

**АГЛЯДЫ**  
**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, абиетиновая 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. Kliuyeu<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. Skakovskiy<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.

*Канифольномалеиновый аддукт (КМА).* Этерифицированные продукты конденсации МА с канифолью, растворимые в этаноле [61], получали конденсацией МА с канифолью, триметилпропаном и пентаэритритом. Известен способ получения МЭС [62], состоящий в том, что вначале МА нагревали с глицерином в течение 2 ч при 150 °С, добавляли канифоль и нагревали еще 2 ч при 250 °С, а затем 1 ч при 290 °С.

МЭС – это ценные лаковые смолы, устойчивые к действию света и окислению, у них высокая точка размягчения (80–150 °С), которая зависит от природы смолы, количества введенного МА и от типа применяемого полиспирта [1, 59]. МЭС совместимы с большей частью видов лакового сырья, например с высыхающими маслами, алкидными смолами, хлоркаучуком, бензилцеллюлозой, фенольными смолами [1, 59]. При совмещении с нитроцеллюлозой в них должно вводиться достаточное количество эффективных мягчителей. Особенно ценятся МЭС в соединении

\* Окончание. Начало в № 4, 2016.

с высыхающими маслами для быстро высыхающих белых лаков, обладающих большим блеском и светостойкостью.

В ЦНИЛХИ был разработан способ получения смолы ПЭМАК [50, 63, 64], которая представляла собой пентаэритритовый эфир малеинизированной канифоли (10,0 мас.% МА в канифоли). В работе [63] описана технология и требования к смоле. ПЭМАК используется в полиграфической промышленности.

В работах [50, 65] описывается опыт Киевского химического комбината, где получали «смолу–КМ» – продукт этерификации КМА глицерином. Приведена технологическая схема получения «смолы–КМ» и описание ее технологии получения. Кроме лакокрасочной промышленности, КМА в виде солей или сложных эфиров имеет разнообразное применение, например для типографских красок, как текстильное вспомогательное средство, водостойчивое покрытие для бумаги, добавление к канифоли при изготовлении клеев для проклейки бумаги, паяльные средства и т. д. [66, 67].

Разработан способ модификации аддуктов Дильса–Альдера [68], полученных с применением малеиновой кислоты, с последующим введением в аддукты азотсодержащих синтетических смол.

Обзор [69] рассматривает источники и методы выделения канифольных смол, а также их строение. Приведены методы модификации канифольных смол гидрогенизацией, диспропорционированием, полимеризацией, путем получения металлических солей и эфиров, а также путем конденсации с МА и фенолформальдегидными смолами (ФФС). Описано применение КС и их производных для получения красок, лаков, в бумажной, мыловаренной, кожевенной промышленности, при производстве каучуков, инсектицидов и дезинфектантов.

Канифоль можно еще до обменной реакции модифицировать различными способами. Так, в аддукты соединить продукты реакции канифоли и формальдегида [1], канифоли и полиаминов (как меламин) [70], а также канифоль и полиалкиленаминоформальдегидных смол [1] с МА. Можно применять также смеси из канифоли и алкидных смол [1].

Запатентован способ хлорирования аддуктов МА со смоляными кислотами канифоли (АМК) [71] действием хлорпроизводных серы (лучше  $\text{SO}_2\text{Cl}_2$ ) на 5–12%-ный раствор АМК в устойчивом к хлору растворителе. Хлорированные АМК используются как компоненты эпоксидных и других смол, улучшающих их термические свойства.

В обзоре [72] описаны фундаментальные и прикладные работы по отвердителям для эпоксидных смол и, в частности, на основе продуктов присоединения МА к смоляным кислотам.

Разработан способ для проклейки бумаги в массе [73], который заключается в том, что канифоль смешивают с 48 % МА, затем добавляют 50 % стирола, нагревают и нейтрализуют NaOH при 150–250 °С. При гомогенизации КМА с NaOH можно получить стабильную водную суспензию вещества типа канифоли [74]. Известен водорастворимый клей для полипропиленовой пленки [75], который состоит из нейтрализованного эпоксифира (от 40 до 97 мас.%), а остальное нейтрализованный КМА.

В работе [76] приводится способ получения клея-расплава, в состав которого входят (%): сополимеры – 30–95, пластификаторы – 1–10, канифольная смесь – 3 (канифоль – 25, ФФС – 37,5, КМА – 37,5, модифицированный пентаэритритом).

Лоуренс и сотрудники предложили [77] превращать КМА в этиловый эфир, омылять последний и применять его как эмульгатор для холодной полимеризации смесей бутадиев стирола в каучук.

КМА в виде этанол-, диэтанол-, триэтаноламиновых и натриевых солей может быть использован в рецептурах смазочно-охлаждающих жидкостей (СОЖ) для механической обработки деталей из черных и цветных сплавов [78]. Для улучшения качества СОЖ впервые предложен аддукт ОКМА, который получается дополнительным модифицированием аддукта КМА олеиновой кислотой (ОК) ( $T_{\text{реакц}} = 195 \pm 5$  °С,  $\tau = 3$  ч). Способ исключает применение дорогостоящей технологии (с помощью перегретого острого пара при температуре 160–170 °С или вакуумирования при 0,0026 МПа). Образующиеся аддукты ОК обеспечивают полное удаление из КМА остаточного МА. По разработанной технологии на ОАО «Завод горного воска» выпускались опытные

партии аддукта ОКМА. В настоящее время производство аддукта налажено в ИХНМ НАН Беларуси.

В работе [79] приводится липкий состав для уничтожения бытовых насекомых, включающий (%):КМА – 55–70,0, петролатум – 5–10,0, синтетический или натуральный каучук – 2–5,0, растворитель остальное.

Предложена краска для флексографической печати на полиуретане [80], представляющая собой смесь из (%):КМА – 8–22, водной дисперсии полиуретана – 10–40, триэтанолamina – 4–20, пигмента – 8–11, растворителя – 8–15, азотистого основания – 2–4. Авторами [81] разработана краска для глубокой и флексографической печати, содержащая пентаэритритовый эфир КМА, частично нейтрализованный аммиаком.

Для получения бесцветного растворителя [82], который применяется в билетопечатающих автоматах и лентах пишущих машинок, КМА растворяют в гексиловом, октиловом и лауриловом спиртах. КМА может входить в состав для крашения натуральной замши [83], в состав термоплавких композиций для разметки дорожного полотна [84], а также в состав композиции для звукопоглощающих покрытий [85, 86]. Чтобы приготовить водорастворимую печатную краску для бумаги [87], КМА растворяют в диэтиленгликоле при 120–150 °С, охлаждают до 80 °С, вводят желтый пигмент, льняное масло и водный раствор аммиака.

Таким образом, аддукт КМА – превосходное сырье для получения химически чистой МПК, а также является основой для синтеза практически полезных продуктов. Высокие пленкообразующие свойства КМА и его эфиров делают их незаменимыми компонентами в различных пленкообразующих композициях. Технология КМА проста, не требует сложного технологического оборудования и может быть использована на любом лесохимическом заводе.

*Терпеномалеиновые аддукты (ТМА).* Пионером в области получения ТМА (или ТМС), несомненно, является фирма Hercules Powder, благодаря которой были проведены большие исследования в сороковых годах прошлого века, посвященные синтезу этого продукта из скипидара [1].

Из литературных данных [88] известен способ получения ТМА путем взаимодействия терпеновых углеводородов с МА в присутствии салициловой кислоты при температуре 150–180 °С. Автор работ [89–91] предложил способ получения смолы ТМС, образующейся при взаимодействии МА с терпеновыми углеводородами в присутствии катализатора ( $H_3PO_4$ ). Известен способ получения аддуктов ТМА [92], содержащего менее 15% диаддукта. Реакция взаимодействия терпенов с МА проводилась при 140–200 °С в среде толуола и в присутствии йода. Предложен способ получения ТМА в присутствии катализатора  $NH_4I$  с целью снижения содержания диаддуктов в смоле [48] и сокращения длительности процесса.

Более глубокие и всесторонние исследования проводились в 1980–2000 гг. в Белорусском государственном технологическом университете. Проведены исследования [93–95] по получению ТМС из различных видов скипидара, индивидуальных терпеновых углеводородов, подобраны оптимальные условия их получения, синтезированы вторичные продукты, исследованы свойства и их применение в различных отраслях промышленности. Полученные данные легли в основу разработки технологии смолы ТМС (ТУ 13-028108-175-90), которая была внедрена на ОАО «Лесохимик». Производство смолы ТМС осуществлялось в 1985–1995 гг. Результаты исследований физико-химических свойств моно- и диаддуктов ТМС представлены в табл. 1.

Как видно из данных табл. 1, моно- и диаддукты ТМС, полученные из различных скипидаров, имеют близкие физико-химические свойства и содержание их в ТМС колеблется в среднем на одном уровне за исключением ТМС, полученной из обеспиленного скипидара. Методом ГЖХ анализа был изучен состав моноаддуктов. Результаты исследований приведены в табл. 2. Как видно из данных табл. 2, моноаддукты ТМС в основном состоят из терпеномалеиновых аддуктов  $\alpha$ -фелландрена и  $\alpha$ -терпинена, массовая доля которых составляет 78,9–85,0 %. На основании проведенных исследований и литературных данных автором [95] была предложена возможная схема взаимодействия терпеновых углеводородов скипидара с МА (рис. 2), а для сокращения длительности процесса получения ТМС – катализаторы  $H_2O$  или  $P_2O_5$ .

В работе [96] приводится синтез и свойства солей тяжелых металлов ТМС. Кобальтовые, никелевые и марганцевые соли ТМС испытаны в качестве модификаторов резиновых смесей,

Таблица 1. Физико-химические свойства моно- и диаддуктов терпеномалеиновых смол, полученных из различных видов скипидара [95]

Вид скипидара	Вид аддукта	Содержание в ТМС, %	М, у.е.	d420, г/см <sup>3</sup>	КЧ, мг КОН/г	v20 при 100 °С, МПа·с	T <sub>p</sub> , °С
Живичный	Моноаддукт	41	234	1,1385	364	39,1	85
	Диаддукт	59	460	1,2318	390		
Экстракционный	Моноаддукт	42	236	1,1386	460	39,2	87
	Диаддукт	58	470	1,2392	400		
Сульфатный	Моноаддукт	43	233	1,1384	465	39,0	86
	Диаддукт	57	465	1,2320	398		
Обеспилененный	Моноаддукт	58	235	1,1318	462	39,1	78
	Диаддукт	42	420	1,2315	395		

Таблица 2. Качественный и количественный состав моноаддуктов ТМС [95]

Вид моноаддукта ТМС	Массовая доля аддукта, %				
	аддукт α-фелландрена	аддукт α-терпинена	аддукт 2,4-п-ментадиена	аддукт 3,8(9)-п-ментадиена	аддукты неустановленного строения
Из живичного скипидара	43,0	42,0	1,5	7,0	6,5
Из экстракционного скипидара	45,0	39,0	1,5	6,1	8,4
Из сульфатного скипидара	45,5	38,5	1,2	6,5	8,3
Из обеспилененного скипидара	34,0	44,9	4,4	7,5	9,2

позволяющих повысить прочность связи резины с металлокордом в сравнении с традиционными модификаторами. С целью повышения эксплуатационных свойств ТМС предложено [97] ее модифицирование фенолформальдегидной смолой (ФФС).

Авторами [98] описываются смолистые малеимиды терпенового ряда и способ их получения. Рядом авторов [99–101] разработаны способы получения малеимидов терпенового ряда. Смолообразные терпеномалеимиды исходного строения терпен – имид – имид – терпен, имеющие  $M = 500–700$  и  $T_p = 70–115$  °С, получали взаимодействием при 140–240 °С диамина в смеси аддуктов несопряженного терпена и МА.

Доказано, что при каталитической изомеризации низкосортных скипидаров (обеспилененного живичного и др.) образуется до 50% соединений, способных вступать в реакции диенового синтеза [102]. В лабораторных условиях разработана технология терпеномалеинофумаровых аддуктов.

Аддукты ТМА могут быть этерифицированы с образованием светопрочных, очень светлых смол, модифицируемых маслами или природными смолами. Этерификация ТМА одноатомными спиртами приводит к образованию жидкостей с высокой  $T_{кип}$ , которые могут служить пластификаторами или высококипящими растворителями [59]. Этерификацией ТМА двухатомными спиртами или простыми эфирами, имеющими два свободных гидроксильных, можно получать более или менее твердые смолы. В частности, при этерификации этиленгликолем получают твердые светлые смолы с КЧ 40 мг КОН/г и  $T_{пл} = 100$  °С [59]. При этерификации глицерином получают твердые и хрупкие смолы, растворимые в спирте и применяемые в качестве заменителей шеллака [59]. Синтезированы терпеномалеиновые и терпенофумаровые аддукты, модифицированные одноатомными спиртами [102].

В работах [103, 104] описываются способы получения различных эфиров на основе ТМА. Показана возможность их использования в качестве пленкообразующих компонентов и пластификаторов лакокрасочных композиций. Разработан способ получения олигоэфиров глицерина и аддуктов малеиновой и фумаровой кислот с изомеризатами живичного и экстракционного скипидара [105]. Проводили взаимодействие изомеризата с МА и 5%-ным водным раствором HCl в течение 1,5 ч при 170 °С, а после 10 ч выдержки добавляли глицерин в токе N<sub>2</sub> при 240 °С.

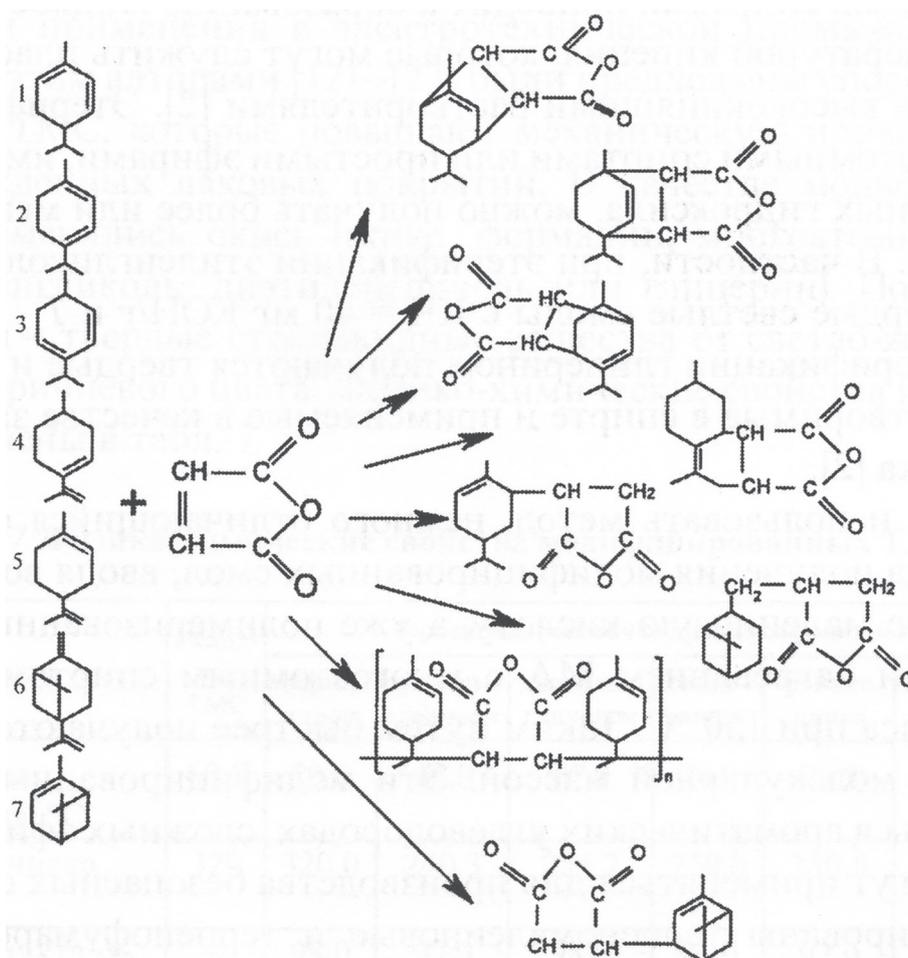


Рис. 2. Схема взаимодействия терпеновых углеводородов скипидара с малеиновым ангидридом:  
 1 –  $\alpha$ -фелландрен; 2 –  $\alpha$ -терпинен; 3 – 2,4-*n*-ментадиен; 4 – 3,8(9)-*n*-ментадиен; 5 – дипентен; 6 –  $\beta$ -пинен; 7 –  $\alpha$ -пинен  
 Fig. 2. Schemes of turpentine terpenes' reactions with maleic anhydride: 1 –  $\alpha$ -phellandrene; 2 –  $\alpha$ -terpinene;  
 3 – 2,4-*n*-mentadiene; 4 – 3,8(9)-*n*-mentadiene; 5 – dipentene; 6 –  $\beta$ -pinene; 7 –  $\alpha$ -pinene

Проведены исследования [90, 91] по получению термоотверждаемых композиций на основе ЭС, где в качестве отвердителя использовались ТМС. Композиции при термоотверждении образовывали лаковые покрытия, которые обладали пониженными твердостью, диэлектрикой и адгезией к металлам. В связи с этим авторами [106–108] были предложены способы модификации ТМС, которые повышают физико-механические свойства термоотвержденных лаковых покрытий. В качестве модификаторов ТМС применялись окись цинка, формалин, многоатомные спирты (этиленгликоль, диэтиленгликоль или глицерин). Получаемые продукты – твердые стекловидные вещества от светло-желтого до светло-коричневого цвета. На основе модифицированных смол ТМС (МТМС) с использованием ЭС Э-40 были разработаны рецептуры термоотверждаемых композиций ЛА-6 и ЛА-6Г и изучены их физико-механические свойства. Как показали испытания, по основным показателям лаки ЛА-6 и ЛА-6Г значительно превосходят требования ГОСТа 21428-75 и рекомендованы к опытно-промышленному производству.

В работе [109] приводятся данные по синтезу монопентахлорфенилового эфира ТМА, который был использован в качестве антисептика для волокнистых материалов. Нами [110–112] была разработана антикоррозионная и антимикробная добавка на основе ТМС, модифицированной этаноламином (состав АС-1), для крепированной бумаги силовых кабелей, заменяющая традиционно используемый в кабельной промышленности нафтенат меди. По разработанной технологии выпущена опытно-промышленная партия АС-1, которая успешно прошла испытания на кабельных заводах Финляндии и России и была рекомендована ВНИИКП для внедрения (в рамках про-

дажи лицензии № 708 (8907) АО «Объединенные бумажные фабрики» (Финляндия, г. Валкеа-коски)). На основе антимицробной добавки был разработан способ получения лаковой смолы [113–115], который заключался в дополнительной этерификации имидизированной ТМС гекситом при 180–190 °С в течение 2,5–3,5 ч.

Известен способ получения мебельного лака [116] на основе коллоксилина, окситерпеновой смолы и эфира гарпиуса с добавкой растворителей, который отличается тем, что с целью улучшения внешнего вида и физико-механических показателей покрытия в состав лака вводят абие-тиновую кислоту и гликолевый эфир ТМА. Соотношение коллоксилина : окситерпеновой смолы : эфира гарпиуса : гликолевого эфира ТМА – 4,3 : 2,7 : 2 : 1.

Таким образом, смолы ТМС представляют собой высокореакционноспособные аддукты, на основе которых можно получить широкий спектр новых вторичных продуктов: резинатов, эфиров, имидов и т.д. Технология ТМС не требует специального технологического оборудования.

*Канифолетерпеномалеиновый аддукт (КТМА).* Идея получения малеиновых смол из полупродукта канифольно-терпентинного производства – терпентина – заслуживает особого внимания. Неоднородность его химического состава (наличие смоляных кислот и терпеновых углеводов, имеющих системы сопряженных двойных связей), а также возможность протекания процессов изомеризации в смоляных кислотах и терпеновых углеводородах в ходе реакции открывают перспективу получения нового аддукта ТДМА. Удобство использования терпентина для получения аддукта также состоит в том, что поступаая на канифолеварочную колонну, он уже предварительно нагрет до температуры 100–140 °С, что дает экономические преимущества, например, по сравнению со скипидаром, из которого получают ТМС.

Поэтому тщательные и всесторонние исследования по получению аддукта из терпентина проводились в Институте физико-органической химии НАН Беларуси (1986–1993, 2008–2015 гг.), в Химико-технологическом центре НАН Беларуси (1993–1998 гг.) и в ИХНМ НАН Беларуси (1998–2002 гг.). Синтезированный продукт получил условное название – канифолетерпеномалеиновый аддукт (КТМА) или техническое название – канифолетерпеномалеиновая смола (КТМС).

Нами [117–119] было исследовано получение КТМС из полупродукта канифольно-терпентинного производства – терпентина, содержащего 60% смоляных кислот и 40% скипидара, путем его обработки МА (40,1–45,1 мас.%) при  $190 \pm 2$  °С. Основным источником получения КТМС служили смоляные кислоты и терпеновые углеводороды скипидара, имеющие системы сопряженных двойных связей. Количество МА, вводимого в реакционную смесь, рассчитывали исходя из группового и химического состава терпентина. Полученная КТМС обладала высокими физико-химическими характеристиками (КЧ 273,3–267,1 мг КОН/г,  $T_p = 73,0–70,5$  °С). Выход КТМС составлял 90,1–92,0%.

Следует отметить, что в терпентине, поступающем на дальнейшую переработку, содержание смоляных кислот и скипидара может колебаться в широком интервале от 30/70 до 70/30 мас.%, тогда как способ [117] рассчитан только на получение КТМС из терпентина состава 60/40 мас.%. Поэтому авторами [120] были проведены дополнительные исследования. В табл. 3 приведены физико-химические свойства полученных КТМС. Методом ЯМР-спектроскопии изучен состав смол КТМС [121].

Таблица 3. Физико-химические свойства КТМС [120]

Условия реакции		Физико-химические свойства				
групповой состав терпентина, мас.%	количество введенного МА, мас.%	наименование смолы	$T_p$ , °С	КЧ, мг КОН/г	$v^{20}$ , сСт	Выход смолы, %
30/70	57,7	КТМС <sub>30/70</sub>	67,3	277,4	77,8	85,0
40/60	52,8	КТМС <sub>40/60</sub>	69,0	273,6	103,8	86,0
50/50	48,0	КТМС <sub>50/50</sub>	70,3	271,8	123,0	87,9
60/40	43,1	КТМС <sub>60/40</sub>	72,8	269,3	142,2	89,1
70/30	38,3	КТМС <sub>70/30</sub>	78,1	267,1	158,6	91,8

Как видно из данных табл. 4, с увеличением глубины модифицирования терпентина состава: 30/70–70/30 мас.% МА наблюдаются значительные изменения составов полученных аддуктов КТМА. Так, содержание МПК возрастает соответственно от 24,3 до 51,9 мас.%. Содержание аддуктов ТМА понижается с 70 до 30 мас.%. Наблюдается увеличение общего содержания смоляных кислот от 5,7 до 18,1 мас.%. Из них содержание дегидроабиединовой кислоты увеличивается от 2,0 до 3,7 мас.%, изоимаровой – от 1,2 до 6,2 мас.% и пимаровой кислоты – от 1,4 до 7,4 мас.% соответственно. При этом содержание смоляных кислот не установленного состава составляет 0,8–1,1 мас.%. Варьирование содержания смоляных кислот в аддуктах КТМА определено составом используемого терпентина (от 30/70 до 70/30 мас.%).

Таблица 4. Состав аддуктов КТМА, определенный методом ЯМР

Образец	Состав, мас.%						
	МПК	ТМА	общее содержание СК	Смоляные кислоты			
				дегидроабиединовая	изоимаровая	пимаровая	СК не установленного состава
ТМА	–	97,0	–	–	–	–	–
КТМА <sub>30/70</sub>	24,3	70,0	5,7	2,0	1,2	1,4	1,1
КТМА <sub>40/60</sub>	33,6	60,0	6,4	2,4	1,4	1,6	1,0
КТМА <sub>50/50</sub>	40,4	50,0	9,6	3,5	2,2	3,0	0,9
КТМА <sub>60/40</sub>	45,6	40,0	14,4	2,9	4,7	5,8	1,0
КТМА <sub>70/30</sub>	51,9	30,0	18,1	3,7	6,2	7,4	0,8
КМА	80,0	–	20,0	–	–	–	–

Смола КТМС представляет собой сплав МПК, аддуктов терпеновых углеводородов и смоляных кислот, не реагирующих с МА (дегидроабиединовой, дигидроабиединовой, пимаровой, изоимаровой). В работах [48, 117, 118] для ускорения реакции диенового синтеза и увеличения выхода КТМС в качестве катализаторов были предложены йодистые алкилы:  $\text{CH}_3\text{I}$ ,  $\text{C}_2\text{H}_5\text{I}$ ,  $\text{C}_3\text{H}_9\text{I}$ ,  $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{I}$  (в количестве 0,05–0,35 мас.%) и  $\text{NH}_4\text{I}$ . Применение данных катализаторов приводило к увеличению выхода продукта до 98% и сокращению продолжительности процесса с 10 до 5 ч. Однако их применение вызывало снижение у КТМС  $T_p$  с 73,8 до 62 °С и КЧ с 273 до 262 мг КОН/г.

Предложен способ получения КТМС [122, 123] в присутствии катализаторов – йодистых металлов, позволяющий получить высокоплавкую смолу из терпентина, минуя стадию его переработки в канифоль и скипидар. Использование катализаторов  $\text{LiI}$ ,  $\text{NaI}$ ,  $\text{KI}$ ,  $\text{CaI}_2$  в количестве 0,3 мас.% позволяет снизить продолжительность процесса до 4 ч и увеличить выход продукта до 98%. По разработанной технологии на имеющемся оборудовании ЗАО «ОРГХИМ» (г. Урень, Российская Федерация) была выпущена экспериментальная партия КТМС, которая успешно прошла испытания в композиционных составах различного назначения и была рекомендована для внедрения на предприятиях ЕАЭС.

Изучена возможность использования экстракционного и сульфатного скипидаров при синтезе КТМС [124, 125]. Установлено, что физико-химические свойства смол, полученных из растворов сосновой живицы в экстракционном скипидаре, находились на уровне свойств КТМС, полученных из растворов сосновой живицы в живичном или сульфатном скипидаре. Использование экстракционного или сульфатного скипидара в растворах живицы не оказывает какого-либо существенного влияния на изменения в свойствах КТМС. Предлагаемый способ получения КТМС открывает пути для более широкого их применения.

Химическое протекание реакции диенового синтеза смоляных кислот и терпеновых углеводородов с МА приведен на рис. 1 и 2. Реакция диенового синтеза начинает протекать уже при низких температурах, начиная с 50–60 °С. В этих условиях с МА реагирует наиболее реакционноспособная из кислот – левоимаровая до полного ее превращения в МПК. Эта реакция практически завершается при 100 °С. В интервале 100–150 °С содержание абиединовой, палюстровой и неоабиединовой кислот в реакционной смеси практически не изменяется. При температуре 150 °С и выше до 200 °С в присутствии МА наблюдается реверсия двойных связей в этих кисло-

тах с образованием левопимаровой кислоты, которая и реагирует с МА. Таким образом, в реакцию вступают все кислоты абиетинового типа. Смоляные кислоты – дегидроабиетиновая, дигидроабиетиновая, пимаровая, изопимаровая, сандаракопимаровая вследствие особенностей своего химического строения не участвуют в реакции диенового синтеза.

Бициклические терпеновые углеводороды типа  $\alpha$ -,  $\beta$ -пинена при высоких температурах изомеризуются в моноциклические терпены (реакция идет с образованием  $\alpha$ -терпинена и  $\alpha$ -фелландрена, имеющих систему сопряженных двойных связей), которые далее реагируют с МА.

Вследствие особенностей своего химического состава КТМС должна обладать широким спектром эксплуатационных свойств. Поэтому дальнейшие исследования были посвящены этому вопросу. В работе [126] исследовали устойчивость к термоокислительной деструкции малеиновых смол, полученных на основе скипидара, канифоли и терпентина. Для проведения исследований использовали ТМС, КМА, КТМС и живичную канифоль. Для определения параметров термоокислительной деструкции полученных смол применяли методы динамической и изотермической термогравиметрии (ТГ) [127]. Установлено, что устойчивость к термоокислительной деструкции смол КТМС находится в прямой зависимости от их состава. В связи с различной устойчивостью КТМС к нагреванию, смолы КТМС<sub>30/70</sub> и КТМС<sub>40/60</sub> целесообразно использовать в реакциях, протекающих при 160–190 °С, а смолы КТМС<sub>50/50</sub>, КТМС<sub>60/40</sub> и КТМС<sub>70/30</sub> – при 200–210 °С.

При обработке аддуктов этанол-, диэтанол-, триэтаноламинами или NaOH получаемые соли более термостойки, чем их аналоги на основе живичной канифоли. Наиболее термостойкими являются натриевые соли КМА, КТМА и ТМА [128, 129]. Полученные экспериментальные данные легли в основу рецептов смазочно-охлаждающих жидкостей: СОЖ-ЛХ, СОЖ-ЛХ-1, СОЖ-ЛХ-2 [48, 78, 130] (производимых в ИХНМ НАН Беларуси) с использованием термостабильных солей терпеноидномалеиновых смол.

Достаточно высокая термостабильность смолы КТМС позволяет использовать ее в рецептурах термопластичных композиций и, в частности, клее-расплаве [131] для склейки радиодеталей в отклоняющих системах телевизионных приемников. Одним из путей, повышающих эксплуатационные свойства клея-расплава и расширяющий диапазон его применения, является дополнительная модификация КТМС. Поэтому нами [132–135] была исследована устойчивость к термоокислительной деструкции этилен-, диэтилен-, пропилен- и бутиленгликолевых эфиров КТМС. Установлены линейные корреляции между температурой начала процесса термоокислительной деструкции в эфирах, их  $v^{20}$  и  $T_p$ . Устойчивость к термоокислительной деструкции эфиров КТМС находится в прямой зависимости от их состава и различается на десятки градусов от исходной смолы КТМС. Благодаря высокой термостабильности полученные эфиры могут быть использованы в клеях-расплавах.

С целью повышения термических и диэлектрических свойств КТМС был предложен способ ее модификации [136]. В качестве модификаторов использовали алкилфенолдисульфоформальдегидную смолу – октофор S<sub>10</sub> [137] и алкилфеноламиновою смолу – октофор N [138]. Оптимальным количеством модификатора является 8 мас.%. Из двух предложенных модификаторов более предпочтителен октофор N. Ввиду того что предлагаемые способы модификации КТМС отличаются простотой технологического процесса, отсутствием отходов производства и сточных вод, получаемые на их основе продукты целесообразно использовать как базовые для разработки на их основе композиционных составов различного назначения.

На основе КТМС была разработана и испытана рецептура защитного флюсующего покрытия [139] для защиты выводных элементов радиодеталей от окисления в процессе пайки и выступающая одновременно в роли флюса. Водорастворимая композиция [140] на основе аммониевых солей КТМС может быть использована для лужения медной проволоки монтажных проводов вместо традиционных кислотных флюсов.

Предложено получение нового малеинового аддукта [141, 142] путем обработки смеси терпентина (смоляные кислоты – 60 мас.% и скипидар – 40 мас.%) и стирола МА с последующей отгонкой непрореагировавших остатков скипидара, стирола и МА. Смесь терпентина и стирола

использовали при соотношении соответственно, мас.‰: 95/5–30/70, а МА – в количестве 46,0–83,0. Продукт получил условное название канифолетерпеностирольно-малеиновый аддукт – КТСМА (КТСМС). Как видно из данных табл. 5, уменьшение в реакционной смеси массы терпентина с 95,0 до 30,0 мас.‰ и увеличение количества вводимого стирола от 5,0 до 70,0 мас.‰ и МА от 46,0 до 83,0 мас.‰ (по отношению к реакционной смеси) приводит к росту  $T_p$  от 84,0 до 115,0 °С, КЧ от 276,0 до 328,0 мг КОН/г,  $T_d^{ср}$  от 208,0 до 274,0 °С и увеличению выхода продукта от 93,6 до 99,0%.

Таблица 5. Получение и свойства аддукта КТСМА ( $T_{реакции} = 190 \pm 2$  °С,  $\tau = 9$  ч)

Состав реакционной смеси, мас.‰		Свойства продукта			
Терпентин/стирол	МА	$T_p$ , °С	КЧ, мг КОН/г	$T_d^{ср}$	выход, %
100 (терпентин)	43,1	72,8	269,3	198	91,8
95/5	46,0	84,0	276,0	208	93,6
90/10	50,0	88,0	280,0	215	94,0
80/20	55,0	93,0	288,0	220	95,0
70/30	60,0	97,0	296,0	230	96,0
60/40	65,0	100,0	304,0	240	97,0
50/50	71,0	105,0	312,0	252	98,0
40/60	77,0	108,0	320,0	269	98,0
30/70	83,0	115,0	328,0	274	99,0

Состав аддуктов КТСМА не изучался, однако он может представлять собой многокомпонентные сплавы из МПК, аддуктов терпеновых углеводородов с МА, стирольно-малеинового аддукта и смоляных кислот (не реагирующих с МА).

Таким образом, доступность исходного сырья, простота получения КТМС, высокие ее реакционные свойства делают эту смолу ценным химическим источником для получения новых продуктов. Использование предложенных способов получения КТМС на лесохимических заводах позволяет исключить стадию переработки сосновой живицы на канифоль и скипидар, как необходимого сырья для производства малеиновых смол, и получать продукт высокого качества непосредственно из терпентина.

*Малеиновый аддукт из политерпенов (МАП).* При производстве димеров терпенов на основе скипидара в качестве отходов образуются твердые полимеры терпенов со степенью полимеризации 3–6, которые не нашли применения. Однако было установлено, что по своим физико-химическим свойствам они могут быть использованы в рецептурах некоторых лакокрасочных материалов в качестве пленкообразователя и пластификатора лаковой основы [143]. В Лесотехнической академии (Санкт-Петербург, Российская Федерация) разработан ряд модификаций твердых полимеров, наиболее удачной из которых оказалась малеинотерпеновая смола (продукт взаимодействия полимера с МА).

Химическое присоединение МА к полимеру не изучалось, однако авторы [144] предположили, что реакция (на примере полимера  $\beta$ -мирцена) протекает по схеме, приведенной на рис. 3.

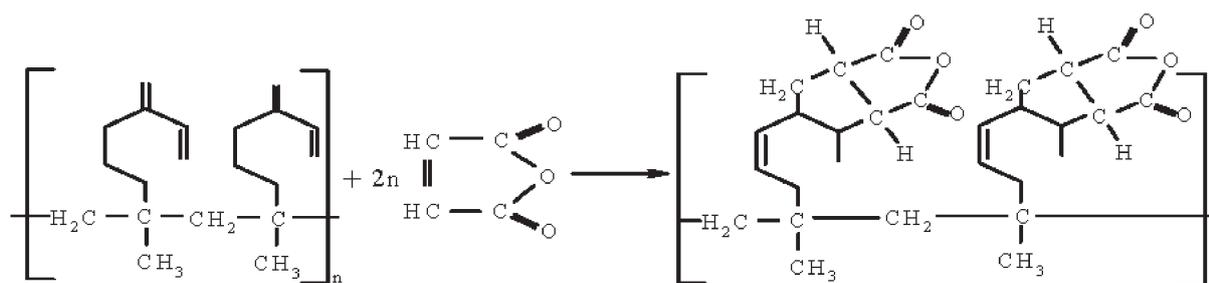


Рис. 3. Схема присоединения малеинового ангидрида к полимеру (на примере полимера  $\beta$ -мирцена)

Fig. 3. Scheme of maleic anhydride addition to a polymer (on the example of  $\beta$ -myrcene polymer)

На основании результатов лабораторных исследований и опытно-промышленных выработок на опытном заводе ЦНИЛХИ в ЛТА была разработана технология получения малеинотерпеновой смолы [144] на основе твердых полимеров терпенов. Установлено, что малеинотерпеновая смола может быть использована в рецептурах алкидных лаков и для частичной замены пищевых растительных масел и канифоли.

*Малеиновый аддукт из канифольных масел (МАКМ).* Канифольное масло представляет собой смесь продуктов термического разложения канифоли и ее глицеринового эфира. Канифольные масла являются отходом производства и не нашли практического применения.

В связи с этим в ИФОХ НАН Беларуси (1990–1995 гг.) были проведены исследования по получению и исследованию свойств аддуктов из канифольных масел. Предложен способ получения МАКМ или малеиновой смолы из канифольных масел (МСКМ – техническое название) [145, 146], заключающийся в обработке канифольных масел МА, у которых предварительно в течение 0,5 ч при 190–200 °С была отогнана вода, а также последующей выдержки полученной смеси в течение 2–3,5 ч и отгонке летучей части.

Предложенный способ получения МСКМ позволяет получить продукт с выходом 95–96%,  $T_p$  62–72 °С и КЧ 184–210 мг КОН/г, снизить стоимость МСКМ за счет использования в качестве терпеносодержащего продукта отхода лесохимической промышленности (канифольное масло); получить высококачественный продукт для замены дорогостоящей и дефицитной канифоли в рецептурах композиционных составов (флюс, СОЖ, сургуч) [147–149].

Схема взаимодействия МА с компонентами канифольного масла приведена в работе [145] и протекает предположительно по реакции, приведенной на рис. 4. При образовании МСКМ наиболее вероятны три типа взаимодействия МА с компонентами канифольного масла с получением аддукта Дильса–Альдера (1), ангидридов 2-алкилантарной кислоты (2), продуктов присоеди-

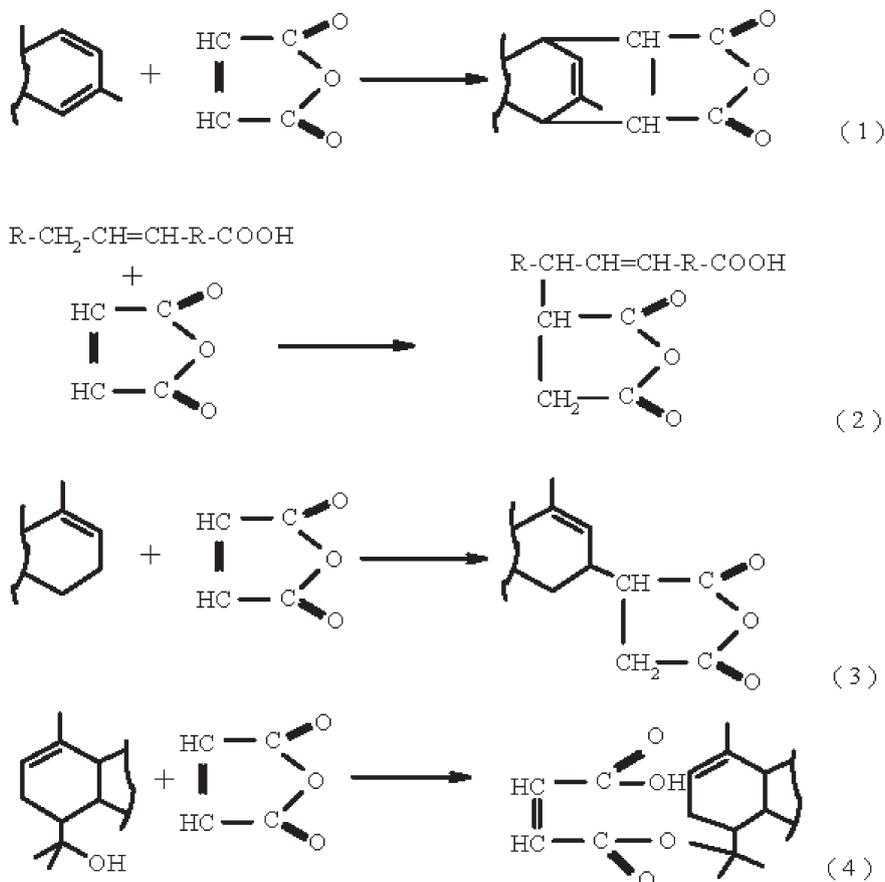


Рис. 4. Схема взаимодействия малеинового ангидрида с компонентами канифольного масла

Fig. 4. Scheme of the maleic anhydride reaction with components of rosin oil

нения МА путем замещения атома водорода метиленовой группы терпена, который мигрирует к углеродному атому малеинового ангидрида (3) и эфиров (4).

Терпеновые углеводороды канифольного масла и их кислородопроизводные с сопряженными двойными связями, а также смоляные кислоты абиетинового типа и жирные кислоты канифольного масла, имеющие сопряженные двойные связи, реагируют с МА с образованием аддуктов Дильса–Альдера. Жирные кислоты, не имеющие сопряженных двойных связей, реагируют с МА с образованием ангидридов 2-алкилянтарной кислоты.

Терпеноиды, неспособные образовывать сопряженные двойные связи в результате изомеризации или диспропорционирования, образуют МСКМ путем присоединения МА при замещении атома водорода метиленовой группы терпена [145].

С целью повышения консервирующих свойств флюса и исключения процесса расконсервации печатных плат перед пайкой, авторами [149] была разработана рецептура флюса на основе канифольного масла от производства эфиров канифоли, модифицированного МА и бромформом. Смола МСКМ может быть использована для получения основы СОЖ для обработки металлов [149]. Для опечатывания пакетов, бандеролей, посылок, помещений с целью снижения стоимости сургуча и улучшения его эксплуатационных свойств была разработана рецептура сургуча [149], содержащая вместо канифоли МСКМ. Сургуч на основе МСКМ из канифольных масел обладает большей прочностью, чем сургуч на основе канифоли.

В табл. 6 приведены физико-химические свойства рассмотренных аддуктов ТДМА в сравнении с аналогичными характеристиками традиционной живичной канифоли. Как видно из данных табл. 6, предложенные ТДМА по своим физико-химическим свойствам значительно превосходят канифоль. Использование ТДМА в рецептурах композиционных составов вместо канифоли в силу своих высоких физико-химических свойств может дать значительный эффект в усилении эксплуатационных свойств последних и позволяет экономить канифоль. Данные табл. 6 показывают, что из всех рассматриваемых аддуктов по своим физико-химическим свойствам наиболее предпочтительны: КМА, КТМА и ТМА. Наиболее термостойкими, обладающими высокими  $T_p$  и  $\rho_v^{110}$ , являются КМА и КТСМА.

Таблица 6. Физико-химические свойства терпеноидномалеиновых аддуктов

Продукт	$T_p$ , °С	КЧ, мг КОН/г	$v^{20}$ , сСт	$\rho_v^{110} \times 10^{-12}$ , Ом×см	$T_d^{cp}$ , °С
Живичная канифоль	65,0	165,0	14,6	1–1,5	200
МПК	$T_{пл}$ 223–228	265–290	–	–	–
КМА	$T_{пл}$ > 135	263,0	190,8	10–12	285
ТМА	60–80	320,0	19,6	0,1	–
КТМА	65–90	268–272	142,2	0,2–0,4	198
КТСМА	100	304,0	–	–	240
МАП	72,0	47,0	–	–	–
МАКМ	67–72	185–210	–	–	210

Примечание:  $\rho_v^{110}$  – удельное объемное электрическое сопротивление;  $T_d^{cp}$  – температура деструкции по усредненным данным ДТГ и ДТА.

Проведенный литературный поиск позволяет предложить схему получения КМА, ТМА, МАП, МСКМ и КТСМА (с использованием живичного, экстракционного и сульфатного скипидара) применительно к канифольно-терпентинному производству.

На рис. 5 приведена схема получения ТДМА в общей схеме переработки сосновой живицы на канифоль и скипидар. Как видно из данных рис. 5, например, при получении КТМС так же как и при получении живичной канифоли используют терпентин, который получают растворением сосновой живицы в оборотном живичном скипидаре. Если же исключить из схемы стадию уваривания терпентина на канифоль и скипидар, то использование способов [117, 123] станет невозможным из-за отсутствия оборотного скипидара. Поэтому получение КТМА по способам [117, 123] возможно только при функционировании всей технологической схемы производства. Для

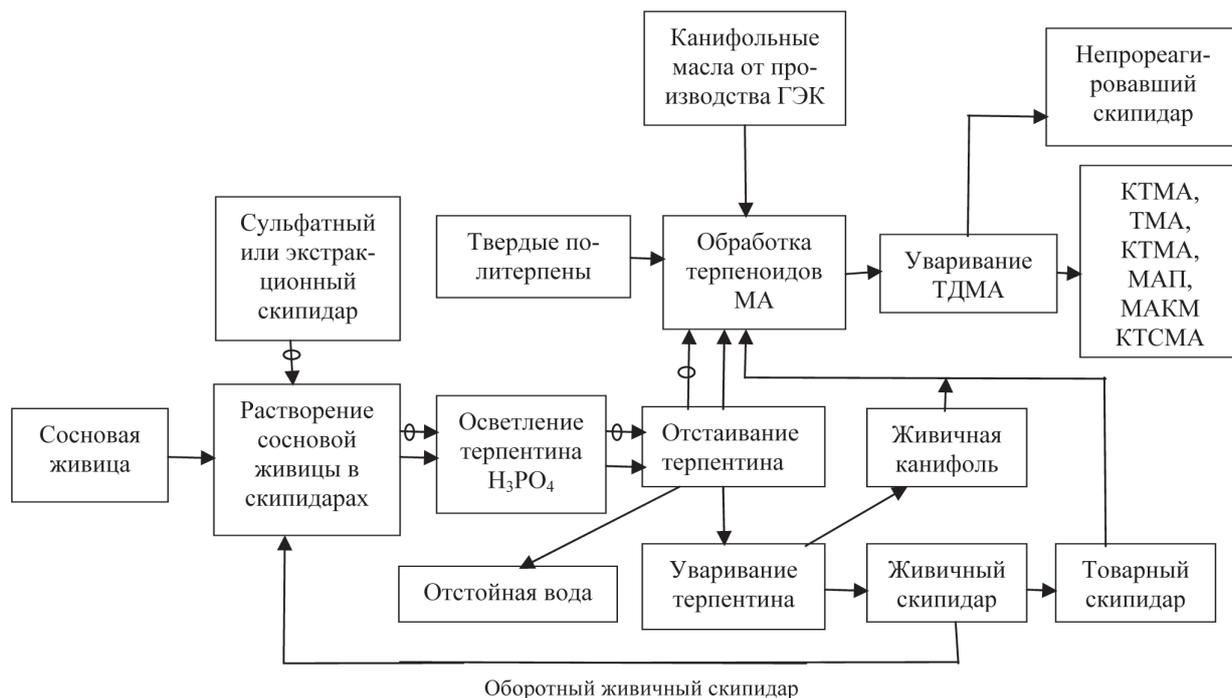


Рис. 5. Схема получения ТДМА в общей схеме переработки сосновой живицы на канифоль и скипидар (→ – получение КТМС с использованием живичного скипидара; ⇆ – получение КТМС с использованием экстракционного или сульфатного скипидара)

Fig. 5. Scheme of terpenoidmaleic adducts' production within the general scheme of pine sap conversion into rosin and turpentine → – preparation of rosin-terpenomaleic resins using sap turpentine ⇆ – preparation of rosin-terpenomaleic resins using extraction or sulfate turpentine

того чтобы наладить производство КТМА, не нарушив технологического процесса переработки терпентина на канифоль и скипидар (см. рис. 5), целесообразно для растворения сосновой живицы использовать также экстракционный и сульфатный скипидары [124].

При получении КМА расплавленная канифоль с ректификационной колонны (после уваривания терпентина) направляется в реактор для модификации. При получении ТМА можно использовать товарный живичный скипидар (сульфатный или экстракционный скипидары). Для получения МАП и МАКМ достаточно загрузить имеющиеся в наличии твердые политерпены или канифольные масла в реактор для модификации.

Таким образом, как показали проведенные исследования, за последнее десятилетие нарабатаны бесценные знания по получению, исследованию свойств и применению ТДМА и их производных. Однако до сих пор эти знания остаются мало востребованными отечественной промышленностью. В настоящий момент на лесохимических заводах России, Беларуси и Украины из всех разработанных технологий используются только те, которые связаны с производством укрепленных клеев. Поэтому приведенные литературные данные могли бы представить определенный интерес для таких лесохимических компаний, как ОАО «Лесохимик» (Республика Беларусь), ТД «ПО ОРГХИМ», ЗАО «Оргсинтез» и ОАО «Вологодский ЛХЗ» (Российская Федерация).

Как видно из приведенного литературного обзора, терпеноидномалеиновые аддукты являются более перспективным лесохимическим сырьем для синтеза новых продуктов, чем традиционная канифоль. Высокая химическая реакционная способность ТДМА, широкий диапазон физико-химических свойств, достаточно простая технология получения и большие потенциальные возможности для синтеза на их основе высокоэффективных продуктов открывают перспективы для производства аддуктов.

К сожалению, в XX веке терпеноидномалеиновые аддукты не нашли своего достойного применения. В странах ЕАЭС исследования по созданию новых высокоэффективных терпеноидных

продуктов и по разработке на их основе композиционные составы со специальными свойствами в настоящее время практически не проводятся. В связи с этим актуально проведение научных исследований и практических работ по трем основным взаимосвязанным направлениям: освоение уже имеющихся технологий терпеноидномалеиновых аддуктов и их производных; разработка новых высокоэффективных продуктов на основе терпеноидномалеиновых аддуктов, обладающих комплексом полезных свойств (диэлектрическими и антисептическими свойствами, термостабильностью и т. д.); разработка технологий и расширение областей применения композиционных составов на их основе.

**Заключение и выводы.** На основании литературного обзора можно утверждать, что разработан широкий ассортимент терпеноидномалеиновых аддуктов и их производных для различных отраслей промышленности. В зависимости от применяемого сырья и условий получения можно синтезировать аддукты с широким диапазоном физико-механических, электрофизических и других свойств. Наиболее распространенными аддуктами являются: малеопимаровая кислота, канифольномалеиновый и терпеномалеиновый аддукты. Высокие физико-химические свойства и возможность производства терпеноидномалеиновых продуктов на лесохимических предприятиях ЕАЭС открывают широкие перспективы для разработки и производства на их основе новых композиционных составов с улучшенными эксплуатационными свойствами.

#### Список использованных источников

61. Kalinowska-Kawalik, A. Condensation products esterified with rosin maleic anhydride, soluble in ethanol / A. Kalinowska-Kawalik, M. Taniewski // *Polimery, tworzywa wielko-czasteczkowe*. – 1965. – Vol. 10, N 2. – P. 60–61.
62. High softening point maleic modified tall oil rosin glycerol esters : pat. US3106550, USA : IPC C09F 1/04 / Biting Russel D., Berry David A. ; publ. date: 08.10.1963.
63. Соломенко, Н. А. Способ получения смолы ПЭМАК / Н. А. Соломенко, А. Б. Бараккер, В. П. Горин // *Гидролизная и лесохим. пром-сть*. № 1971. – N 4. – С. 22–23.
64. Бардышев, И. И. Изучение свойств пентаэритритовых эфиров малеинизированной канифоли / И. И. Бардышев, Г. В. Бронникова // *Гидролизная и лесохим. пром-сть*. – 1965. – № 8. – С. 11–13.
65. Ефименко, В. И. Совершенствование производства «Смолы КМ» / В. И. Ефименко // *Гидролизная и лесохим. пром-сть*. – 1966. – № 6. – С. 19–20.
66. Novel sizing agents for paper : pat. US2771464, USA : IPC D21H 17/62 / Randall Hastings, Drechsel Erhart K., Edward Strazdins ; publ. date: 20.11.1956.
67. Boyer, J. L. Novel sizing agents for paper / J. L. Boyer // *Naval Stores Rev. Intern. Yearbook*. – 1957. – P. 18.
68. Verfahren zur Modifizierung von unter Verwendung von Maleinsäure erhaltenden Diels-Alder-Addukten : pat. DE1770657, Germany : IPC C08G 18/46, C08G 18/67, C08G 63/685, C08G 64/00, C08L 69/00, C09D 155/04, C09D 167/00 / Kasper Eberhard Dipl.-Chem DR. ; publ. date: 04.11.1971.
69. Sethia, G. K. Methods for the preparation and composition kanifolemaleic resins / G. K. Sethia // *Paintindia*. – 1972. – Vol. 22, N 7. – P. 30–32.
70. Polyamine resinous composition and an ink made therefrom : pat. US2461918, USA : IPC C09D 11/02 / Edward Petke Frederick ; publ. date: 15.02.1949.
71. Sposób wytwarzania nowych 6<sup>a</sup>, 16<sup>a</sup>-dwumetylosteroidów : pat. PL74335, Poland : IPC C07C 169/26 / Schering A. G. ; publ. date: 30.10.1974.
72. Penczek, P. Utwardzanie żywic epoksydowych addytywne kalafonii / P. Penczek // *Polimery – tworzywa wielko-czasteczkowe*. – 1975. – Vol. 20, № 8. – P. 371–376.
73. Procedeu pentru obținere unor rășini alchidice solubile în apă, utilizate ca agenți pentru incleirea în masă a hirtiei : pat. RO59213, Romania : IPC D21H 3/32, C08G 27/00 / Domide Teodor Constantin, Sburian Emilia, Niculescu Stefan, Popescu Ana ; publ. date: 30.10.1975.
74. A process for preparing an aqueous suspension of rosin : application JP55-18744, Japan : IPC C09J 3/16 / Sugasava Noboru, Tasiro Fumio, Isobe Asaro, Tanaka SigeYosi ; publ. date: 21.07.1980.
75. The water-soluble adhesive polypropylene film : pat. JP51-160696, Japan : IPC C09J 3/16 / Sugasava Noboru, Tasiro Fumio, Isobe Asaro, Tanaka SigeYosi ; publ. date: 21.07.1978.
76. Composition polymerique thermoadhésive et procede d'obtention : pat. RO63639, Romania : IPC C09J 3/14 / Ciobanu Nikolae, Coldenberg Serbon, Opris Maria, Mateescu Mihaela ; publ. date: 15.11.1978.
77. 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.
78. Смазочно-охлаждающая жидкость для механической обработки металлических сплавов и способ ее получения: пат. 13218 Респ. Беларусь : МПК C10M 173/02, C10M 177/00 / А. Ю. Клюев, В. Е. Агабеков, Е. В. Карпинчик, А. А. Петухов, Ю. Н. Жидков, Н. Р. Прокопчук, А. П. Ювченко, Тянь Янь ; дата публ.: 30.12.2008.

79. Липкий состав для уничтожения бытовых насекомых : а. с. 733596 СССР : МПК5 А01N 23/00 / К. И. Тюленев, И. П. Стрелец, В. А. Самкин, Т. А. Ожерельева, Л. Ф. Нефедова, И. К. Литвинцов, Е. В. Захаров, З. З. Голубева, И. В. Гвоздева, Т. С. Беляева ; дата публ. 15.05.1980.
80. Краска для флексографической печати на полиуретане : а. с. 711074 СССР : МПК5 С09D 11/10 / С. А. Сатушев, Н. М. Дзюба, В. Т. Левченко, А. П. Греков, А. К. Чайко, В. В. Ярошенко, Т. С. Иванова ; дата публ.: 25.01.1980.
81. Краска для глубокой и флексографской печати : а. с. 709655 СССР : МПК5 С09D 11/10 / А. Л. Кравченко, Н. П. Дорошенко, А. А. Туркин, Н. И. Орел, Г. А. Соснин, В. А. Гапов ; дата публ. 15.01.1980.
82. Colorless solvent for printing ink compositions : pat. JP53-27962, Japan : IPC C09D 11/00 / Takizava Fumio, Simidzu Tosimiti, Arisaka TsuYosi ; publ. date: 11.08.1978.
83. Состав для крашения изделий из натуральной замши и велюра : а. с. 907115 СССР : МПК5 D06P 3/32 / Э. Ц. Лупьян, Л. П. Шульман, А. А. Дерябина, П. И. Белькевич, Г. М. Прохоров ; дата публ. 23.02.1982.
84. Hot melt compositions for roadway marking : pat. JP53-12261, Japan : IPC C09J 3/14 / Takizava Fumio, Simidzu Tosimiti, Arisaka TsuYosi ; publ. date: 12.09.1980.
85. Soundproofing coating : pat. JP54-68839, Japan : IPC C09D 121/00, C09D 163/00, C09D 193/00, C09D 5/00 / Nishino Sakae, Wada Isao, Shinohara Tashio ; publ. date: 02.06.1979.
86. Soundproofing coating : pat. JP54-56634, Japan : IPC C09D 121/00, C09D 163/00, C09D 93/00, C09D 5/00 / Nishino Sakae, Wada Isao, Shinohara Tashio ; publ. date: 07.05.1979.
87. Водорастворимая печатная краска для бумаги : а. с. 660997 СССР : МПК5 С09D 11/10 / В. П. Захарычев, А. А. Туркин, Н. И. Орел, Г. А. Соснин, Л. А. Поликанова, Ю. Ф. Барболин, С. Р. Гаевская ; дата публ.: 05.05.1979.
88. Способ получения аддукта Дильса–Альдера : pat. PL125622, Poland : IPC C09F 1/04 / Matynia T. ; publ. date: 31.03.1984.
89. Method of obtaining a hardener for epoxy resins : pat. PL129726, Poland : IPC C08K 5/10 / M. Tadeusz ; publ. date: 30.06.1984.
90. Аддукты Дильса–Альдера в качестве отвердителей эпоксидных смол / Т. Matynia // J. Appl. Polym. Sci. – 1980. – V. 25. – № 1. – P. 1–13.
91. Аддукты Дильса–Альдера терпеновых углеводородов в качестве продуктов для синтеза отверждающих агентов и эпоксидных смол / Т. Matynia // Polimery. – 1980. – V. 25. – № 6–7. – P. 227–230
92. Process for the preparation of terpenomaleic anhydrides containing less 15% di-adduct : pat. US4055576, USA : IPC C07D 307/89 / Robert William Schluenz, Curry Beach Davis ; publ. date: 25.10.1977.
93. Препрег : а. с. 1068447 СССР : МПК5 С08L 27/24, С08J 5/24 / Р. Г. Шляшинский, В. М. Хоружий, Ю. П. Клюев, Э. Н. Мануков, А. А. Шагинов, Л. П. Метешкина, Г. Ф. Савиных, А. А. Вахрамеева ; дата публ.: 23.01.1984.
94. Препрег : а. с. 1062230 СССР : МПК5 С08L 27/24 / Р. Г. Шляшинский, В. М. Хоружий, Э. Н. Мануков, Ю. П. Клюев, Г. И. Войтеховская, В. Г. Казущик, Л. И. Михайловская ; дата публ.: 23.12.1983.
95. Проневич, А. Н. Получение, свойства и применение терпеномалеиновых смол : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.21.03 / А. Н. Проневич ; Бел. гос. техн. ун-т. – Минск, 1999. – 22 с.
96. Васильев, И. А. Синтез и свойства солей тяжелых металлов терпеномалеиновых смол / И. А. Васильев, А. И. Ламоткин, А. Н. Проневич // Молодые лесохимики – ускорению научно-технического прогресса : тезисы докл. на отрасл. конф. молодых специалистов, Горький, 20-21 окт. 1988 г. / Горковская обл. правл. ВХО им. Д.И. Менделеева. ЦНИЛХИ. – Горький, 1988. – С. 11–12.
97. Способ получения терпенофенолформальдегидной смолы : а. с. 1851942 СССР : МПК7 С08G 8/30 / А. И. Ламоткин, А. Н. Проневич, Б. А. Гурьян ; дата публ.: 15.11.1987.
98. Maleimides terpeniques et leur procede de preparation : pat. FR2400015, France : IPC C07F 207/44, C08K 5/34 / Albert Peter Gysegem ; publ. date: 11.04.1979.
99. Polymers of terpenomaleic anhydride adducts with aliphatic diamines : pat. US4046748, USA : IPC C08G 73/10 / Robert William Schluenz, Curry Beach Davis ; publ. date: 06.09.1977.
100. Resinous terpene maleimide and process for preparing the same : pat. US4080320, USA : IPC C07D 209/84 / Robert William Schluenz, Curry Beach Davis ; publ. date: 21.03.1978.
101. Resinous terpene maleimide and processfor preparing same : pat. GB1577448, England : IPC C08G 73/10, C08G 73/10, C08L 23/08, C09J 3/16 / Robert William Schluenz, Curry Beach Davis ; publ. date: 28.09.1980.
102. Романина, Т. А. Синтез терпеномалеиновых и терпенофумаровых аддуктов, модифицированных одноатомными спиртами / Т. А. Романина, К. В. Панкова, В. С. Шавырин // Гидролизная и лесохим. пром-сть. – 1969. – № 5. – С. 12.
103. Способ получения непредельных олигоэфиров многоатомных спиртов : а. с. 507558 СССР : МПК5 С08С 69/60, С07С 67/00 / В. В. Базыльчик, Н. П. Полякова, В. С. Шавырин, В. Н. Гусаков, Л. И. Шварцбург, В. Ю. Эрман ; дата публ.: 25.03.1976.
104. Способ получения непредельных олигоэфиров : а. с. 596575 СССР : МПК5 С08С 67/08, С07С 69/60 / В. В. Базыльчик, П. И. Федоров, В. С. Шавырин, А. Г. Лепейко, Н. П. Полякова, Л. И. Шварцбург, И. А. Масленников, В. Ю. Эрман, А. С. Фатина, Л. И. Неймарк, В. А. Грачева ; дата публ.: 14.02.1978.
105. Способ получения олигоэфиров глицерина и аддуктов малеиновой и фумаровой кислот с изомеризатами живичного и экстракционного скипидара : а. с. 891635 СССР : МПК5 С07С 69/60, С07С 67/00 / В. В. Базыльчик, В. С. Шавырин, П. И. Федоров ; дата публ.: 23.12.1981.
106. Клюев, А. Ю. Получение и исследование свойств термоотверждаемых лаков / А. Ю. Клюев, Р. Г. Шляшинский // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. хім. навук. – 1996. – № 2. – С. 100–104.

107. Композиция для антикоррозионного покрытия : пат. 2017771 Рос. Федерация : МПК7 C09D 5/08, C09D 163/02, C09D 155:04 / Р. Г. Шляшинский, А. Ю. Клюев, А. Е. Израилев, Д. И. Белый, А. Я. Валендо, В. С. Солдатов, А. И. Титов, А. А. Эрдман, С. С. Пуят, Р. И. Зеленина, Ю. П. Клюев, А. В. Андрианов, И. В. Антонович ; дата публ.: 15.08.1994.
108. Композиция для антикоррозионного покрытия : пат. 1103 Респ. Беларусь : МПК C09D 163/02, C09D 5/08, C09D 163/02 / Р. Г. Шляшинский, А. Ю. Клюев, И. В. Турчанинова, А. А. Эрдман, А. С. Стромский, А. И. Титов, А. Е. Израилев, С. С. Пуят, Д. И. Белый, Р. И. Зеленина ; дата публ.: 14.03.1996.
109. Монопентахлорфениловый эфир терпеномалеинового аддукта в качестве антисептика для волокнистых материалов : а. с. 677271 СССР : МПК5 C07C 69/657 / В. Я. Падерин, Т. А. Романина, Н. Р. Матюнин, В. А. Можухина, Т. А. Федина, Б. П. Осанов, Б. В. Зубковский, Л. М. Дубровина ; дата публ.: 23.07.1979.
110. Способ получения антимикробной и антикоррозионной добавки для пропитки кабелей : а. с. 1807051 СССР : МПК5 C07D 209/48, C23F 11/14 / Р. Г. Шляшинский, А. Е. Израилев, И. Б. Пешков, Д. И. Белый, А. С. Дегтяренко, А. Д. Чередниченко, С. С. Пуят, А. Ю. Клюев, А. И. Ламоткин, А. К. Страх, О. А. Новиков, А. К. Рудакова, Л. В. Саранин, А. Н. Проневич ; дата публ.: 07.04.1993.
111. Шляшинский, Р. Г. Получение и свойства имидизированной терпеномалеиновой смолы / Р. Г. Шляшинский // Вес. Нац. акад. наук Беларусі. Сер. хім. навук. – 1998. – № 1. – С. 76–82.
112. Shlyashinsky, R. G. Preparation and investigation of modified terpenomaleic resins / R. G. Shlyashinsky, A. Y. Klyuev, N. R. Prokorchuk // Russian polymer news. – 2002. – Vol. 7, N 3. – P. 47–56.
113. Способ получения лаковой смолы : пат. 2028356 Рос. Федерация : МПК6 C09F 1/04 / Р. Г. Шляшинский, А. Ю. Клюев, А. Я. Валендо, В. С. Солдатов, А. Е. Израилев, Д. И. Белый, А. И. Ламоткин, С. С. Пуят, И. В. Антонович, А. К. Страх, Е. Р. Краскина, А. Н. Проневич, А. А. Эрдман, А. С. Стромский ; дата публ.: 09.02.1995.
114. Получение и исследование свойств модифицированной терпеномалеиновой смолы / А. Ю. Клюев [и др.] // Журн. прикл. химии. – 1997. – Т. 70, вып. 4. – С. 656–660.
115. Shlyashinsky, R. G. Obtainment and investigation of properties of modified terpenomaleic resins / R. G. Shlyashinsky, A. Y. Klyuev, N. R. Prokorchuk // Journal of Balkan Tribological. – 2002. – Vol. 8, N 4. – P. 269–282.
116. Мебельный лак : а. с. 187194 СССР : МПК5 C09D 101/18 / В. И. Куприна, В. С. Шавырин, Л. А. Лабусов, Е. Б. Смирнова, В. Я. Падерин, Л. Л. Коршун, Э. С. Каменева, М. М. Ноткин ; дата публ.: 10.11.1966.
117. Способ получения канифолетерпеномалеиновой смолы : пат. 672 Респ. Беларусь : МПК C09F 1/04 / Ю. П. Клюев, Р. Г. Шляшинский, А. Ю. Клюев, С. С. Пуят, А. А. Эрдман, А. С. Стромский, А. И. Ламоткин, А. К. Страх, О. А. Новиков, А. Н. Проневич ; дата публ.: 30.06.1995.
118. Клюев, А. Ю. Синтез и изучение свойств канифолетерпеномалеиновой смолы (КТМС) / А. Ю. Клюев, Р. Г. Шляшинский, А. С. Стромский // Вес. Нац. акад. наук Беларусі. Сер. хім. навук. – 1995. – № 3. – С. 101–106.
119. Клюев, А. Ю. Технология получения канифолетерпеномалеиновой смолы / А. Ю. Клюев, Р. Г. Шляшинский // XV Менделеевский съезд по общей и прикладной химии : тез. докл. науч. конф., Минск, 24–29 мая 1993 г. : в 4 т. / НАН Беларусі ; редкол.: В.Н. Макатун, И.П. Мардилович. – Минск, 1993. – Т. 3. – С. 415.
120. Клюев, А. Ю. Получение канифолетерпеномалеиновых смол из скипидарных растворов сосновой живицы / А. Ю. Клюев, Р. Г. Шляшинский // Весці Нац. акад. навук Беларусі. Сер. хім. навук. – 1995. – № 5. – С. 98–103.
121. Исследование состава терпеноидномалеиновых аддуктов / А. Ю. Клюев [и др.] // Труды БГТУ. Химия, технология органических веществ и биотехнология. – 2015. – № 4. – С. 154–164.
122. Получение канифолетерпеномалеиновых смол из терпентина / А. Ю. Клюев [и др.] // Журн. прикл. химии. – 1997. – Т. 71, вып. 12. – С. 2056–2060.
123. Способ получения канифолетерпеномалеиновой смолы : пат. 2105781 Рос. Федерация : МПК6 C09F 1/04 / Р. Г. Шляшинский, А. Ю. Клюев, А. И. Титов, Р. И. Зеленина, Ю. П. Клюев, С. С. Пуят, И. В. Турчанинова, И. В. Антонович ; дата публ.: 27.02.1998.
124. Способ получения канифолетерпеномалеиновой смолы : а. с. 1810368 СССР : МПК5 C09F 1/04 / Ю. П. Клюев, А. Ю. Клюев, И. В. Антонович, А. К. Страх, О. А. Новиков ; дата публ.: 23.04.1993.
125. Получение канифолетерпеномалеиновых смол из растворов сосновой живицы в экстракционном и сульфатном скипидарах / Ю. П. Клюев [и др.] // Изв. высш. учеб. заведений. Лесной журн. – 1998. – № 5. – С. 107–116.
126. Исследование устойчивости к термоокислительной деструкции канифолетерпеномалеиновых смол / А. Ю. Клюев [и др.] // Журн. прикл. химии. – 1995. – Т. 68, вып. 6. – С. 997–1001.
127. Уэндландт, У. Термические методы анализа / У. Уэндландт. – М.: Мир, 1978. – 526 с.
128. Исследование устойчивости к термоокислительной деструкции аддуктов канифоли и их солей / А. Ю. Клюев [и др.] // Журн. прикл. химии. – 2000. – Т. 73. – Вып. 2. – С. 313–318.
129. Термоокислительная деструкция терпеноидномалеиновых аддуктов и их солей / А. Ю. Клюев [и др.] // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. хім. навук. – 2001. – № 1. – С. 84–88.
130. Смазочно-охлаждающая жидкость для механической обработки металлов : пат. 1715 Респ. Беларусь : МПК C10M 173/02 / Р. Г. Шляшинский, А. Ю. Клюев, А. А. Эрдман, А. С. Стромский, С. С. Пуят, Ф. Ф. Можейко ; дата публ.: 30.09.1997.
131. Клей-расплав : пат. 1104 Респ. Беларусь : МПК C09J 167/02 / Р. Г. Шляшинский, А. Е. Израилев, А. И. Титов, А. Ю. Клюев, С. С. Пуят, А. А. Эрдман, А. С. Стромский, И. В. Антонович, Р. И. Зеленина, Д. И. Белый ; дата публ.: 14.03.1996.
132. Исследование устойчивости к термоокислительной деструкции этиленгликолиевых эфиров канифолетерпеномалеиновых смол / А. Ю. Клюев [и др.] // Изв. высш. учеб. заведений. Лесной журн. – 1998. – № 5. – С. 116–123.

133. Исследование устойчивости к термоокислительной деструкции диэтиленгликолевых эфиров канифолетерпеномалеиновых смол / А. Ю. Клюев [и др.] // Журн. прикл. химии. – 1998. – Т. 68. – Вып. 6. – С. 984–988.
134. Клюев, А. Ю. Исследование устойчивости к термоокислительной деструкции канифолетерпеномалеиновых смол и их сложных эфиров / А. Ю. Клюев, Н. Р. Прокопчук, О. А. Новиков // Материалы, технологии, инструменты. – 1998. – № 4. – С. 60–64.
135. Особенности термоокислительной деструкции сложных эфиров канифолетерпеномалеиновых смол / А. Ю. Клюев [и др.] // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. хім. навук. – 2000. – №4. – С. 103–107.
136. Получение и исследование свойств модифицированной канифолетерпеномалеиновой смолы / А. Ю. Клюев [и др.] // Журн. прикл. химии. – 1999. – Т. 72, вып. 3. – С. 505–509.
137. Способ осветления канифоли и ее производных: а. с. 617469 СССР : МПК6 C09F 1/02 / В. Я. Падерин, Т. Б. Федина, Н. Р. Манюшин ; дата публ.: 30.07.1978.
138. Способ получения модифицированной канифоли: а. с. 1039943 СССР : МПК6 C09F 1/04 / В. М. Костюченко, Г. В. Фатеева, В. Я. Падерин ; да публ.: 07.09.1983.
139. Флюс для низкотемпературной пайки: а. с. 1745478 СССР : МПК5 B23K 35/363 / Р. Г. Шляшинский, А. Ю. Клюев, А. Я. Валендо, Д. И. Белый, А. Е. Израилев, Ю. П. Клюев, В. Т. Новиков, Г. Г. Свалов, А. А. Эрдман, А. С. Стромский, С. С. Пуят, Е. Р. Краскина, Т. В. Никуленок, И. В. Антонович ; дата публ.: 07.07.1992.
140. Флюс для низкотемпературной пайки: пат. 2089367 Рос. Федерации : МПК6 B23K 35/363 / Р. Г. Шляшинский, А. Ю. Клюев, И. В. Кулевская, В. С. Солдатов, А. И. Титов, А. Е. Израилев, С. С. Пуят, Л. В. Новицкая, А. С. Стромский, Р. И. Зеленина, И. В. Антонович ; дата публ.: 10.09.1997.
141. Клюев, А. Ю. Получение и исследование свойств канифолетерпеностирольно-малеиновых аддуктов / А. Ю. Клюев, В. Е. Агабеков, Н. В. Пучкова, Н. Р. Прокопчук // Хим. реактивы, реагенты и процессы малотоннажной химии : тез. докл. XVIII Междунар. науч.-техн. конф. «Реактив-2005», Минск, 18–21 октября 2005 г. / Институт химии новых материалов НАН Беларуси ; редкол. В.Е. Агабеков [и др.]. – Минск, 2005. – С. 75.
142. Канифолетерпеностирольно-малеиновая смола и способ ее получения: пат. 10641 Респ. Беларусь : МПК C09F 1/00 / А. Ю. Клюев, А. Е. Агабеков, Н. В. Пучкова, Н. Р. Прокопчук, В. В. Мулярчик, В. Н. Данишевский ; дата публ.: 30.04.2007.
143. Киповский, А. Я. Малениотерпеновая смола на основе твердых полимеров терпенов / А. Я. Киповский, В. А. Выродов, Е. Г. Большакова // Химическая технология древесины : Межвуз. сб. науч. тр. – Л.: ЛТА, 1986. – С. 128.
144. Киповский, А. Я. Малениотерпеновая смола на основе твердых полимеров терпенов / А. Я. Киповский, Г. А. Степанова, В. А. Выродов // Гидролизная и лесохим. пром-сть. – 1990. – № 5. – С. 16–18.
145. Получение терпеномалеиновой смолы из канифольного масла / Б. Г. Ударов [и др.] // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. хім. навук. – 1995. – № 4. – С. 92–96.
146. Способ получения модифицированных терпеноидов – флюсов для низкотемпературной пайки : а. с. 1726477 СССР : МПК5 C07D 307/89, C09F 1/04, B23K 35/362 / Б. Г. Ударов, Э. Н. Мануков, Л. В. Изотова, В. А. Чуйко, А. И. Ламоткин, В. И. Талапин, А. П. Сергиенко ; дата публ.: 15.04.1992.
147. Консервирующий флюс для низкотемпературной пайки: а. с. 1776525 СССР : МПК5 B23K 35/363 / Б. Г. Ударов, Э. Н. Мануков, Г. И. Войтеховская, Н. Г. Яремченко, Л. В. Изотова ; дата публ.: 23.11.1992.
148. Смазочно-охлаждающая жидкость для механической обработки металлов : а. с. 1641870 СССР : МПК5 C10N 40/22, C10N 30/06, C10M 133/08, C10M 129/62, C10M 129/116 / Б. Г. Ударов, Г. И. Войтеховская, О. Г. Выглазов, В. А. Чуйка, Э. Н. Мануков, Л. С. Змушко, Т. Р. Урбанович, О. П. Собещук ; дата публ.: 15.04.1991.
149. Почтовый сургуч: а. с. 1796643 СССР : МПК5 C09K 3/10, C08L 93/04 / Б. Г. Ударов, Э. Н. Мануков, Л. В. Изотова, В. И. Талапин, А. И. Ламоткин, Г. И. Войтеховская, М. В. Макушинский ; дата публ.: 23.02.1993.

## References

61. Kalinowska-Kawalik, A. and Taniewski, M. (1965) «Condensation products esterified with rosin maleic anhydride, soluble in ethanol», *Polimery, tworzywa wielko-czasteczkowe*, vol. 10, no. 2, pp. 60–61.
62. Bitting, R. D. and Berry, D. A., Union Bag-Camp Paper Corporation (1963) *High softening point maleic modified tall oil rosin glycerol esters*, USA, Pat. № US83634559A
63. Solomenko, N. A., Barakker, A. B. and Gorin, V. P. (1971) «Method of PEMAК resin preparation», *Gidroliznaya i lesokhimicheskaya promyshlennost'* [Hydrolysis and Resin Industry], no. 4, pp. 22–23.
64. Bardyshev, I. I. and Bronnikova, G. V. (1965) «Study of properties of maleated rosin pentaerythritol esters», *Gidroliznaya i lesokhimicheskaya promyshlennost'* [Hydrolysis and Resin Industry], no. 8, pp. 11–13.
65. Efimenko, V. I. (1966) «Refining the “KM Resin” production», *Gidroliznaya i lesokhimicheskaya promyshlennost'* [Hydrolysis and Resin Industry], no. 6, pp. 19–20.
66. Randall, H., Drechsel, E. K. and Strazdins, E., American Cyanamid CO (1956) *Novel sizing agents for paper*, USA, Pat. № US35944553A
67. Boyer, J. L. (1957) «Novel sizing agents for paper», *Naval Stores Rev. Intern. Yearbook*, p. 18.
68. Kasper Eberhard Dipl.-Chem DR (1971) *Verfahren zur Modifizierung von unter Verwendung von Maleinsäure erhaltenden Diels-Alder-Addukten*, DE, Pat. № 1770657
69. Sethia, G. K. (1972) «Methods for the preparation and composition kanifolemaleinic resins», *Paintindia*, vol. 22, no. 7, pp. 30–32.

70. Edward, P. F., Sterling Drug Inc (1949) *Polyamine resinous composition and an ink made therefrom*, USA, Pat. № US2461918 A
71. Schering A. G. (1974) *Sposób wytwarzania nowych 6a, 16a-dwumetylosteroidów*, PL, Pat. № 74335
72. Penczek, P. (1975) «Utwardzanie żywic epoksydowych addytywne kalafonii», *Polimery tworzą wielkocząsteczk*, vol. 20, no. 8, pp. 371–376.
73. Domide, T. C., Sburian, E., Niculescu, S. and Popescu, A. (1975) *Procedeu pentru obținere unor rășini alchidice solubile în apă, utilizate ca agenți pentru incleirea în masă a hirtiei*, Romania, Pat. № RO59213
74. Sugasava, N. (1980) *A process for preparing an aqueous suspension of rosin*, Japan, Pat. № 55 – 18744
75. Sugasava, N. (1978) *The water-soluble adhesive polypropylene film*, Japan, Pat. № 51 – 160696
76. Ciobanu, N. (1978) *Composition polymerique thermodhesive et procede d'obtention*, RO, Pat. № 63639
77. 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.
78. Yuvchenko, A. P., Prokopchuk, N. R., Tyan', Ya., Zhidkov, Yu. N., Klyuev, A. Yu., Karpinchik, E. V., Petukhov, A. A. and Agabekov, V. E., Gosudarstvennoe nauchnoe uchrezhdenie «Institut khimii novykh materialov Natsional'noi akademii nauk Belarusi» (2008) *Smazochno-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. 13218
79. Belyaeva, T. S., Gvozdeva, I. V., Golubeva, S. S., Zakharov, E. V., Litvintsov, I. K., Nefedova, L. F., Ozherel'eva, T. A., Samkin, V. A., Strelets, I. P. and Tyulenev, K. I., Moskovskii filial Vsesoyuznogo nauchno-issledovatel'skogo i proektnogo instituta khimicheskoi promyshlennosti (1980) *Lipkii sostav dlya unichtozheniya bytovykh nasekomykh* [Sticky composition for combatting household insects], Baza patentov SSSR, USSR, Pat. 733596
80. Satushev, S. A., Dzyuba, H. M., Levchenko, V. T., Grekov, A. P., Chaiko, A. K., Yaroshenko, V. V. and Ivanova, T. S., Kievskii filial po spetsial'nym vidam pechati Vsesoyuznogo nauchno-issledovatel'skogo instituta kompleksnykh problem poligrafii i Institut khimii vysokomolekulyarnykh soedinenii AH Ukrainskoi SSR (1980) *Kraska dlya fleksograficheskoi pechati na poliuretane* [Paint for flexographic printing on (poly)urethane], Baza patentov SSSR, USSR, Pat. 711074
81. Kravchenko, A. L., Doroshenko, H. P., Turkin, A. A., Orel, N. I., Sosnin, G. A. and Agapov, V. A., Kievskii filial po spetsial'nym vidam pechati Vsesoyuznogo nauchno-issledovatel'skogo instituta kompleksnykh problem poligrafii (1980) *Kraska dlya glubokoi i fleksografskoi pechati* [Paint for deep and flexographic printing], Baza patentov SSSR, USSR, Pat. 709655
82. Takidzava, F. (1978) *Colorless solvent for printing ink compositions*, Japan, Pat. № 53 – 27962
83. Lup'yan, Z. Ts., Shul'man, L. P., Deryabina, A. A., Bel'kevich, P. I. and Prokhorov, G. M., Belorusskii proektno-tekhnologicheskii i konstruktorskii institut «Belbyttekhproekt» i Institut torfa AH Belorusskoi SSR (1982) *Sostav dlya krasheniya izdelii iz natural'noi zamshi i velyura* [Composition for dyeing natural suede and velour goods], Baza patentov SSSR, USSR, Pat. 907115
84. Takidzava, F. (1980) *Hot melt compositions for roadway marking*, Japan, Pat. № 53 – 12261
85. Nishino, S. (1979) *Soundproofing coating*, Japan, Pat. № 54 – 68839
86. Nishino, S. (1979) *Soundproofing coating*, Japan, Pat. № 54 – 56634
87. Zakharychev, V. P., Turkin, A. A., Orel, N. I., Sosnin, G. A., Polikanova, L. A., Barbolin, Yu. F. and Gaevskaya, S. P., Tsentral'nyi nauchno-issledovatel'skii institut bumagi, Vsesoyuznyi nauchno-issledovatel'skii institut kompleksnykh problem poligrafii i Torzhokskii zavod poligraficheskikh krasok (1979) *Vodorastvorimaya pechatnaya kraska dlya bumagi* [Water-soluble printing paint for paper], Baza patentov SSSR, USSR, Pat. 660997
88. Matynia T. (1984) *Way of receiving adduct of Dilsa-Alder*, PL, Pat. № 125622
89. Tadeusz, M. (1984) *Method of obtaining a hardener for epoxy resins*, PL, Pat. № 129726
90. Matynia, T. (1980) «Diels-Alder adducts as hardeners for epoxy resins», *Journal of Applied Polymer Science*, vol. 25, no. 1, pp. 1–13.
91. Matynia, T. (1980) «Terpene Diels-Alder adducts as products for synthesis of hardening agents and epoxy resins», *Polimery*, vol. 25, no. 6–7, pp. 227–230.
92. Schlunz, R. W. and Davis, C. B., Arizona Chemical Company (1977) *Process for the preparation of terpenomaleic anhydrides containing less 15% di-adduct*, USA, Pat. № US4055576 A
93. Shlyashinskii, P. A., Khoruzhii, V. M., Klyuev, Yu. P., Manukov, E. N., Shaginov, A. A., Meteshkina, L. P., Savinykh, G. F. and Vakhrameeva, A. A., Institut fiziko-organicheskoi khimii AH Belorusskoi CCP i Spetsializirovannyi trest «Belteploizolyatsiya» (1984) *Prepreg* [Prepreg], Baza patentov SSSR, USSR, Pat. 1068447
94. Shlyashinskii, R. G., Khoruzhii, V. M., Manukov, E. N., Klyuev, Yu. P., Voitekhovskaya, G. I., Kazushchik, V. G. and Mikhailovskaya, L. I., Institut fiziko-organicheskoi khimii AN BSSR, Spetsializirovannyi trest Belteploizolyatsiya (1983) *Prepreg* [Prepreg], Baza patentov SSSR, USSR, Pat. 1062230
95. Pronevich, A. N. (1999) «Preparation, properties and application of terpenomaleic resins: an abstract for the Ph.D. thesis in Chemistry», Abstract of Ph.D. dissertation, technology and equipment of chemical processing of wood biomass; wood chemistry, Belarusian State Technological University, Minsk, BY
96. Vasil'ev, I. A., Lamotkin, A. I. and Pronevich, A. N. (1988) «Synthesis and properties of terpenomaleic resins' heavy metal salts», *Molodye lesokhimiki - uskoreniyu nauchno-tekhnicheskogo progressa : (Tez. dokl. na otrasl. konf. molodykh spetsialistov, Gor'kii, 20–21 okt. 1988 g.)* [Young Lesokhimik - accelerating scientific and technical progress: (Abstracts of the industry conference of young specialists, Gorky, Oct. 20–21, 1988.)], TsNILKhI, Gorky, RU, pp. 11–12.

97. Lamotkin, A. I., Pronevich, A. N., Gur'yan, B. A. and Kolennikov, E. A., Belorusskii tekhnologicheskii institut im. S. M. Kirova (1987) *Sposob polucheniya terpenofenol'formal'degidnoi smoly* [Method for preparation of terpene phenol formaldehyde resin], Baza patentov SSSR, USSR, Pat. 1351942
98. (1979) *Albert Peter Gysegem Maleimides terpeniques et leur procede de preparation*, FR, Pat. № 2400015
99. Schluenz, R. W. and Davis, C. B., Arizona Chemical Company (1977) *Polymers of terpene-maleic anhydride adducts with aliphatic diamines*, USA, Pat. № US4046748 A
100. Schluenz, R. W. and Davis, C. B., Arizona Chemical Company (1978) *Resinous terpene maleimide and process for preparing the same*, USA, Pat. № US4080320 A
101. Schluenz, R. W. (1980) *Resinous terpene maleimide and process for preparing same*, GB, Pat. № 1577448
102. Romanina, T. A., Pankova, K. V. and Shavyrin, V. S. (1969) «Synthesis of terpenomaleic and terpene-fumaric adducts modified by monohydric alcohols», *Gidroliznaya i lesokhimicheskaya promyshlennost'* [Hydrolysis and Resin Industry], no. 5, p. 12.
103. Bazyl'chik, V. V., Polyakova, H. P., Shavyrin, V. S., Gusakov, V. H., Shvartsburd, L. I. and Erman, V. Yu., Chuvashskii gosudarstvennyi universitet im. I. N. Ul'yanova, Opytnyi zavod Tsentral'nogo nauchno-issledovatel'skogo i proektnogo instituta lesokhimicheskoi promyshlennosti, Gosudarstvennyi issledovatel'skii i proektnyi institut lakokrasochnoi promyshlennosti (1976) *Sposob polucheniya nepredel'nykh oligoefirov mnogoatomnykh spirtov* [Method for preparation of polyhydric alcohols' unsaturated oligoesters], Baza patentov SSSR, USSR, Pat. 507558
104. Bazyl'chik, V. V., Fedorov, P. I., Shavyrin, V. S., Lepeiko, A. G., Polyakova, N. P., Shvartsburd, L. I., Maslennikov, I. A., Erman, V. Yu., Fatina, A. S., Neimark, L. I. and Gracheva, V. A., Chuvashskii gosudarstvennyi universitet im. I. N. Ul'yanova, Opytnyi zavod Tsentral'nogo nauchno-issledovatel'skogo i proektnogo instituta lesokhimicheskoi promyshlennosti, Gosudarstvennyi issledovatel'skii i proektnyi institut lakokrasochnoi promyshlennosti, Oboldinskii khimicheskii zavod (1978) *Sposob polucheniya nepredel'nykh oligoefirov* [Method for preparation of unsaturated oligoesters], Baza patentov SSSR, USSR, Pat. 596575
105. Bazyl'chik, V. V., Fedorov, P. I., Shavyrin, V. S., Polyakova, N. P., Markelov, V. N., Fatina, A. S., Zazhivikhina, E. I., Shvartsburd, L. I., Erman, V. Yu., Lepeiko, A. G. and Neimark, L. I., Chuvashskii gosudarstvennyi universitet im. I. N. Ul'yanova, Oboldinskii khimicheskii zavod (1981) *Sposob polucheniya oligoefirov glitserina i adduktov maleinovo i fumarovo kislot s izomerizatami zhivichnogo ili ekstraktsionnogo skipidara* [Method for preparation of glycerol, fumaric and maleic acid adducts' oligoesters with isomerized rosin and extraction turpentine], Baza patentov SSSR, USSR, Pat. 891635
106. Klyuev, A. Yu., Shlyashinskii, R. G. (1996) «Preparation of thermosetting varnishes and study of their properties», *Vesti NAN Belarusi. Seryya khimichnykh navuk* [Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Chemistry Series], no. 2, pp. 100–104.
107. Shlyashinskii, R. G., Klyuev, A. Yu., Izrailev, A. E., Belyi, D. I., Valendo, A. Ya., Soldatov, V. S., Titov, A. I., Erdman, A. A., Puyat, S. S., Zelenina, R. I., Klyuev, Yu. P., Andrianov, A. V. and Antonovich, I. V. (1994) *Kompozitsiya dlya antikorrozionnogo pokrytiya* [Composition for anticorrosive coating], Bank patentov, RF, Pat. 2017771
108. Puyat S. S., Zelenina R. I., Izrailev A. E., Shlyashinskii R. G., Turchaninova I. V., Klyuev A. Yu., Titov A. I., Erdman A. A., Stromskii A. S. and Belyi D. I., Khimiko-tekhnologicheskii tsentr AN Belarusi (1996) *Kompozitsiya dlya antikorrozionnogo pokrytiya* [Composition for anticorrosive coating], Baza patentov Belarusi, BY, Pat. 1103
109. Paderin, V. Ya., Romanina, T. A., Matyunin, N. R., Mozhukhina, V. A., Fedina, T. B., Osanov, B. P., Zubkovskii, B. V. and Dubrovina, L. M., Tsentral'nyi nauchno-issledovatel'skii i proektnyi institut lesokhimicheskoi promyshlennosti, Tsentral'nyi nauchno-issledovatel'skii institut bumagi (1979) *Monopentakhlorfenilovyi efir terpenomaleinovogo addukta v kache-stve antiseptika dlya voloknistykh materialov* [Terpenomaleic adduct pentachlorophenyl ether as an antiseptic additive for fibrous materials], Baza patentov SSSR, USSR, Pat. 677271
110. Shlyashinskii, P. G., Izrailev, A. E., Peshkov, I. B., Belyi, D. I., Degtyarenko, A. S., Cherednichenko, A. D., Puyat, S. S., Klyuev, A. Yu., Lomotkin, A. I., Strakh, A. K., Novikov, O. A., Rudakova, A. K., Saranin, L. V. and Pronevich, A. N., AN BSSR, Nauchno-proizvodstvennoe ob'edinenie Vsesoyuznogo nauchno-issledovatel'skogo, proektno-konstruktorskogo i tekhnologicheskogo instituta kabel'noi promyshlennosti i Belorusskii tekhnologicheskii institut im. S. M. Kirova (1993) *Sposob polucheniya antimikrobnoi i antikorrozionnoi dobavki dlya propitki kabelei* [Method for preparation of antigerms and anticorrosive additive for cable impregnation], Baza patentov SSSR, USSR, Pat. 1807051
111. Shlyashinskii, P. G. (1998) «Preparation and properties of imidized terpenomaleic resin», *Vesti NAN Belarusi. Seryya khimichnykh navuk* [Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Chemistry Series], no. 1, pp. 76–82.
112. Shlyashinsky, R. G., Klyuev, A. Y. and Prokopchuk, N. R. (2002) «Preparation and investigation of modified terpenomaleic resins», *Russian polymer news*, vol. 7, no. 3, pp. 47–56.
113. Shlyashinskii, R. G., Klyuev, A. Yu., Valendo, A. Ya., Soldatov, V. S., Izrailev, A. E., Belyi, D. I., Lamotkin, A. I., Puyat, S. S., Antonovich, I. V., Strakh, A. K., Kraskina, E. R., Pronevich, A. N., Erdman, A. A. and Stromskii, A. S., Institut fiziko-organicheskoi khimii AN Belorusii, NPO Vsesoyuznogo Nauchno-issledovatel'skogo, proektno-konstruktorskogo i tekhnologicheskogo instituta kabel'noi promyshlennosti, Belorusskii tekhnologicheskii institute (1995) *Sposob polucheniya lakovoi smoly* [Method of varnish resin preparation], Bank patentov, RF, Pat. 2028356
114. Klyuev, A. Yu., Shlyashinskii, R. G., Prokopchuk, N. R. and Veher, E. I. (1997) «Preparation of modified terpenomaleic resin and study of its properties», *Zhurnal prikladnoi khimii* [Journal of Applied Chemistry], vol. 70, no. 4, pp. 656–660.
115. Shlyashinsky, R. G., Klyuev, A. Y. and Prokopchuk, N. R. (2002) «Obtainment and investigation of properties of modified terpenomaleic resins», *Journal of Balkan Tribological*, vol. 8, no. 4, pp. 269–282.

116. Kuprina, V. I., Shavyrin, V. S., Labusov, L. A., Smirnova, E. B., Paderin, V. Ya., Korshun, L. L., Kameneva, E. S. and Notkin, M. M., Tsentral'nyi nauchno issledovatel'skii, proektnyi institut, lesokhimicheskoi promyshlennosti (1966) *Mebel'nyi lak* [Furniture lacquer], Baza patentov SSSR, USSR, Pat. 187194
117. Pronevich A. N., Erdman A. A., Shlyashinskii R. G., Lamotkin A. I., Novikov O. A., Strakh A. K., Klyuev A. Yu., Klyuev Yu. P., Puyat S. S. and Stromskii A. S., Institut fiziko-organicheskoi khimii ANB (1995) *Sposob polucheniya kanifoleterpenomaleinovoï smoly* [Method for preparation of rosin-terpenomaleic resin], Baza patentov Belarusi, BY, Pat. 672
118. Klyuev, A. Yu., Shlyashinskii, R. G. and Stromskii, A. S. (1995) «Synthesis of rosin-terpenomaleic resin and study of its properties», *Vesti NAN Belarusi. Seryya khimichnykh navuk* [Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Chemistry Series], no. 3, pp. 101–106.
119. Klyuev, A. Yu. and Shlyashinskii, R. G. (1993) «Technology of rosin-terpenomaleic resin preparation», *15 Mendeleevskii s'ezd po obshchei i prikladnoi khimii, Respublika Belarus', g. Minsk, 24–29 maya 1993 g. : [sb. tez. dokl.] : v 4 t., t. 3, 0 - Ya.* [15 Mendeleev Congress on General and Applied Chemistry, Belarus, Minsk, 24–29 May 1993: [Book of Abstracts]: in 4 volumes, vol. 3, O – Ya], in Makatun, V. A. and Mardilovich, I. (ed.), *Navuka i tekhnika*, Minsk, BY, p. 415.
120. Klyuev, A. Yu. and Shlyashinskii, R. G. (1995) «Preparation of rosin-terpenomaleic resins from turpentine solutions of pine sap», *Vesti NAN Belarusi. Seryya khimichnykh navuk* [Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Chemistry Series], no. 5, pp. 98–103.
121. Klyuev, A. Yu. (2015) «Study of terpenomaleic adducts' composition», *Trudy BGTU. Khimiya, tekhnologiya organicheskikh veshchestv i biotekhnologiya* [Transactions of Belarusian State University of Technology. Chemistry, Technology of Organic Compounds and Biotechnology], no. 4, pp. 154–164.
122. Klyuev, A. Yu. (1997) «Preparation of rosin-terpenomaleic resins from turpentine», *Zhurnal prikladnoi khimii* [Journal of Applied Chemistry], vol. 71, no. 12, pp. 2056–2060.
123. Shlyashinskii, R. G. (1998) *Sposob polucheniya kanifoleterpenomaleinovoï smoly* [Method for preparation of rosin-terpenomaleic resin], RF, Pat. 2105781
124. Klyuev, Yu. P. (1993) *Sposob polucheniya kanifoleterpenomaleinovoï smoly* [Method for preparation of rosin-terpenomaleic resin], USSR, Pat. 1810368
125. Klyuev, Yu. P. (1998) «Preparation of rosin-terpenomaleic resins from solutions of pine sap in extraction and sulfate turpentine», *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Lesnoi zhurnal* [Proceedings of Institutions of Higher Education. Journal of Forestry], no. 5, pp. 107–116.
126. Klyuev, A. Yu. (1995) «Study of rosin-terpenomaleic resins' stability toward thermooxidative destruction», *Zhurnal prikladnoi khimii* [Journal of Applied Chemistry], vol. 68, no. 6, pp. 997–1001.
127. Uendlandt, U. (1978) *Termicheskie metody analiza* [Thermal methods of analysis], Mir, Moscow, RU
128. Klyuev, A. Yu. (2000) «Study of rosin adducts and their salts toward thermooxidative destruction», *Zhurnal prikladnoi khimii* [Journal of Applied Chemistry], vol. 73, no. 2, pp. 313–318.
129. Klyuev, A. Yu. (2001) «Thermooxidative destruction of terpenomaleic adducts and their salts», *Vesti NAN Belarusi. Seryya khimichnykh navuk* [Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Chemistry Series], no.1, pp. 84–88.
130. Shlyashinskii, R. G. (1997) *Smazochno-okhlazhdayushchaya zhidkost' dlya mekhanicheskoi obrabotki metallov* [Cutting fluid for mechanical processing of metals], BY, Pat. 1715
131. Shlyashinskii, R. G. (1996) *Klei-rasplav* [Hot melt adhesive], BY, Pat. 1104
132. Klyuev, A. Yu. (1998) «Study of thermooxidative destruction stability of rosin-terpenomaleic resins' ethylene glycole esters», *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Lesnoi zhurnal* [Proceedings of Institutions of Higher Education. Journal of Forestry], no. 5, pp. 116–123.
133. Klyuev, A. Yu. (1998) «Study of thermooxidative destruction stability of rosin-terpenomaleic resins' diethylene glycole esters», *Zhurnal prikladnoi khimii* [Journal of Applied Chemistry], vol. 68, no. 6, pp. 984–988.
134. Klyuev, A. Yu., Prokopchuk, N. R. and Novikov, O. A. (1998) «Study of thermooxidative destruction stability of rosin-terpenomaleic resins and their esters», *Materialy, tekhnologii, instrument* [Materials, technology, tools], no. 4, pp. 60–64.
135. Klyuev, A. Yu. (2000) «Specific features of rosin-terpenomaleic resin esters' thermooxidative destruction», *Vesti NAN Belarusi. Seryya khimichnykh navuk* [Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Chemistry Series], no. 4, pp. 103–107.
136. Klyuev, A. Yu. (1999) «Preparation and properties' investigation of modified rosin-terpenomaleic resin», *Zhurnal prikladnoi khimii* [Journal of Applied Chemistry], vol. 72, no. 3, pp. 505–509.
137. Paderin, V. Ya. (1978) *Sposob osvvetleniya kanifoli i ee proizvodnykh* [Method for clarification of rosin and its derivatives], USSR, Pat. 617469
138. Kostyuchenko, V. M. (1983) *Sposob polucheniya modifitsirovannoi kanifoli* [Method for preparation of modified rosin], USSR, Pat. 1039943
139. Shlyashinskii, R. G. (1992) *Flyus dlya nizkotemperaturnoi paiki* [Low temperature soldering flux], USSR, Pat. 1745478
140. Shlyashinskii, R. G. (1997) *Flyus dlya nizkotemperaturnoi paiki* [Low temperature soldering flux], RU, Pat. 2089367
141. Klyuev, A. Yu., Agabekov, V. E., Puchkova, N. V. and Prokopchuk, N. R. (2005) «Preparation and properties' investigation of rosin-terpenostyrenemaleic resin», *Khim. reaktivy, reagenty i protsessy malotonnazhnoi khimii : tez. dokl. XVIII Mezhdunar. nauch.-tekhnich. konf. «Reaktiv-2005»* [Chemical reactants, reagents and processes of low-tonnage chemistry: Book of Abstracts of the XVIII International Scientific and Technical Conference «Reagent-2005»], Minsk, BY, p. 75.
142. Klyuev, A. Yu. (2007) *Kanifoleterpenostiroi'nomaleinovaya smola i sposob ee polucheniya* [Rosin-terpenostyrene-maleic resin and the method of its preparation], BY, Pat. 10641

143. Kipovskii, A. Ya., Vyrodov, V. A. and Bol'shakova, E. G. (1986) «Terpenomaleic resin based on solid terpene polymers», *Khimicheskaya tekhnologiya drevesiny : Mezhhvuz. sb. nauch. tr.* [Chemical technology of wood: Inter-college scientific proceedings' collection], LTA, Leningrad, RU, p. 128.
144. Kipovskii, A. Ya., Vyrodov, V. A. and Stepanova, G. A. (1990) «Terpenomaleic resin based on solid terpene polymers», *Gidroliznaya i lesokhimicheskaya promyshlennost'* [Hydrolysis and Resin Industry], no. 5, pp. 16–18.
145. Udarov, B. G. (1995) «Preparation of terpenomaleic resin from rosin oil», *Vestsi NAN Belarusi. Seryya khimichnykh navuk* [Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Chemistry Series], no. 4, pp. 92–96.
146. Udarov, B. G. (1992) *Sposob polucheniya modifitsirovannykh terpenoidov – flyusov dlya nizkotemperaturnoi paiki* [Method for preparation of modified terpenoids – fluxes for low temperature soldering], USSR, Pat. 1726477
147. Udarov, B. G. (1992) *Konserviruyushchii flyus dlya nizkotemperaturnoi paiki* [Preserving flux for low temperature soldering], USSR, Pat. 1776525
148. Udarov, B. G. (1991) *Smazochno-okhlazhdayushchaya zhidkost' dlya mekhanicheskoi obrabotki metallov* [Cutting fluid for mechanical processing of metals], USSR, Pat. 1641870
149. Udarov, B. G. (1993) *Pochtovyi surguch* [Post sealing wax], USSR, Pat. 1796643

### Информация об авторах

*Клюев Андрей Юрьевич* – канд. техн. наук, вед. науч. сотрудник тематической группы химии азотсодержащих органических веществ, Институт физико-органической химии НАН Беларуси (ул. Сурганова, 13, 220072, Минск, Республика Беларусь). E-mail: loc@ifoch.bas-net.by.

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

*Прокопчук Николай Романович* – член-кор., д-р хим. наук, профессор кафедры технологии нефтехимического синтеза и переработки полимерных материалов, Белорусский государственный технологический университет (ул. Свердлова, 13а, 220006, Минск, Республика Беларусь). E-mail: tnsipp@belstu.by.

*Проневиц Анатолий Никифорович* – канд. техн. наук.

*Скаковский Евгений Доминикович* – канд. хим. 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 тематической группы химии азотсодержащих органических веществ, 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 терпеноидномалеиновых аддуктов / А. Ю. Клюев [и др.] // Вест. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. хім. навук. – 2016. – № 4. – С. 110–120; 2017. – № 1. – С. 109–128.

### Information about the authors

*Kliuyev Andrey Yurevich* – Ph.D. (Engineering), Senior Researcher theme group of chemistry of nitrogen compound organic matters, Institute of Physical Organic Chemistry of the National Academy of Sciences of Belarus (13, Sarganov Str., 220072, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: loc@ifoch.bas-net.by.

*Kozlov Nikolay Gelevich* – D. Sc. (Chemistry), Senior Researcher theme group of chemistry of nitrogen compound organic matters, Institute of Physical Organic Chemistry of the National Academy of Sciences of Belarus (13, Sarganov Str., 220072, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: loc@ifoch.bas-net.by.

*Prokopchuk Nikolay Romanovich* – Cor. Member, D. Sc. (Chemistry), Professor of Department of technology of petrochemical processing and processing of polymeric materials, Belarusian State Technological University (13 a, Sverdlov Str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: tnsipp@belstu.by.

*Pronevich Anatoliy Nikiforovich* – Ph.D. (Engineering).

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

*Latyshevich Iryna Aleksandrovna* – Junior Researcher of a theme group of chemistry of nitrogen compound organic matters, Institute of Physical Organic Chemistry of the National Academy of Sciences of Belarus (13, Sarganov Str., 220072, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: irka-ideal@rambler.ru.

### For citation

Kliuyev 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; 2017, no. 1, pp. 109–128.