конфигурацией. Исследование влияния препаратов на рост грибов проводили методом лунок, на рост бактерий – методом серийных разведений. Посевной материал выращивали на плотных питательных средах. Был оценен рост тест-культур визуально и определены минимальные биоцидные концентрации препаратов.

Изобретение, описанное в источнике [11], относится к способу получения высокочистых фитостеринов в области химии. Способ включает растворение концентрата нейтральных веществ таллового масла в смесевом растворителе, состоящем из предельного углеводорода (гексан или гептан), одноатомного алифатического спирта (изопропиловый или изобутиловый спирт) и воды при определенном содержании компонентов растворителя и конкретном соотношении концентрата нейтральных веществ таллового масла и смесевых растворителей. После чего охлаждали полученный раствор до 35–47°C и выдерживали при определенной температуре для созревания кристаллов. Затем проводили отделение кристаллов чистых стеринов от маточного раствора, промывку и сушку кристаллов. В результате были получены высокочистые фитостерины требуемого качества, которые пригодны для применения в пищевой промышленности.

В работе [12] рассмотрены возможности использования при производстве изоляционных и конструкционных композиционных древесных материалов в качестве наполнителей и модификаторов синтетических смол (фенолформальдегидная, карбамидоформальдегидная), которые содержат побочные продукты лесохимического производства: лигниносульфوناتы, масло сырое талловое, пек талловый.

В источнике [13] идет речь о том, что талловое масло – побочный продукт при производстве целлюлозы, однако содержит смесь живичных и смоляных кислот (абиетиновой, левопимаровой, неоабиетиновой, палостровой, де- и дигидроабиетиновой, олеиновой, декстрапимаровой и линолевой). Смесь кислот является ценным сырьем для производства большого ассортимента химических продуктов. Также рассмотрены свойства таллового масла и коммерческие химические продукты, получаемые на его основе (добавки в асфальт, синтетические моющие средства, ПАВ, прекурсоры, эмульгаторы и др.). Дан перечень фирм-производителей химических продуктов на основе таллового масла.

Консервант, описанный в работе [14], представляет собой неочищенное талловое масло, из которого удалили нейтральные компоненты, выступающие в роли питательной среды и источника питания для гнилостных грибков, и/или соединения, вызывающие протекание реакций этерификации.

Изучен способ обработки древесины [15], включающий ее пропитку талловым маслом. При данном способе пропитки талловое масло предварительно нагревали до температуры 180–220°C, затем вводили катализатор дегидратации в количестве 0,5–3,0% от массы таллового

масла и выдерживали при температуре 200–250°C в течение 2–5 ч. После осуществляли пропитку древесины при температуре 130–170°C в течение 10–60 мин и подвергали термообработке при температуре 155–185°C в течение 3–8 ч. В результате увеличивалась водо- и биостойкость древесины с сохранением ее механической прочности.

Композиция для обработки древесины, содержащая инициаторы [16], представляет собой раствор в растительном масле (тунговое, соевое, льняное, касторовое, сафлоровое или талловое) донора Н и инициаторов согласно формуле А-В(Ау)-А, где А – ароматическая группа; В – инициатор. Композиция содержит в составе: 10–100% масла; 0–90% растворителя; 0,01–5,0% инициатора и 0–1,5% донора Н типа углеводородов, спиртов или аминов. Перед обработкой поверхность древесины нагревали до ≥ 60 (≥ 100)°C в течение ≤ 10 мин. Перед пропиткой древесину нагревали при 40°C в течение 20 мин.

На основе таллового масла, кислот, полученных из растительных масел и триэтанолamina, разработана присадка адгезионная «АЗМОЛ-БП-3» [17]. Она содержит полиэтиленполиамин в следующем соотношении компонентов, %: талловое масло – 39–62; кислоты, полученные из растительных масел – 0–13; триэтаноламин – 39–43; полиэтиленполиамин 6–8.

В работе [18] были проведены исследования по изучению стойкости к разложению древесины, обработанной борной кислотой и производными таллового масла. Исследовали стойкость древесины к действию бурой и красной плесени, обработанной 1–2%-ной борной кислотой и четырьмя видами производных таллового масла. Было показано, что борная кислота подавляет развитие плесени и имеет синергический эффект с производными таллового масла. Выявлено, что наиболее эффективна обработка 2%-ной борной кислотой и смолой, содержащей 90% смоляных кислот. При этом потеря веса под действием плесени снижается до уровня, меньшего чем 3%.

Изучены жирные кислоты таллового масла и их производные, которые обладают высокой биологической активностью [19]. В работе проанализированы различные способы выделения пиноленовой кислоты: с помощью комплекса с мочевиной, методы колоночной хроматографии; способы, основанные на образовании иодлактона. Установлено наиболее оптимальное использование колоночной хроматографии.

В материалах по синтезу и исследованию защитных свойств ингибиторов биокоррозии на основе таллового масла и олеиновой кислоты [20] был синтезирован ряд ингибиторов сероводородной коррозии на основе аминов, олеиновой

кислоты и таллового масла. Анализ эффективности действия ингибиторов был проведен на гравиметрической установке.

Талловый пек – плавкий остаток от перегонки сырого таллового масла. Он является многотоннажным побочным продуктом сульфатцеллюлозного производства. Хотя талловый пек является доступным и относительно дешевым возобновляемым сырьем растительного происхождения, обладает рядом ценных свойств, в настоящее время он не находит достаточного квалифицированного применения [21].

Сегодня талловый пек в виде товарного продукта выпускают предприятия, перерабатывающие хвойную древесину или ее смесь с древесной лиственных пород. Талловый пек, как и все талловые продукты, получаемые при переработке сырого таллового масла, содержит четыре основные группы соединений: смоляные и жирные кислоты, окисленные и неомыляемые вещества.

Пек, полученный на разных предприятиях, отличается по своему химическому составу и физико-химическим свойствам [22]. Одним из перспективных направлений переработки таллового пека является выделение из него фитостерина с одновременным получением сопутствующих продуктов. Фитостерины обладают высокой биологической активностью, на их основе синтезируют производные для медицины, косметологии и пищевой промышленности. Согласно теоретическим расчетам содержание фитостерина в пеке составляет 18–20%, но на практике его выделение не превышает 12%. Связано это с потерями таллового масла при высокотемпературной ректификации.

В работе [23] представлен способ выделения фитостеринов из таллового пека. Он заключается в омылении таллового пека щелочью в многоатомном спирте, экстракции из щелочно-спиртового раствора неомыленных веществ с помощью углеводородного растворителя с последующим его удалением путем перегонки. В качестве углеводородного растворителя используют смесь парафиновых углеводородов с числом углеродных атомов от 8 до 17. В дальнейшем происходит концентрирование фитостеринов. Так, после проведения экстракции из экстрактного раствора выделяют бетулин путем кристаллизации при температуре от 50 до 83°C, а фитостерины в последующем концентрируют путем ректификации. В результате увеличивается степень извлечения фитостеринов из омыленного таллового пека до 95% и получается конечный продукт с содержанием фитостеринов не менее 65%. При этом нежелательная примесь бетулина составляет не более 0,3%.

В публикации по комплексной переработке таллового пека в ценные ресурсы [24] идет речь

о разработке ресурсосберегающей, экономически выгодной и эффективной технологии. Талловый пек, рассматривающийся как побочный продукт целлюлозно-бумажных комбинатов, является источником фитостерина. Разработка способа выделения фитостерина из продуктов переработки растительного сырья, в частности из таллового пека, с высоким выходом, минимальным количеством стадий переработки и приемлемой чистотой продукта для соответствующей области применения до сих пор является актуальной научной задачей. Разработанная технология позволяет комплексно перерабатывать талловый пек.

В 1989–1991 гг. вышел ряд публикаций о применении таллового пека в качестве защиты пеньковой пряжи для силовых кабелей подземной прокладки от аэробных и анаэробных бактерий [25–27].

В 2008 г. было запатентовано несколько антикоррозийных составов, среди них состав на основе модифицированной гексаметилентетраминовой смеси таллового пека и лигносульфонатов технических в присутствии катализатора – окиси цинка, талловой модифицированной канифоли, пигментов алюминиевой пудры и двуокиси титана, фосфата цинка, нейтрализующего наполнителя гидроокиси кальция, и/или мела, и/или микрокальцита, и/или микроталька, отвердителя полиэтиленполиамин и органического растворителя [28]. Состав получали в результате смешивания (модификации) смеси таллового пека, технических лигносульфонатов и гексаметилентетрамина при 120–140°C в присутствии катализатора – окиси цинка. Затем смесь охлаждали, добавляли талловую модифицированную канифоль, пигменты, нейтрализующий наполнитель, отвердитель и растворитель. Состав можно использовать в агрессивных средах для получения антикоррозионного покрытия на железобетонных и металлических конструкциях производственных цехов химических предприятий и внешних поверхностей оборудования, эксплуатирующийся в условиях повышенной влажности, содержащих в атмосфере диоксид серы, сероводород, хлор и аммиак. Получаемое покрытие имеет повышенную светостойкость, расширенную цветовую гамму и быстро высыхает.

В этом же 2008 г. группой ученых был запатентован еще один антикоррозионный состав для защиты от коррозии стальных и железобетонных поверхностей путем нанесения на ржавую (толщина ржавчины до 100 мкм) поверхность [29]. Состав включает лигносульфонаты технические, талловый пек, пигмент алюминиевую пудру ПАП-1, канифоль, органический растворитель, который дополнительно содержит разбеливающие вещества – двуокись титана, окись цинка, фосфат

цинка, отвердитель – полиэтиленполиамин, и модификатор гексаметилентетрамин, повышающий водостойкость покрытия, при следующем соотношении компонентов, мас. ч.: талловый пек – 40–45; лигносульфонаты технические – 8–10; канифоль – 4,8–7,0; гексаметилентетрамин – 4,0–11,0; алюминиевая пудра ПАП-1 – 0,6–2,0; двуокись титана – 0,06–0,2; окись цинка – 0,1–0,14; фосфат цинка 0,1–0,2; органический растворитель – 36,2–40,0. Состав отличается еще и тем, что в качестве органического растворителя он содержит орто-ксилол, или уайт-спирит, или смесь толуола и уайт-спирита в соотношении 3:1. Для улучшения реологических свойств в состав введен акрилоилтриметиламиндопропиламмоний хлорид в количестве 0,02 мас. ч.

Заключение. Таким образом, проведенный поиск научных и патентных исследований, связанных с получением и изучением биоцидных составов на основе талловых масел и пека, позволяет говорить о том, что рациональная переработка отходов лесохимического производства – одно из актуальных направлений в экономике современного мира.

Сырое талловое масло является ценным сырьем для производства не только талловой канифоли, талловых жирных кислот, но и для производства линолеума, твердого и жидкого мыла, лаков, смазочных масел, алкидных смол, красок и др. Талловый пек, также являющийся побочным продуктом целлюлозно-бумажного производства, нашел применение и как потенциальный источник фитостероинов.

Благодаря налаженному в Республике Беларусь производству сульфатной беленой целлюлозы, получаемые отходы в виде таллового масла, пека, талловой канифоли и скипидара при настроенной переработке открывают широкие возможности для получения дешевых вторичных продуктов для нужд народного хозяйства.

Одним из перспективных направлений выступает создание на основе отечественных талловых продуктов биоцидов и биоцидных составов. Использование азотсодержащих соединений в качестве модификаторов таллового масла, пека и канифоли позволит получить продукт, обладающий биоцидными свойствами.

Список литературы

1. Химическая энциклопедия / под ред. И. Л. Кнунянца. М.: Советская энциклопедия, 1988. URL: https://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_chemistry/2355 (дата обращения: 14.11.2023).
2. Кучин А. В. Лесохимия. Низкомолекулярные компоненты растительного сырья // Химия и технология растительных веществ: 10-я Всерос. науч. конф. и школа молодых ученых. Казань. 2017. С. 11.
3. Старжинская Е. В., Кряжжев А. М., Селянина С. Б. Побочные продукты сульфатно-целлюлозного производства: технологическая необходимость и дополнительная прибыль // Целлюлоза. Бумага. Картон. 2016. № 5. С. 54–58.
4. Справочник химика 21. Химия и химическая технология. URL: <https://www.chem21.info/page/139147217208020034056147036006048139186025175185> (дата обращения: 14.11.2023).
5. Некрасова В. Б. Получение и использование биологически активных и сопутствующих продуктов из сульфатного мыла: автореф. дис. ... д-ра техн. наук. СПб., 2006. 38 с.
6. Селянина С. Л., Коптелов А. Е. Перегонка с водяным паром – эффективный способ регулирования качества таллового масла // Лесной журнал. Сер. Известия вузов. 2002. № 5. С. 115–123.
7. Обессеривание некоторых продуктов ректификации таллового масла и пути их применения / А. Д. Трифонова [и др.] // Химия и современность. 2014. С. 18–20.
8. Битумсодержащий материал для защиты кабелей: пат. RU 2131445 C1 / Г. П. Макиенко, И. Б. Пешков, И. А. Сусоров, К. В. Барсуков. Опубл. 10.06.1999.
9. Наружная защита древесины с помощью более мягких химикатов. Обзор рынка. Часть 1. Holz aussen – mit sanfter Chemie schutzen. Eine Marktubersicht – Teil 1. Bauen Holz. 1994. 96, no. 11. С. 855–858.
10. Беляева А. Д., Минина А. А., Няникова Г. Г. Биоцидная активность жирных кислот таллового масла // Традиции и инновации: материалы науч. конф., посвященной 187-й годовщине Санкт-Петербургского государственного технического института (технического университета), Санкт-Петербург, 3–4 декабря 2015 г. СПб., 2015. С. 191.
11. Способ получения высокочистых фитостероинов: пат. RU 2762561 C1 / С. Р. Кушнир, В. В. Абрамова, М. А. Лазарев, И. С. Ильичев, Е. А. Лаврентьева, А. Б. Рабдиль, Т. В. Федотова. Опубл. 21.12.2021.
12. Чельшева И. Н., Денисов С. В. Побочные продукты в составе композитов // Труды БрГУ. 2010. С. 277–281.
13. Formella Krzysztof, Haponiuk Jozef T. Применение таллового масла в химической промышленности // Przem. chem. 2012. 91, no. 6. P. 1160–1163.

14. Консервант для древесины и способ изготовления консерванта для древесины: пат. RU 2422265 / Х. Борен (О. Хельяккя). Оpubл. 27.06.2011.
15. Меркулов В. В., Батяй Н. А., Мантлер С. Н. Получение пропитки древесины // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика: сб. науч. тр. по материалам Междунар. заоч. науч.-практ. конф. Воронеж, 2015. Т. 3, № 6. С. 160–166.
16. Композиция для обработки дерева, содержащая инициаторы и способ использования этой композиции: заявка UK 1568745 ЕПВ / S. Gothe, L. Castwall (Calignum Technologies AB). Оpubл. 31.08.2005.
17. Присадка адгезионная «АЗМОЛ-БП-3»: пат. UA 42620 / О. Д. Стахурський, О. В. Шапошник, О. О. Македонський, С. Л. Сергіє, С. Г. Шафранова, Г. Ф. Терехова, И. В. Кушнарєнко, Т. О. Бороденко. Оpubл. 15.10.2001.
18. Ali Temiz, Gry Alfredsen, Morten Eikenes, Nasko Terziev. Стойкость к разложению древесины, обработанной борной кислотой и производными таллового масла // Bioresource Technology. 2008. No. 7. P. 2102–2106.
19. Жирные кислоты таллового масла и их производные, обладающие высокой биологической активностью / А. Н. Евдокимова [и др.] // Новая наука: проблемы и перспективы: Междунар. науч.-практ. конф., Стерлитамак, 26 декабря 2016 г. Стерлитамак. 2016. Ч. 3. С. 265–266.
20. Шарифуллин А. В., Васюков С. И., Ямалтдинова К. А. Синтез и исследование защитных свойств ингибиторов биокоррозии на основе таллового масла и олеиновой кислоты // Булатовские чтения: материалы 3-й Междунар. науч.-практ. конф., посвященной памяти доктора технических наук, профессора, заслуженного деятеля науки и техники Российской Федерации, заслуженного изобретателя Российской Федерации, академика Международной и Российской инженерных академий Анатолия Ивановича Булатова, Краснодар, 31 марта 2019 г. Краснодар, 2018. Т. 4. С. 156–158.
21. Исмагилов Р. М. Технология получения новых продуктов на основе таллового пека: автореф. дис. ... д-ра техн. наук. Нейво-Рудянка, 2003. 125 с.
22. Безбородова Т. Г., Некрасова В. Б. Перспективы комплексной переработки таллового пека // Новые достижения в химии и химической технологии растительного сырья: материалы 4-й Всерос. конф., Барнаул, 21–23 апреля 2009 г. Барнаул, 2009. Кн. 1. С. 189–191.
23. Способ выделения фитостероинов из таллового пека: пат. RU 2655444C1 / И. Н. Чернов, А. О. Коршунов, Т. И. Долинский, М. А. Лазарев, Е. А. Маврина, И. С. Ильичев, А. Б. Радбиль. Оpubл. 29.05.2018.
24. Коршунов А. О., Лазарев М. А., Радбиль А. Б. Комплексная переработка таллового пека в ценные ресурсы // 23-я Нижегородская сессия молодых ученых (технические, естественные, математические науки), Княгинино, 22–23 мая 2018 г. Княгинино, 2018. Т. 2. С. 74–75.
25. Способ получения антимицробной и антикоррозионной добавки для пропитки кабелей: а. с. USSR 1823434 / Р. Г. Шляшинский, А. Ю. Клюев, А. Е. Израилев, Г. Г. Свалов. Оpubл. 12.10.1992.
26. Состав для защитной пропитки кабельной целлюлозосодержащей пряжи и бумаги: пат. SU 1819927 / А. Е. Израилев, А. Д. Чередниченко, Р. Г. Шляшинский, Д. И. Белый, Г. Г. Свалов, А. А. Эрдман, М. Ф. Тытыкало, А. Ю. Клюев, А. А. Крючков, Л. В. Саранин, Г. Г. Мамонова. Оpubл. 07.06.1993.
27. Получение и антисептические свойства состава на основе таллового пека / А. Ю. Клюев [и др.] // Весті Нац. акад. навук Беларусі. Сер. хімічных навук. 2016. № 1. С. 82–87.
28. Состав для антикоррозионной защиты и способ его получения: пат. RU 2341544 C1 / В. М. Ермашева, И. А. Плотников, В. С. Приходченко. Оpubл. 20.12.2008.
29. Антикоррозионный состав для защиты от коррозии стальных и железобетонных поверхностей: пат. RU 2325415 C1 / В. М. Ермашева, И. А. Плотников, В. С. Приходченко. Оpubл. 27.05.2008.

References

1. *Khimicheskaya entsiklopediya* [Chemical encyclopedia] / ed. by I. L. Knunyants. Moscow, Sovetskaya entsiklopediya Publ., 1988. Available at: https://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_chemistry/2355 (accessed 14.11.2023) (In Russian).
2. Kuchin A. V. Wood chemistry. Low molecular weight components of raw materials. *Khimiya i tekhnologiya rastitel'nykh veshchestv: 10-ya Vserossiyskaya nauchnaya konferentsiya i shkola molodykh uchennykh* [Chemistry and technology of plant substances: 10th All-Russian Scientific Conference and school of young scientists]. Kazan', 2017. P. 11 (In Russian).
3. Starzhinskaya E. V., Kryazhev A. M., Selyanina S. B. By-products of sulfate-cellulose production: technological necessity and additional profit. *Tsellyuloza. Bumaga. Karton* [Cellulose. Paper. Cardboard], 2016, no. 5, pp. 54–58 (In Russian).
4. Chemist's Handbook 21. Chemistry and chemical technology. Available at: <https://www.chem21.info/page/139147217208020034056147036006048139186025175185> (accessed 14.11.2023).

5. Nekrasova V. B. *Polucheniye i ispol'zovaniye biologicheskikh aktivnykh i soputstvuyushchikh produktov iz sul'fatnogo myla. Avtoreferat dissertatsii doktora tekhnicheskikh nauk* [Production and use of biologically active and related products from sulfate soap. Abstract of thesis PhD (Engineering)]. St. Petersburg, 2006. 38 p. (In Russian).
6. Selyanina S. L., Koptelov A. E. Steam distillation is an effective way to regulate the quality of tall oil. *Lesnoy zhurnal* [Forest Journal], series News of universities, 2002, no. 5, pp. 115–123 (In Russian).
7. Trifonova A. D., Zhuravleva M. A., Evdokimov A. N., Kurzina A. V. Desulfurization of some tall oil rectification products and ways of their application. *Khimiya i sovremennost'* [Chemistry and modernity], 2014, pp. 18–20 (In Russian).
8. Makienko G. P., Peshkov I. B., Susorov I. A., Barsukov K. V. Bitumen-containing material for cable protection. Patent RU 2131445 C1, 1999 (In Russian).
9. External protection of wood with the help of milder chemicals. Market overview. Part 1. Holz aussen – mit sanfter Chemie schützen. Eine Marktübersicht – Teil 1. Bauen Holz. 1994. 96, no. 11, pp. 855–858.
10. Belyaeva A. D., Minina A. A., Nyanikova G. G. Biocidal activity of tall oil fatty acids. *Traditsii i innovatsii: materialy nauchnoy konferentsii, posvyashchennoy 187-y godovshchine Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo instituta (tekhnicheskogo universiteta)* [Traditions and Innovations: materials of the scientific conference dedicated to the 187-th anniversary of the St. Petersburg State Technical Institute (Technical University)]. St. Petersburg, 2015. P. 191 (In Russian).
11. Kushnir S. R., Abramova V. V., Lazarev M. A., Ilyichev I. S., Lavrentieva E. A., Rabdil A. B., Fedotova T. V. A method for producing high-purity phytosterols. Patent RU 2762561 C1, 2021 (In Russian).
12. Chelysheva I. N., Denisov S. V. By-products in the composition of composites. *Trudy BrGU* [Proceedings of BrSU], 2010, pp. 277–281 (In Russian).
13. Formella Krzysztof, Haponiuk Jozef. Application of tall oil in the chemical industry. *Przem. chem*, 2012, no. 6, pp. 1160–1163 (In Poland).
14. Boren H. (Oh Helyakka). Wood preservative and method of making wood preservative. Patent RU 2422265, 2011 (In Russian).
15. Merkulov V. V., Batyai N. A., Mantler S. N. Obtaining wood impregnation. *Aktual'nyye napravleniya nauchnykh issledovaniy XXI veka: teoriya i praktika: sbornik nauchnykh trudov po materialam Mezhdunarodnoy zaочноy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Current directions of scientific research of the XXI century: theory and practice: collection of scientific papers based on the materials of the international correspondence scientific and practical conference], 2015, no. 6, pp. 160–166 (In Russian).
16. Gothe S., Castwall L. Composition comprising an initiator and a method of treating wood with the composition. Patent UK 1568745, 2005.
17. Stakhursky O. D., Shaposhnik O. V., Makedonsky O. O., Sergiyev S. L., Shafranova S. G., Terekhova G. F., Kushnarenko I. V., Borodenko T. O. Adhesive additive “AZMOL-BP-3”. Patent UA 42620, 2001 (In Ukrainian).
18. Temiz Ali, Alfredsen Gry, Eikenes Morten, Terziev Nasko. Decay resistance of wood treated with boric acid and tall oil derivatives. *Bioresource Technology*, 2008, no. 7, pp. 2102–2106 (In Russian).
19. Evdokimova A. N., Buchatskaya T. G., Muravyova A. M., Buss D. D. Tall oil fatty acids and derivatives thereof having high biological activity. *Novaya nauka: problemy i perspektivy: Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya* [New Science: Challenges and Perspectives: International Scientific and Practical Conference], 2016, part 3, pp. 265–266 (In Russian).
20. Sharifullin A. V., Vasyukov S. I., Yamaltdinova K. A. Synthesis and investigation of the protective properties of biocorrosion inhibitors based on tall oil and oleic acid. *Bulatovskiye chteniya: materialy 3-y Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy pamyati dok-tora tekhnicheskikh nauk, professora, zasluhennogo deyatela nauki i tekhniki Rossiyskoy Federatsii, zasluhennogo izobretatelya Rossiyskoy Federatsii, akademika Mezhdunarodnoy i Rossiyskoy inzhenernykh akademiy Anatoliya Ivanovicha Bulatova* [Bulatov readings: materials of the 3rd International. scientific-practical Conf., dedicated to the memory of Doctor of Technical Sciences, Professor, Honored Worker of Science and Technology of the Russian Federation, Honored Inventor of the Russian Federation, Academician of the International and Russian Engineering Academies Anatoly Ivanovich Bulatov], 2018, vol. 4, pp. 156–158 (In Russian).
21. Ismagilov R. M. *Tekhnologiya polucheniya novykh produktov na osnove tallovogo peka. Avtoreferat dissertatsii doktora tekhnicheskikh nauk* [Technology for obtaining new products based on tall pitch. Abstract of thesis PhD (Engineering)]. Neyvo-Rudyanka, 2003, 125 p. (In Russian).
22. Bezborodova T. G., Nekrasov V. B. Prospects for the integrated processing of tall pitch. *Novyye dostizheniya v khimii i khimicheskoy tekhnologii rastitel'nogo syr'ya: materialy 4-y Vserossiyskoy konferentsii* [New achievements in chemistry and chemical technology of plant raw materials: materials of the 4th All-Russian Conference], 2009, book 1, pp. 189–191 (In Russian).

23. Chernov I. N., Korshunov A. O., Dolinsky T. I., Lazarev M. A., Mavrina E. A., Ilyichev I. S., Radbil A. B. A method for isolating phytosterols from tallow pitch. Patent RU 2655444C1, 2018 (In Russian).

24. Korshunov A. O., Lazarev M. A., Radbil A. B. Comprehensive conversion of tall pitch into valuable resources. *23-ya Nizhegorodskaya sessiya molodykh uchenykh (tekhnicheskiye, estestvennyye, matematicheskiye nauki)* [23rd Nizhny Novgorod Session of Young Scientists (Technical, Natural, Mathematical Sciences)], 2018, vol. 2, pp. 74–75 (In Russian).

25. Shlyashinsky R. G., Klyuev A. Yu., Israelev A. E., Svalov G. G. A method for obtaining an antimicrobial and anticorrosive additive for cable impregnation. Patent SU 1823434, 1992 (In Russian).

26. Israelev A. E., Cherednichenko A. D., Shlyashinsky R. G., Belyy D. I., Svalov G. G., Erdman A. A., Tytykalo M. F., Klyuev A. Yu., Kryuchkov A. A., Saranin L. V., Mamonova G. G. Composition for impregnation of cable yarn and paper. Patent SU 1823494, 1992 (In Russian).

27. Klyuev A. Yu.. Preparation and antiseptic properties of the composition based on tall pitch. *Vesti Natsyyanal'nay akademii navuk Belarusi* [News National Academy of Sciences of Belarus], 2016, no. 1, pp. 82–87 (In Russian).

28. Ermasheva V. M., Plotnikov I. A., Prikhodchenko V. S. The composition for anticorrosive protection and the method of its preparation. Patent RU 2341544 C1, 2008 (In Russian).

29. Ermasheva V. M., Plotnikov I. A., Prikhodchenko V. S. Anti-corrosion compound for corrosion protection of steel and reinforced concrete surfaces. Patent RU 2325415 C1, 2008 (In Russian).

Информация об авторах

Клюев Андрей Юрьевич – доктор технических наук, профессор кафедры технологии деревообрабатывающих производств. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: andrey_kluev_bstu@mail.ru

Прокопчук Николай Романович – член-корреспондент НАН Беларуси, доктор химических наук, профессор, профессор кафедры полимерных композиционных материалов. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: nrprok@mail.com

Мазало Надежда Александровна – аспирант, заведующий научно-исследовательской лаборатории огнезащиты строительных конструкций и материалов. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: smokya.mna@yandex.ru

Николайчик Ирина Владимировна – кандидат технических наук, ассистент кафедры химической переработки древесины, Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: Nikolaichik@belstu.by

Information about the authors

Klyuev Andrey Yur'yevich – DSc (Engineering), Professor, the Department of Woodworking Technology. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: andrey_kluev_bstu@mail.ru

Prokopchuk Nikolay Romanovich – Corresponding Member of the National Academy of Sciences of Belarus, DSc (Chemistry), Professor, Professor, the Department of Polymer Composite Materials. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: nrprok@mail.com

Mazalo Nadezhda Aleksandrovna – PhD student, Head of the Research Laboratory of Fire Protection of Building Structures and Materials. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: smokya.mna@yandex.ru

Nikolaychik Irina Vladimirovna – PhD (Engineering), Assistant Lecturer, the Department of Chemical Processing of Wood. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: Nikolaichik@belstu.by

Поступила 05.12.2023