

**ОБЗОРЫ**  
**REVIEWS**

УДК 676.085.4

Поступила в редакцию 05.04.2016  
Received 05.04.2016**А. Ю. Ключев<sup>1</sup>, Н. Г. Козлов<sup>1</sup>, Н. Р. Прокопчук<sup>2</sup>, А. И. Ламоткин<sup>2</sup>,  
А. Н. Проневич<sup>2</sup>, Е. Д. Скаковский<sup>1</sup>, И. А. Латышевич<sup>1</sup>**<sup>1</sup>*Институт физико-органической химии НАН Беларуси, Минск, Республика Беларусь,*  
<sup>2</sup>*Белорусский государственный технологический университет, Минск, Республика Беларусь***ПОЛУЧЕНИЕ, СВОЙСТВА И ПРИМЕНЕНИЕ  
ТЕРПЕНОИДНОМАЛЕИНОВЫХ АДДУКТОВ \***

Обзор посвящен терпеноидномалеиновым аддуктам и их производным. Терпеноидномалеиновые аддукты находят широкое применение в различных отраслях промышленности. Приводятся способы получения аддуктов, их свойства, вторичные продукты на их основе и применение в различных композиционных составах. В качестве сырья для получения аддуктов были использованы левопимаровая, абетиновая кислоты канифоли, компоненты терпентина, терпеновые углеводороды и твердые полимеры скипидара, а также канифольные масла, которые образуются в процессе получения канифоли и ее глицеринового эфира.

*Ключевые слова:* терпентин, канифоль, малеиновый ангидрид, терпеноидномалеиновые аддукты, малеопимаровая кислота, композиционные составы.

**A. Yu. Klyuev<sup>1</sup>, N. G. Kozlov<sup>1</sup>, N. R. Prokopchuk<sup>2</sup>, A. I. Lamotkin<sup>2</sup>,  
A. N. Pronevich<sup>2</sup>, E. D. Skakovsky<sup>1</sup>, I. A. Latyshevich<sup>1</sup>**<sup>1</sup>*Institute of Physical Organic Chemistry of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Republic of Belarus,*  
<sup>2</sup>*Belarusian State Technological University, Minsk, Republic of Belarus***PREPARATION, PROPERTIES AND APPLICATION OF TERPENOID-MALEIC ADDUCTS**

The review is devoted to terpenoid-maleic adducts and their derivatives. Terpenoid-maleic adducts find wide application in various industries. In this review, the ways of adducts' preparation, their properties, afterproducts on their basis and application in various compositions are discussed. Levopimaric and abietic rosin acids, turpentine components, terpene hydrocarbons, solid turpentine polymers and rosin oils formed in production of rosin and its glycerol ester, have been used as raw materials for production of adducts.

*Keywords:* turpentine, rosin, maleic anhydride, terpenoid-maleic adducts, maleopimaric acid, composite preparations.

**Введение.** Интенсивное развитие различных отраслей промышленности Республики Беларусь и стран ЕАЭС и, как следствие, возрастающая у них потребность в продукции лесохимии требуют разработок новых более эффективных и практически важных продуктов на основе живицы сосны обыкновенной *Pinus Silvestris L.*

Лесохимическими компаниями Финляндии, США, Франции, Германии, Китая, Японии и Канады основной упор делается на переработку канифоли и скипидара во вторичные продукты. Наличие новых вторичных терпеноидных продуктов создает предпосылки для разработки на их основе новых композиционных составов целенаправленного назначения.

В настоящее время для интенсивного развития таких отраслей промышленности, как машиностроение, кабельная, электро- и радиотехническая, химическая, резинотехническая и др. требуется применение высокоэффективных композиционных составов, которые импортируются из стран дальнего и ближнего зарубежья. Однако для их закупки нужны валютные средства.

\* Продолжение статьи будет опубликовано в следующем номере.

Развитие лесохимической промышленности Республики Беларусь и стран ЕАЭС должно включать не только наращивание объемов производства канифоли и скипидара, расширение областей их применения, но и осуществление глубокой переработки живицы на новые продукты с комплексом полезных свойств с целью дальнейшей разработки на их основе широкого спектра высокоэффективных и практически важных композиционных составов.

Ввиду того что научно-технический прогресс XXI века уже не может быть полностью удовлетворен тем ассортиментом продукции, которая вырабатывается в настоящее время отечественной лесохимической промышленностью: отсутствие глубокого и всестороннего комплекса исследований, посвященных созданию новых терпеноидных продуктов, а также практически важных композиционных составов на их основе, в будущем могут негативно повлиять на развитие народного хозяйства Республики Беларусь.

Поэтому актуальны разработки новых наукоемких технологий глубокой переработки сосновой живицы с последующим получением на ее основе эффективных терпеноидномалеиновых аддуктов (ТДМА), обладающих комплексом полезных свойств: высокими термостабильными, антисептическими, смазочно-охлаждающими, антикоррозионными, диэлектрическими, адгезивными, флюсующими и др. свойствами, а также создание на их основе практически важных композиционных составов, которые позволят значительно повысить экономическую эффективность, конкурентоспособность, импортозамещение, экспортоориентированность и их востребованность различными отраслями промышленности Республики Беларусь и странами ЕАЭС.

Присутствующие в малеиновых смолах (аддуктах ТДМА) малеопимаровая кислота или аддукты терпеновых углеводов придают им уникальные свойства: стойкость к окислению кислородом воздуха, к воздействию воды, высокие пленкообразующие, флюсующие и диэлектрические свойства, растворимость во многих органических растворителях, хорошее совмещение со многими полимерными материалами в растворах или расплавах, менее выраженной тенденцией к кристаллизации, более высокими температурой размягчения ( $T_p$ ) и кислотным числом (КЧ).

Благодаря би- или трифункциональности малеиновые смолы обладают высокой реакционной способностью, что делает их ценными для синтеза вторичных продуктов.

Наличие в Республике Беларусь достаточной сырьевой базы (отечественного возобновляемого терпеноидного сырья) для производства канифоли и скипидара, а также возможности их переработки во вторичные продукты на ОАО «Лесохимик», ОАО «Завод горного воска» и других предприятиях химического профиля делают актуальными исследования по созданию новых терпеноидномалеиновых продуктов и практически важных композиционных составов на их основе.

**Основная часть.** С целью изучения разработок в области получения вторичных продуктов на основе малеиновых смол был проведен литературный поиск, в ходе которого проанализированы основные виды малеиновых аддуктов и их производных, а также их получение, свойства и области применения.

*Малеопимаровая кислота (МПК).* Реакция диенового синтеза с малеиновым ангидридом (МА) характерна для смоляных кислот абиеинового типа. Левопимаровая кислота взаимодействует с МА в среде органического растворителя при комнатной температуре [1]. При температуре выше 150 °С в реакцию вступают абиеиновая, неоабиеиновая и палюстровая кислоты, которые при этом изомеризуются в левопимаровую кислоту [1]. Получение МПК происходит по схеме, приведенной на рис. 1.

В молекуле МПК сохраняется одна двойная связь, местоположение которой было определено при окислении аддукта перманганатом калия и при его озонлизе. Однако эта двойная связь малореакционноспособна [1]. МПК представляет собой белый или желтовато-серый кристаллический порошок с температурой начала плавления не ниже 213 °С (в закрытом капилляре) и КЧ 265–290 мг КОН/г (в спирте) [2]. Предполагается, что МПК является ангидридом трехосновной карбоновой кислоты [1], вступающим в реакции, характерные для карбоновых кислот, образуя моно-, ди- и тризамещенные соли, эфиры, амиды и т.п.

Данные работы [3] подтверждают структуру МПК, приведенную на рис. 1. Предполагается, что получить МПК с тремя карбоксильными группами вообще нельзя, так как она моментально переходит в ангидрид с одной карбоксильной группой [4].

Авторами [5, 6] было показано, что основными продуктами пиролиза МПК являются янтарная кислота, ее ангидрид и высоконасыщенные остатки дегидрированных и декарбоксилированных смоляных кислот. Установлено [7], что термическому разложению МПК предшествует образование ее ангидридной формы.

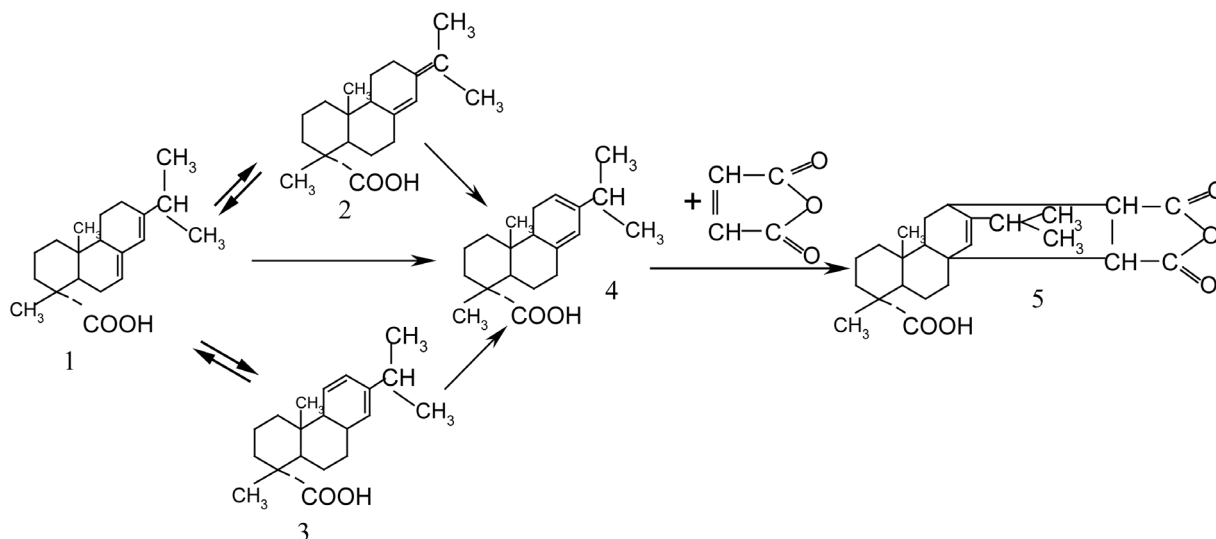


Рис. 1. Схема получения малеопимаровой кислоты: 1 – абиетиновая, 2 – неоабиетиновая, 3 – палюстровая, 4 – левопимаровая, 5 – малеопимаровая

Fig. 1. Scheme of maleopimaric acid preparation: 1 – abietic acid; 2 – neoabietic acid; 3 – palustric acid; 4 – levopimaric acid; 5 – maleopimaric acid

Для получения МПК из живицы предложен ряд методов.

По методу Флекса [8] сосновую живицу растворяют в алифатическом углеводороде при температуре ниже 75 °С, удаляют сор и воду и добавляют МА в виде порошка или ацетонового раствора. Образовавшийся аддукт отфильтровывают из охлажденной до 10 °С реакционной массы и получают МПК с температурой плавления ( $T_{пл}$ ) 223–228 °С.

Предложен метод переработки живицы [9], по которому раствор живицы в нефтяных углеводородах (1:1) после осаждения окисленных смоляных кислот бензином нейтрализуют 2%-ным водным раствором NaOH, соли разлагают раствором CH<sub>3</sub>COOH, а экстрагированные бензином смоляные кислоты обрабатывают ацетоновым раствором МА. МПК после промывки петролейным эфиром имеет  $T_{пл}$  226 °С.

По методу Паттона [10] для получения МПК живицу разбавляют скипидаром, фильтруют, удаляют воду и затем обрабатывают МА. После охлаждения выделившийся кристаллический аддукт отделяют от раствора живицы в скипидаре, промывают, высушивают. Раствор непрореагировавших смоляных кислот перерабатывают на канифоль и скипидар.

Авторы [11, 12] предложили метод комплексной переработки живицы, когда часть общего количества перерабатываемой заводом живицы направляется на обработку МА, а оставшийся после отделения аддукта раствор живицы направляется в общий поток живицы в плавильник и учитывается при разбавлении живицы скипидаром до содержания скипидара в загрузке около 30–40 %.

При получении МПК авторы [12] применяли раствор очищенной и осветленной сосновой живицы в скипидаре с содержанием скипидара в растворе около 50 %, а также раствор очищенной, но не осветленной живицы той же концентрации. Количество МА рассчитывали исходя из содержания левопимаровой кислоты, условно принятое за 15–17 % от количества смоляных кислот живицы. МПК представляла собой белый кристаллический порошок с  $T_{пл}$  = 222–224 °С и КЧ 270–278 мг КОН/г.

МПК является индивидуальным веществом с постоянными свойствами. При выведении из смеси смоляных кислот живицы только левопимаровой кислоты и удаления аддукта, оставшиеся смоляные кислоты при отгонке скипидара дают измененную, частично малеинизированную канифоль. Оба продукта представляют значительный практический интерес [12].

Предложен способ получения МПК [13] путем обработки очищенной сосновой живицы МА при 20–50 °С. В работе [14] был впервые рассмотрен вопрос о возможностях применения катализаторов при получении аддуктов смоляных кислот.

Известен улучшенный способ переработки сосновой живицы [15] с одновременным получением скипидара, МПК и клея для проклейки бумаги, заключающийся в том, что очищенную живицу разбавляют 50–150 об.% высушенного скипидара и обрабатывают МА при 60 °С. После отстаивания отделяли смесь МПК, нейтрализовали на холоде 30%-ным водным раствором  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  до pH 10,5–12,5 и декантировали верхний слой, состоящий в основном из скипидара. Скипидар отгоняли с водяным паром. Остаток представлял собой смесь резинатов и малеопимарата Na.

В Центральном научно-исследовательском и проектно-институте лесохимической промышленности (ЦНИЛХИ, г. Горький, СССР) был разработан способ переработки сосновой живицы [16], отличительная особенность которого заключается в том, что для синтеза МПК необходимо направлять не более 13 % всей живицы данного канифольно-терпентинного производства. Технология комплексной переработки сосновой живицы [16] позволяет получить МПК и глицериновый эфир малеинизированной канифоли.

Чистая МПК может применяться и в бумажном производстве, и как исходное вещество для химического синтеза. Небольшая добавка МПК к канифоли при изготовлении бумажного клея значительно улучшает эффективность проклейки бумаги [17]. Добавка водорастворимой соли аддукта к бумажной массе повышает водоустойчивость бумаги и устойчивость ее к УФ-лучам.

Метод приготовления укрепленного клея разработан в Институте химии древесины Латвийской АН ССР [18–21]. Он заключается в использовании в качестве исходного сырья живицы, очищенной путем отстаивания в батареях отстойников, образования аддукта – МПК при температуре 90 °С, нейтрализацией его и смоляных кислот 25–40 %-ным раствором NaOH. Из полученного состава отгоняют скипидар. Кондиционный клей представляет собой пастообразную массу и применение его на бумажных фабриках удобно.

Широкое применение могут найти различные производные МПК. Так, например, алкильные эфиры МПК имеют низкую летучесть и совмещаются с синтетическими смолами, что дает возможность использовать их в качестве пластификаторов и эмульгаторов синтетического каучука. Натриевые соли метилового, этилового и пропилового эфиров МПК могут применяться в качестве эмульгаторов для эмульсионной полимеризации бутадиестирольного каучука [10, 12, 22–24].

В лакокрасочной промышленности также возможно применение канифольно-малеиновых смол, представляющих собой продукт этерификации спавленной с МА канифоль. Однако использование эфиров чистой МПК (этилен-, диэтилен-, пропилен-, бутиленгликолевых) представляет больший интерес благодаря постоянству состава и свойств таких эфиров. На основе МПК синтезирован ряд производных: хлорангидрид и эфирангидриды аддукта [12, 25], различные соли тяжелых металлов, ряд кислых эфиров аддукта, кислый дигидразид, лактон трехосновной гидроксидигидрокислоты [12, 26].

Изучены условия получения продуктов конденсации оксиметилимидов МПК с вторичными аминами и свойства получаемых продуктов, которые могут применяться для изготовления пестицидов, антисептических препаратов для защиты древесины и в фармакологии [27].

Были синтезированы биологически активные вещества на базе МПК [28–30]. Установлено, что имиды МПК и их производные обладают повышенными фунгицидной и бактерицидной активностями против синегнойной палочки, грибов мучнистой росы на розах, серой гнили и могут найти применение в садо- и цветоводстве, промышленности.

Смолы для изготовления типографских красок можно получить взаимодействием МПК или ее эфиров с первичными аминами при температуре 200–350 °С [31]. Полиэфирамидами (ПЭИ), применяемые для изготовления типографских красок, получают взаимодействием МПК или ее сложных эфиров с аминокспиртами [32].

Пленкообразующие полиимидами (ПИИ) получили реакцией при 320 °С хлорангидрида восстановленной МПК с 4,4'-диаминодифенилметаном или 1,6-гексаметилендиамином [33].

Поли-(амидоимиды) (ПАИ), применяемые для изготовления типографских красок, получали поликонденсацией соли МПК и алифатического диамина (этилендиамин, триметилендиамин, тетраметилендиамин, пентаметилендиамин, гексаметилендиамин и др.) при 200–300 °С. ПАИ – светло-желтые продукты с М 866-50000 [34].

Для получения ненасыщенных полиэфиров (ПЭФ) [35] поликонденсацией МА с гликолями, оксикислотами или их ангидридами в качестве оксикислоты применяют производные левопимаровой кислоты.

Большой интерес представляют исследования [36–44], проведенные в Институте химии новых материалов (ИХНМ) НАН Беларуси и посвященные разработке способов получения производных МПК, которые могут быть использованы в органическом синтезе при получении новых типов терпеноидных соединений. Аллиловые эфиры, N-алкилимиды МПК пригодны в качестве модифицирующих добавок к полиэтилену, амиды – эффективные хиральные добавки к нематическим ЖК-материалам. Разработан фунгицидный состав, содержащий соль N-н-гексилимида МПК и 8-оксихинолина, предназначенный для защиты целлюлозосодержащих материалов.

Таким образом, МПК представляет собой перспективный терпеноидный продукт, производство которого на территории стран ЕАЭС в настоящий момент отсутствует. Технология выделения МПК не представляет собой особой сложности, хотя и связана с большим количеством растворителей. МПК представляет большой практический интерес для органических лабораторий, работающих в области малотоннажной химии в качестве основы для синтеза высокоэффективных химически чистых продуктов.

*Канифольномалеиновый аддукт (КМА).* Модификация канифоли МА была запатентована фирмой I. G. Farbenindustrie Aktiengesellschaft [1]. Полученный аддукт оказался вскоре ценным сырьем для канифольной и лакокрасочной промышленности. КМА представляет собой сплав МПК и смоляных кислот, не реагирующих с МА (дегидроабетиновая, дигидроабетиновая, пимаровая, изопимаровая, сандаракопимаровая).

При получении малеинизированной канифоли вместо МА использовали малеиновую кислоту [45]. Полученные продукты имеют повышенную вязкость и способность к более быстрому высыханию, обладают хорошей адгезией к разного рода поверхностям. Это свойство ценно при изготовлении различных лаков и красок (особенно типографских).

Разработан ряд способов получения аддукта КМА. При получении продуктов конденсации еловой канифоли с МА [46] отмечено, что качество аддуктов в большой степени зависит от соотношения реагентов и качества канифоли.

Из данных, опубликованных в работе [47], оптимальными условиями получения малеиновой смолы являются: температура реакции ( $T_{\text{реакц}}$ ) 180 °С, продолжительность 30 мин, соотношение канифоль : МА = 10 : 3.

Нами [48] предложен способ получения КМА в присутствии катализатора  $\text{NH}_4\text{I}$ , позволяющий сократить продолжительность процесса. Разработан оптимальный режим модификации канифоли даурской лиственницы МА [49]. Установлено, что количество МА должно составлять 15 мас. %,  $T_{\text{реакц}} = 175$  °С, продолжительность 1 ч.

Экстракционная канифоль, модифицированная МА, выпускается двух марок [50]. Канифоль марки ЭМ получается путем взаимодействия экстракционной канифоли с МА или фумаровой кислотой и применяется в производстве бумаги и картона. Канифоль марки ЭМ-3 получается при взаимодействии экстракционной канифоли с МА или фумаровой кислотой и формальдегидом.

Для предотвращения образования сублимата, возникающего в процессе получения КМА, который забивает трубопроводы и арматуру, авторы [51] предложили добавлять к реакционной смеси небольшое количество (0,1–1,5 мас. %) низшей монокарбоновой кислоты.

Путем модификации канифоли и терпентинного раствора живицы с помощью двух реагентов – МА и параформальдегида [52] при соответствующих их соотношениях (меньшее количество параформальдегида), можно получить продукт с повышенными свойствами – более стабильный, не проявляющий склонности к кристаллизации.

Авторами [53] представлены результаты исследования процесса модификации живичной канифоли и терпентинного раствора живицы с применением МА (I) и параформальдегида (II). I и II добавлялись отдельно и вместе при различных соотношениях: I – 2–30,0 мас.%, II – 0,33–5,0 мас. %.

Установлено, что высококачественную модифицированную канифоль с КЧ 192 мг КОН/г и  $T_p = 95$  °С можно получить путем модификации раствора живицы 5,5 мас.% МА и 1,5 мас.% параформальдегида.

Изучена реакция между смесью смоляных кислот, канифолью, абиетиновой кислотой и диенофилами (МА, фумаровой и итаконовой кислотами) [54]. В качестве катализатора применяли минеральные и органические кислоты, а также их соли. Наиболее активными катализаторами оказались  $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{AlCl}_3$  и  $\text{ZnCl}_2$ , в присутствии которых продолжительность получения аддуктов сокращается на 2–4 ч.

Ввиду того что смоляные кислоты с сопряженными двойными связями (абиетиновая, палюстровая, неоабиетиновая) начинают вступать в реакцию с МА уже при 150 °С и выше и реагируют в течение длительного времени, были предложены [55] в качестве катализаторов следующие вещества: минеральные кислоты ( $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{H}_3\text{BO}_3$ ) и хлориды металлов ( $\text{ZnCl}_2$ ,  $\text{AlCl}_3$ ,  $\text{FeCl}_3$ ,  $\text{TiCl}_4$ ,  $\text{SnCl}_4$ ).

Из аддукта можно выделять МПК или его использовать как сырье для синтеза новых продуктов. Для получения МПК из КМА был предложен ряд способов. МПК может быть выделена из аддукта путем обработки его четыреххлористым углеродом. В результате образуется комплексное кристаллическое вещество с  $T_{пл} = 125$ –130 °С. При нагревании комплекса до 130 °С он разлагается на четыреххлористый углерод и МПК [1]. Чистый малеиновый аддукт можно получить нагреванием смоляных кислот экстракционной или талловой канифоли [1] с достаточным количеством МА при температуре выше 150 °С и кристаллизацией из ледяной уксусной кислоты.

МПК получается при обработке осмола или канифоли МА при 120–140 °С [56]. В качестве растворителя вместо изопропилового спирта можно использовать бутанол, а также лигроин, ацетон или бензол.

В работе [57] приводится способ получения МПК, который заключается в том, что сначала получают КМА при взаимодействии канифоли с МА, а затем его растворяют в уксусной кислоте. После нагревания комплекса в вакууме (с целью удаления уксусной кислоты) получают чистую МПК.

Согласно данным [58], для разделения аддуктов канифоли и смоляных кислот используют полярные и неполярные растворители, причем полярные растворители должны растворять только аддукты, а неполярные – смоляные кислоты канифоли.

КМА может быть использован как сырье для синтеза на его основе сложных эфиров – этерифицированных малеиновых смол (МЭС). При этерификации КМА многоатомными спиртами (этилен-, диэтилен-, пропилен-, бутиленгликоль, глицерин, пентаэритрит) образуются сложные эфиры [1, 59]. При получении МЭС не вводят все количество способного к присоединению МА, так как при последующей этерификации может произойти поликонденсация и вследствие этого образование нерастворимых продуктов [59]. При этерификации образуется смешанный эфир из аддукта и смоляных кислот, который в противоположность эфиру чистого аддукта имеет растворимость, достаточную для применения в лаках.

Изучено взаимодействие абиетиновой кислоты с различными многоатомными спиртами, фенольными смолами и МА (химизм, условия синтеза, свойства продуктов) [60].

### Список использованных источников

1. Зандерман, В. Природные смолы, скипидары, талловое масло / В. Зандерман. – М : Лесная пром-сть, 1964. – 576 с.
2. Werner, H. Resin acids. Structure of levopimaric acid dioxide / H. Werner, R.C. Ligon, H. Kanno and others // *Org. Chem.* – 1970. – Vol. 10. – P. 3338–3342.
3. Lombard, R. The composition of the secretions of the conifers: the oleoresin of *Pinus leucodermis* / R. Lombard, C. R. Rotovic // *Hebd. Seances Acad. Sci.* – 1954. – Vol. 238. – P. 1670.
4. Brus, G. New derivatives of maleoabietic acid / G. Brus, Le-Van Thoi, H. François, C. Fines // *Peintures, Pigments Vernis.* – 1952. – Vol. 28, N 12. – P. 865-870 (38).
5. Архипов, М. И. Изучение процесса термического разложения аддукта малеинового ангидрида левопимаровой кислоты / М. И. Архипов, А. С. Потапов // *Изв. ВУЗ СССР. Химия и хим. технология.* – 1967. – Т. 10. – № 5. – С. 578.
6. Архипов, М. И. Синтез и исследование полиэфиров малеопимаровой кислоты и маннита / М. И. Архипов, А. С. Потапов // *Изв. ВУЗ СССР. Химия и хим. технология.* 1968. – Т. 11. – С. 1178–1183.
7. Архипов, М. И. О химизме термического разложения аддукта малеинового ангидрида левопимаровой кислоты / М. И. Архипов, А. С. Потапов // *Изв. ВУЗ СССР. Химия и хим. технология.* – 1967. – № 6. – С. 693.
8. Process for refining pine oleoresin : pat. US2359980, USA : IPC C09F 1/00 / Fleck Elmer E. ; publ. date : 10.10.1944.

9. Brus, G. New methods of fractionation of oleoresins / G. Brus, P. Legendre, G. Nioll // *Peintures, Pigments Vernis.* – 1952. – Vol. 28, N 10. – P. 690.
10. Patton, S. R. The method of allocation maleopimaric acid / S. R. Patton // *Nav. Stor. Rev.* – 1951. – Vol. 60, N 13. – P. 22.
11. Способ комплексной переработки сосновой живицы : а. с. 113132 СССР : МПК5 C09F 3/00 / А. Г. Соколов ; дата публ.: 01.01.1958.
12. Смирнова, Е. Б. К вопросу получения малеопимаровой кислоты / Е. Б. Смирнова, В. Я. Падерин // *Синтетические продукты из канифоли и скипидара / Тр. Всесоюз. науч.-техн. совещ. по вопросам синтеза новых продуктов на основе канифоли и скипидара.* – М. : Наука и техника, 1964. – С. 77–82.
13. Бардышев, И. И. Новые продукты на основе живицы и канифоли : сб. тр. ЦНИИЛХИ / И. И. Бардышев. – М. : Лесная пром-сть, 1969. – С. 69.
14. Способ получения аддуктов смоляных кислот или канифоли с малеиновым ангидридом : а. с. 235046 СССР : МПК5 C09F 1/04, C07B 37/12 / Ю. Я. Добелис, Д. Я. Свикле, Я. Г. Зандерсон, А. И. Кальниньш ; дата публ.: 16.01.1969.
15. Procédé perfectionné de traitement de la gemme de pin en vue de la production simultanée d'essence de térébentine, d'acide maléopimarique et de colles de papeterie : pat. FR1508377 France : IPC D21H 17/62 / Brus Georges, Daviaud Raymond ; publ. date : 27.11.1967.
16. Смирнова, Е. Б. Синтетические продукты на основе смоляных кислот сосновой живицы / Е. Б. Смирнова // *Гидролизная и лесохим. пром-сть.* – 1970. – № 6. – С. 7–8.
17. Fowler, W. Glue of turpentine paper sizing / W. Fowler // *Organic Chemical Bulletin.* – 1954. – № 3. – P. 26.
18. Kalnins, A. Glue preparation process / A. Kalnins // *Abstract Bulletin of The Institute of Paper Chemistry.* – 1967. – Vol. 38, № 3. – P. 354–356.
19. Способ получения клея: а. с. 181644 СССР : МПК5 C 09 J 193/04 / А. И. Кальниньш, Д. Я. Свикле, Я. Г. Зандерсон ; дата публ.: 21.04.1966.
20. Кальниньш, А. И. Клей из живицы для проклейки бумаги / А. И. Кальниньш, Я. Г. Зандерсон, Д. Я. Свикле // *Бум. и пром-сть.* – 1966. – № 5. – С. 4–5.
21. Кальниньш, А. И. Способ получения из живицы клея для проклейки бумаги / А. И. Кальниньш, Д. Я. Свикле, Я. Г. Зандерсон // *Гидролизная и лесохим. пром-сть.* – 1967. – № 3. – С. 25–26.
22. McKennon, F. L. Emulsifiers for GR-S from resin acid derivatives / F. L. McKennon, A. J. Johanson, E. T. Field // *Ind. Eng. Chem.* – 1949. – Vol. 41. – P. 1296–1298.
23. Butadiene emulsion polymerization in the presence of levopimaric acid-maleic anhydride addition product esters : pat. US2465888, USA : IPC C08F 36/04 / Lawrence Ray V. ; publ. date : 29.03.1949.
24. Feldon, M. Ethyl maleopimaric soap as emulsifier for GR-S polymerizations / M. Feldon, F. L. McKennon, R. V. Lawrence // *Ind. Eng. Chem.* – 1952. – Vol. 44. – P. 1662–1664.
25. Production of mono-alkyl esters of the addition product of levopimaric acid with maleic anhydride : pat. US2467126, USA : IPC C07D 307/77 / Graff Morris M. ; publ. date : 12.04.1949.
26. Brus, G. New methods of fractionation of oleoresins / G. Brus, P. Legendre, G. Nioll // *Peintures, Pigments Vernis.* – 1952. – Vol. 28, N 12. – P. 865–870.
27. Свикле, Д. Я. Производные малеопимаровой кислоты, синтез и свойства N-(алкиламинометил) иминов малеопимаровой кислоты / Д. Я. Свикле, А. Я. Прикуле // *Изв. АН Латв. ССР. Сер. хим. наук.* – 1978. – № 5. – С. 593–596.
28. Кальниньш, А. Я. Синтез биологически активных веществ на базе смоляных кислот древесины / А. Я. Кальниньш, Я. Г. Зандерсон, Д. Я. Свикле // *Latv PSR Zinatnu Akad vestis.* - 1979. – № 3. - С. 108–109.
29. Свикле, Д. Я. Производные малеопимаровой кислоты. Синтез и свойства N-(оксиметил)-имида малеопимаровой кислоты / Д. Я. Свикле, А. Я. Кальниньш, А. Я. Прикуле // *Химия древесины.* – 1977. – №5. – С. 114–116.
30. Производные N-замещённых иминов малеопимаровой кислоты, проявляющие фунгицидную активность и способ их получения : а. с. 543252 СССР : МПК5 C07D 209/56, A01N 9/22 / Д. Я. Свикле, А. Я. Кальниньш, Р. Я. Карклинь, А. Я. Прикуле, Б. А. Пруссе, А. А. Румба, Г. К. Баумане, Р. А. Расиня, Д. Ф. Швинский, А. Я. Кулькевич ; дата публ.: 15.08.1977.
31. Resins from maleopimaric acid and primary amines : pat. US3637638, USA : IPC C09F 1/04, C09D 11/08 / Sloan Martin F. ; publ. date: 25.01.1972.
32. Poly(ester-imides) from maleopimaric acid and aminoalcohols : pat. US3554981, USA : IPC C08G 73/14, C08G 73/16, C08G 20/32, C09D 11/10 / Sloan Martin F. ; publ. date: 12.01.1971.
33. Polyimide-amides from reduced maleopimaric acid : pat. US3637600, USA : IPC C08G 20/32, C08G 73/14, C07C 61/125, C07D 209/58, C07D 307/77 / Walter H. Schuller, Ray V. Lawrence ; publ. date: 25.01.1972.
34. Poly(amide-imides) from maleopimaric acid and diamines : pat. US3554982, USA : IPC C08C 20/32, C08G 73/14, C08G 73/16, C09D 11/10 / Aldrich Paul H. ; publ. date: 12.01.1971.
35. Sposyб wytwarzania odpornych na chemikalia i podwyższoną temperaturę nienasyconych żywic poliestrowych z pochodnych kalafonii : pat. PL66778, Poland : IPC C08G 17/12 / K. Siwek, E. Reymann ; publ. date: 12.06.1972.
36. Бей, М. П. Получение N-октадецилимида малеопимаровой кислоты / М. П. Бей // *Вест. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. хім. навук.* – 2006. – № 5. – С. 13–14.
37. Бей, М. П. Получение аминовых солей N-октадецилимида малеопимаровой кислоты / М. П. Бей // *Молодежь в науке – 2007: приложение к журналу «Весті НАН Беларусі». В 4 ч. Ч. 3 Сер. физ.-мат. наук, сер. физ.-техн. наук, сер. хим. наук. / редкол. сер. физ.-мат. наук: С. В. Абламейко (гл. ред.), Н. М. Олехнович [и др.]; редкол. сер. физ.-техн. наук: С. А. Астапчик (зам. гл. ред.), В. Л. Драгун [и др.]; редкол. сер. хим. наук: Н. П. Крутько (гл. ред.), Ф. А. Лахвич [и др.].* – Минск : Белорус. наука, 2008. – С. 236–237.

38. Бей, М. П. Синтез новых амидов и имидов малеопимаровой кислоты / М. П. Бей, А. П. Ювченко // Весці Нац. акад. навук Беларусі. Сер. хім. навук. – 2010. – № 1. – С. 74–78.
39. Бей, М. П. Синтез и свойства N-н-алкилимидов малеопимаровой кислоты / М. П. Бей, А. П. Ювченко // Журн. общ. хим. – 2010. – Т. 80, № 2. – С. 228–232.
40. Бей, М. П. Синтез транс-1,2-дикарбоновых кислот из моноамидов малеопимаровой кислоты / М. П. Бей, А. П. Ювченко // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. хім. навук. – 2010. – № 3. – С. 84–87.
41. Ювченко, А. П. Синтез, свойства и применение новых вторичных терпеноидных продуктов на основе канифоли / А. П. Ювченко, М. П. Бей // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. хім. навук. – 2013. – № 4. – С. 68–74.
42. Способ получения адгезива : пат. 14660 Респ. Беларусь : МПК7 C08F 255/02, C08F 8/46, C08L 23/08, C08L 31/04 / С. С. Песецкий, Ю. М. Кривогуз, А. П. Ювченко, М. П. Бей ; дата публ.: 30.08.2011.
43. Антисептическая композиция для защиты целлюлозосодержащих материалов : пат. 16543 Респ. Беларусь : МПК7 B27K 3/52 / В. Е. Агабеков, А. П. Ювченко, И. В. Кулевская, И. А. Гончарова, М. П. Бей, А. П. Луговнева ; дата публ.: 30.12.2012.
44. Бей, М. П. Синтез новых кислород- и азотсодержащих производных малеопимаровой кислоты : автореф. дис. ... канд. хим. наук : 02. 00. 03 / М. П. Бей. — Минск, 2015. – 23 с.
45. Падерин, В. Я. Модифицирование канифоли малеиновой кислотой / В. Я. Падерин // Гидролизная и лесохим. пром-сть. – 1987. – № 2. – С. 14.
46. Калниньш, А. И. Конденсирование еловой канифоли малеиновым ангидридом / А. И. Калниньш, В. Н. Сергеева // Уч. записки Латв. ГУ. – 1952. – № 3. – С. 39.
47. Ghosh, K. G. Rosin-maleic anhydride adduct / K. G. Grosh, K. D. Chaudhri // Labdev J. Sci. and Technol. – 1964. – Vol. 2. – № 1. – P. 65.
48. Смазочно-охлаждающая жидкость для механической обработки металлических сплавов и способ ее получения : пат. 4211 Респ. Беларусь : МПК C10M 173/02, C10N 40/20 / А. Ю. Клюев, Р. Г. Шляшинский, А. А. Эрдман, А. С. Стромский, А. А. Петухов, О. Е. Жданович, В. В. Раковский ; дата публ.: 30.12.2001.
49. Модификация канифоли даурской лиственницы малеиновым ангидридом / А. В. Рачинский, С. М. Репех, К. К. Делкова, М. Ф. Кислицина // Лиственница : Межвуз. сб. науч. трудов Сибирского технол. ин-та. – Красноярск, 1977. – Т. 8. – С. 155–161.
50. Справочник лесохимика / С. В. Чудинов [и др.] ; под ред. С. В. Чудинова. – М. : Лесная пром-сть, 1987. – 2-е изд. – 272 с.
51. Падерин, В. Я. Способ модификации канифольномалеинового аддукта / В. Я. Падерин // Лесохимия и подсочка. – 1972. – № 3. – С. 2.
52. Падерин, В. Я. Способ модификации канифоли / В. Я. Падерин // Лесохимия и подсочка. – 1980. – № 3. – С. 14.
53. Siwek, K. Proby modyfikacji kalafonii sosnowej przy uzyciu paraformaldehydu / K. Siwek, E. Reymann // Pr. Inst. technol. drew. – 1971. – Vol. 18, № 3. – P. 57–68.
54. Калниньш А. И. Диеновый синтез в области смоляных кислот. Применение катализаторов при получении аддуктов смоляных кислот с диенофилами / А. И. Калниньш, Ю. Я. Добелис // Изв. АН Латв. ССР. Сер. хим. наук. – 1969. – № 5. – С. 54–57.
55. Добелис, Ю. Я. Синтетические продукты из канифоли и скипидара : Труды II Всесоюзного научно-технического совещания по вопросам получения синтетических и модифицированных лесохимических продуктов на основе канифоли и скипидара. – Горький: Волго-Вят. книж. изд-во, 1970. – С. 341–348.
56. Procédé de préparation de l'acide maléopimarique : pat. FR1563917, France : IPC C07C 51/353, C09F 1/04 / M. Peter Klaus Wieger ; publ. date: 18.04.1969.
57. Method for synthesizing maleopimaric acid : pat. US3658891, USA : IPC C07C 51/353, C08G 85/00, G03C 1/38 / George Gonis, Frank B. Slezak ; publ. date: 25.04.1972.
58. Падерин, В. Я. Способ разделения аддуктов канифоли / В. Я. Падерин // Лесохимия и подсочка. – № 3. – 1972. – С. 13.
59. Шампетье, Г. Химия лаков, красок и пигментов / Г. Шампетье, Г. Рабате. – М. : Госхимиздат, 1960. – Т. 1. – 521 с.
60. Colgin, K. Kolophonium Derivate / K. Colgin // Jordan Ralf. Coating. – 1982. – Vol. 15. – N 10. – P. 278–280.

## References

- Zanderman, V. (1964) Prirodnye smoly, skipidary, tallovoe maslo [Natural resins, turpentine, tall oil], Timber industry, Moscow, RU
- Werner, H., Ligon, R. C. and Kanno, H. (1970) «Resin acids. Structure of levopimaric acid dioxide», Organic Chemistry, vol. 10, pp. 3338–3342.
- Lombard, R. and Rotovic, C. R. (1954) «The composition of the secretions of the conifers: the oleoresin of Pinus leucodermis», Comptes Rendus hebdomadaires des seances de l'Academie des Sciences, vol. 238, p. 1670.
- Brus, G., Le-Van Thoi, François, H. and Fines C. (1952) «New derivatives of maleoabietic acid», Peintures, Pigments Vernis, vol. 28, no. 12, pp. 865–870.
- Arkhipov, M. I. and Potapov, A. S. (1967) «Study of the thermal decomposition process for the maleic anhydride – levopimaric acid adduct», Izvestiya VUZov SSSR. Khimiya i khimicheskaya tekhnologiya [Proceedings of Institutions of Higher Education of USSR. Chemistry and Chemical Engineering], vol. 10, no. 5, p. 578.
- Arkhipov, M. I. and Potapov, A. S. (1968) «Synthesis and investigation of maleopimaric acid mannite esters», Izvestiya VUZov SSSR. Khimiya i khimicheskaya tekhnologiya [Proceedings of Institutions of Higher Education of USSR. Chemistry and Chemical Engineering], vol. 11, no. 5, pp. 1178–1183.



7. Arkhipov, M. I. and Potapov, A. S. (1967) «On the chemistry of the thermal decomposition process for the maleic anhydride adduct with levopimaric acid», *Izvestiya VUZov SSSR. Khimiya i khimicheskaya tekhnologiya* [Proceedings of Institutions of Higher Education of USSR. Chemistry and Chemical Engineering], vol. 10, no. 6, p. 693.
8. Fleck E. E. and Silver Spring, Md. (1944) Process for refining pine oleoresin, USA, Pat. № 2359980 A
9. Brus, G., Legendre, P. and Nioll, G. (1952) «New methods of fractionation of oleoresins», *Peintures, Pigments Vernis*, vol. 28, no. 10, p. 690.
10. Patton, S. R. (1951) «The method of allocation maleopimaric acid», *Naval Research Reviews*, vol. 60, no. 13, p. 22.
11. Sokolov, A. G. (1958) Sposob kompleksnoi pererabotki osnovoi zhivitsy [A method for comprehensive processing of pine sap], *Baza patentov SSSR, USSR*, Pat. 113132
12. Smirnova, E. B. and Paderin, V. Ya. (1964) «On the preparation of maleopimaric acid», *Sinteticheskie produkty iz kanifoli i skipidara, Trudy Vsesoyuznogo nauchno-tekhnicheskogo soveshchaniya po voprosam sinteza novykh produktov na osnove kanifoli i skipidara* [Synthetic products from rosin and turpentine, Proceedings of All-Union scientific and technical meeting on synthesis of novel products from rosin and turpentine], *Nauka i tekhnika*, Moscow, RU, pp. 77–82.
13. Bardyshev, I. I. (1969) «New products from rosin and turpentine», *Sbornik trudov TsNIIKHi* [Collection of Proceedings of the Central Research Institute of Resin Industry], *Timber Industry*, Moscow, RU, p. 69.
14. Dobelis, Yu. Ya., Svikle, D. Ya., Zanderson, Ya. G. and Kalnin'sh, A. N., *Institut khimii drevesiny Latviiskoi SSR* (1969) Sposob polucheniya adduktov smolyanykh kislot ili kanifoli s maleinovyim angidridom [A method for preparation of resin acid or rosin adducts with maleic anhydride], *Baza patentov SSSR, USSR*, Pat. 235046
15. Brus, G. (1967) Procédé perfectionné de traitement de la gemme de pin en vue de la production simultanée d'essence de térébentine, d'acide maléopimarique et de colles de papeterie, FR, Pat. № 1508377
16. Smirnova, E. B. (1970) «Synthetic products from resin acids of pine sap», *Gidroliznaya i lesokhimicheskaya promyshlennost'* [Hydrolysis and Resin Industry], n0. 6, pp. 7–8.
17. Fowler, W. (1954) «Glue of turpentine paper sizing», *Organic Chemical Bulletin*, no. 3, p. 26.
18. Kalnins, A. (1967) «Glue preparation process», *Abstract Bulletin of The Institute of Paper Chemistry*, vol. 38, no. 3, pp. 354–356.
19. Kalnin'sh, A. I., Svikle, D. Ya. and Zanderson, Ya. G., *Institut khimii drevesiny Latviiskoi SSR* (1966) Sposob polucheniya kleya [Glue preparation method], *Baza patentov SSSR, USSR*, Pat. 181644
20. Kalnin'sh, A. I., Zanderson, Ya. G. and Svikle, D. Ya. (1966) «A glue from sap for paper sizing», *Bumazhnaya promyshlennost'* [Paper Industry], no. 5, pp. 4–5.
21. Kalnin'sh, A. I., Zanderson, Ya. G. and Svikle, D. Ya. (1967) «A method for preparation of glue for paper sizing from sap», *Gidroliznaya i lesokhimicheskaya promyshlennost'* [Hydrolysis and Resin Industry], no. 3, pp. 25–26.
22. McKennon, F. L., Johanson, A. J. and Field, E. T. (1949) «Emulsifiers for GR-S from resin acid derivatives», *Industrial and Engineering Chemistry*, vol. 41, pp. 1296–1298.
23. Lawrence R. V., Secretary of Agriculture of the United States of America (1949) Butadiene emulsion polymerization in the presence of levopimaric acid-maleic anhydride addition product esters, USA, Pat. № US2465888 A
24. Feldon, M., McKennon, F. L. and Lawrence, R. V. (1952) «Ethyl maleopimaric soap as emulsifier for GR-S polymerizations», *Industrial and Engineering Chemistry*, vol. 44, pp. 1662–1664.
25. Graff, M. M., Secretary of Agriculture of the United States of America (1949) Production of mono-alkyl esters of the addition product of levopimaric acid with maleic anhydride, USA, Pat. № US2467126 A
26. Brus, G., Legendre, P. and Nioll, G. (1952) «New methods of fractionation of oleoresins», *Peintures, Pigments Vernis*, vol. 28, no. 12, pp. 865–870.
27. Svikle, D. Ya. and Prikule, A. Ya. (1978) «Maleopimaric acid derivatives, synthesis and properties of maleopimaric acid N-(alkylaminomethyl) imides», *Izvestiya AN Latviiskoi SSR. Seriya khimicheskikh nauk* [Proceedings of the Academy of Sciences of Latvian SSR. Chemistry Series], no. 5, pp. 593–596.
28. Kalnin'sh, A. Ya., Zanderson, Ya. G. and Svikle, D. Ya. (1979) «Synthesis of bioactive substances from resin acids of wood», *Latv PSR Zinatnu Akad vestis* [Proceedings of the Academy of Sciences of Latvian SSR], no. 3, pp. 108–109.
29. Svikle, D. Ya., Kalnin'sh, A. Ya. and Prikule, A. Ya. (1977) «Maleopimaric acid derivatives. Synthesis and properties of maleopimaric acid N-(hydroxymethyl) imide», *Khimiya drevesiny* [Wood Chemistry], no.5, pp. 114–116.
30. Svikle, D. Ya., Kalnin'sh, A. Ya., Karklin', R. Ya., Prikule, A. Ya., Pruse, B. A., Rumba, A. A., Bauman, G. K., Rasinya, R. A., Shvinska, D. F. and Kul'kevits, A. Ya., *Ordena Trudovogo Krasnogo Znameni Institut khimii drevesiny AN Latviiskoi SSR* (1977) Proizvodnye N-zameshchennykh imidov maleopimarovoi kisloty, proyavlyayushchie fungitsidnyuyu aktivnost' i sposob ikh polucheniya [Derivatives of maleopimaric acid N-substituted amides with fungicidal activity, and the method of their preparation], *Baza patentov SSSR, USSR*, Pat. 543252
31. Sloan, M. F., Hercules Incorporated, Wilmington, Delaware (1972) Resins from maleopimaric acid and primary amines, USA, Pat. № US3637638 A
32. Sloan, M. F., Hercules Incorporated, Wilmington, Delaware (1971) Poly(ester-imides) from maleopimaric acid and aminoalcohols, USA, Pat. № US3554981DA
33. Schuller, W. H. (1972) Polyimide-amides from reduced maleopimaric acid, USA, Pat. № 3637600
34. Aldrich, P. H., Hercules Incorporated, Wilmington, Delaware (1971) Poly(amide-imides) from maleopimaric acid and diamines, USA, Pat. № US3554982DA
35. Siwek, K. (1972) Sposyb wytwarzania odpornych na chemikalia i podwyższoną temperaturę nienasyconych żywic poliestrowych z pochodnych kalafonii, PL, Pat. № 66778
36. Bei, M. P. (2006) «Preparation of maleopimaric acid N-octadecyl amide», *Vesti NAN Belarusi. Seriya khimichnykh nauk* [Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Chemistry Series], no. 5, pp. 13–14.

37. Bei, M. P. (2008) «Preparation of maleopimaric acid N-octadecyl imide amine salts», *Molodezh' v nauke – 2007: prilozhenie k zhurnalu «Vesti NAN Belarusi»* [Youth in Science – 2007: supplement to the journal «Vesti NASB»], Belarusian science, Minsk, BY, pp. 236–237.
38. Bei, M. P. (2010) «Synthesis of new maleopimaric acid amides and imides», *Vesti NAN Belarusi. Seryya khimichnykh navuk* [Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Chemistry Series], no. 1, pp. 74–78.
39. Bei, M. P. (2010) «Synthesis and properties of maleopimaric acid linear N-alkyl imides», *Zhurnal obshchei khimii* [Journal of General Chemistry], vol. 80, no. 2, pp. 228–232.
40. Bei, M. P. and Yuvchenko, A. P. (2010) «Synthesis of trans-1,2-dicarboxylic acids from maleopimaric acid monoamides», *Vesti NAN Belarusi. Seryya khimichnykh navuk* [Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Chemistry Series], no. 3, pp. 84–87.
41. Yuvchenko, A. P. and Bei, M. P. (2013) «Synthesis, properties and application of new secondary terpenoid products from rosin», *Vesti NAN Belarusi. Seryya khimichnykh navuk* [Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Chemistry Series], no. 4, pp. 68–74.
42. Pesetskii, S. S., Yuvchenko, A. P., Bei, M. P. and Krivoguz, Yu. M., Gosudarstvennoe nauchnoe uchrezhdenie «Institut mekhaniki metallopolimernykh sistem imeni V. A. Belogo Natsional'noi akademii nauk Belarusi», Gosudarstvennoe nauchnoe uchrezhdenie «Institut khimii novykh materialov Natsional'noi akademii nauk Belarusi» (2011) Sposob polucheniya adzheiva [Method for preparation of an adhesive], Baza patentov Belarusi, BY, Pat. 14660
43. Lugovneva, A. P., Bei, M. P., Agabekov, V. E., Yuvchenko, A. P., Goncharova, I. A. and Kulevskaya, I. V., Gosudarstvennoe nauchnoe uchrezhdenie «Institut khimii novykh materialov Natsional'noi akademii nauk Belarusi», Gosudarstvennoe nauchnoe uchrezhdenie «Institut mikrobiologii Natsional'noi akademii nauk Belarusi» (2012) Antisepticheskaya kompozitsiya dlya zashchity tsellyulozoderzhashchikh materialov [An antiseptic composition for protection of cellulose-containing materials], Baza patentov Belarusi, BY, Pat. 16543
44. Bei, M. P. (2015) «Synthesis of new oxygen- and nitrogen-containing maleopimaric acid derivatives», Abstract of Ph. D. dissertation, organic chemistry, Gosudarstvennoe Nauchnoe Uchrezhdenie «Institut khimii novykh materialov Natsional'noi akademii nauk Belarusi», Minsk, BY
45. Paderin, V. Ya. (1987) «Modifying rosin with maleic acid», *Gidroliznaya i lesokhimicheskaya promyshlennost'* [Hydrolysis and Resin Industry], no. 2, p. 14.
46. Kalnin'sh, A. I. and Sergeeva, V. N. (1952) «Condensing of fir rosin with maleic anhydride», *Uchenye zapiski Latviiskogo gosudarstvennogo universiteta* [Academic records of Latvian State University], no. 3, p. 39.
47. Ghosh, K. G. and Chaudhri, K. D. (1964) «Rosin-maleic anhydride adduct», *Labdev Journal of Science and Technology*, vol. 2, no. 1, p. 65.
48. Shlyashinskii, R. G., Klyuev, A. Yu., Zhdanovich, O. E., Petukhov, A. A., Stromskii, A. S., Erdman, A. A. and Rakovskii, V. V., Gosudarstvennoe nauchnoe uchrezhdenie «Institut khimii novykh materialov Natsional'noi akademii nauk Belarusi» (2001) Smazочно-okhlazhdayushchaya zhidkost' dlya mekhanicheskoi obrabotki metallicheskih splavov i sposob ee polucheniya [Cutting fluid for mechanical processing of metal alloys and the method of its preparation], Baza patentov Belarusi, BY, Pat. 4211
49. Rachinskii, A. V., Repekh, S. M., Delkova, K. K. and Kislitsina, M. F. (1977) «Modification of Daurian larch rosin with maleic anhydride», *Listvennitsa: Mezhvuzovskii sbornik nauchnykh trudov Sibirskogo tekhnologicheskogo Instituta* [Larch: Inter-college scientific proceedings' collection of Siberian Institute of Technology], Tipografiya STI, Krasnoyarsk, RU, vol. 8, pp. 155–161.
50. Chudinov, S. V., Trofimov, A. N., Uzlov, G. A. and Glukhareva, M. I. (1987) *Spravochnik lesokhimika* [A Reference Book for a Wood Chemist], in Chudinov, S. V. (ed.), 2nd ed., *Lesnaya promyshlennost'*, Moscow, RU
51. Paderin, V. Ya. (1972) «Method of rosin-maleic adduct modification», *Lesokhimiya i podsochka* [Wood Chemistry and Boxing], no. 3, p. 2.
52. Paderin, V. Ya. (1980) «Method of rosin modification», *Lesokhimiya i podsochka* [Wood Chemistry and Boxing], no. 3, p. 14.
53. Siwek, K. and Reymann, E. (1971) «Proby modyfikacji kalafonii sosnowej przy uzyciu paraformaldehydu», *Prace Instytutu Technologii Drewna*, vol. 18, no. 3, pp. 57–68.
54. Kalnin'sh, A. I. and Dobelis, Yu. Ya. (1969) «Diels-Alder reaction of resin acids. Use of catalysts in preparation of resin acids' adducts with dienophiles», *Izvestiya AN Latviiskoi SSR. Seriya khimicheskikh nauk* [Proceedings of the Academy of Sciences of Latvian SSR. Chemistry Series], no. 5, pp. 54–57.
55. Dobelis, Yu. Ya. (1970) «Synthetic products from», *Trudy II Vsesoyuznogo nauchno-tekhnicheskogo soveshchaniya po voprosam polucheniya sinteticheskikh i modifitsirovannykh lesokhimicheskikh produktov na osnove kanifoli i skipidara* [Proceedings of II All-Union scientific and technical meeting on preparation of synthetic and modified wood chemistry products from rosin and turpentine], *Volgo-Vyatskoe knizhnoe izdatel'stvo*, Gorky, RU, pp. 341–348.
56. Wieger, M. P. K. (1969) Procédé de préparation de l'acide maléopimarique, FR, Pat. № 1563917
57. Gonis, G. and Slezak, F. B., Union Camp Corporation (1972) Method for synthesizing maleopimaric acid, USA, Pat. № US3658891 A
58. Paderin, V. Ya. (1972) «Method of rosin adducts' separation», *Lesokhimiya i podsochka* [Wood Chemistry and Boxing], no. 3, p. 13.
59. Shampet'e, G. and Rabate, G. (1960) *Khimiya lakov, krasok i pigmentov* [Chemistry of varnishes, paints and pigments], vol. 1, Goskhimizdat, Moscow, RU
60. Colgin, K. Kolophonium Derivate / K. Colgin // *Jordan Ralf. Coating*. – 1982. – Vol. 15. – N 10. – P. 278–280.

### Информация об авторах

*Клюев Андрей Юрьевич* – канд. техн. наук, вед. науч. сотрудник. Институт физико-органической химии НАН Беларуси (ул. Сурганова, 13, 220072, Минск, Республика Беларусь).

*Козлов Николай Гельевич* – д-р. хим. наук, вед. науч. сотрудник. Институт физико-органической химии НАН Беларуси (ул. Сурганова, 13, 220072, Минск, Республика Беларусь). E-mail: loc@ifoch.bas-net.by.

*Прокочук Николай Романович* – член-кор., д-р хим. наук, профессор. Белорусский государственный технологический университет (ул. Свердлова, 13а, 220006, Минск, Республика Беларусь). E-mail: tnsipp@belstu.by.

*Проневич Анатолий Никифорович* – канд. техн. наук.  
*Скаковский Евгений Доминикович* – канд. техн. наук., доцент, зав. лаб. физико-химических методов исследования. Институт физико-органической химии НАН Беларуси (ул. Сурганова, 13, 220072, Минск, Республика Беларусь). E-mail: sed@ifoch.bas-net.by.

*Латышев Ирына Александровна* – мл. науч. сотрудник. Институт физико-органической химии НАН Беларуси (ул. Сурганова, 13, 220072, Минск, Республика Беларусь). E-mail: irka-ideal@rambler.ru.

### Для цитирования

Получение, свойства и применение терпеноидно-малеиновых аддуктов / А. Ю. Клюев [и др.] // Вест. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. хім. навук. – 2016. – № 4. – С. 110–120.

### Information about the authors

*Kliuyev Andrey Yurevich* – Ph. D. (Engineering), Senior Researcher. Institute of Physical Organic Chemistry of the National Academy of Sciences of Belarus (Surganov str., 13, 220072, Minsk, Republic of Belarus).

*Kozlov Nikolay Gelevich* – D. Sc. (Chemistry), Senior Researcher. Institute of Physical Organic Chemistry of the National Academy of Sciences of Belarus (Surganov str., 13, 220072, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: loc@ifoch.bas-net.by.

*Prokopchuk Nikolay Romanovich* – Cor. Member, D. Sc. (Chemistry) Professor. Belarusian State Technological University (Sverdlov str., 13a, 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: tnsipp@belstu.by.

*Pronevich Anatoliy Nikiforovich* – Ph. D. (Engineering).  
*Skakovskiy Evgeniy Dominikovich* – Ph. D., (Engineering), Associate Professor, Manager of Laboratory of physical and chemical research techniques. Institute of Physical Organic Chemistry of the National Academy of Sciences of Belarus (Surganov str., 13, 220072, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: sed@ifoch.bas-net.by.

*Latyshevich Iryna Aleksandrovna* – Junior Researcher. Institute of Physical Organic Chemistry of the National Academy of Sciences of Belarus (Surganov str., 13, 220072, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: irka-ideal@rambler.ru.

### For citation

Kliuyeu A. Yu., Kozlov N. G., Prokopchuk N. R., Lamotkin A. I., Pronevich A. N., Skakovskiy E. D., Latyshevich I. A. Preparation, properties and application of terpenoid-maleic adducts. Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus, chemical series, 2016, no. 4, pp. 110–120.