

УДК 665.947.2, 665.947.828

А. Ю. Клюев¹, Н. Р. Прокопчук²¹Институт физико-органической химии Национальной академии наук Беларуси²Белорусский государственный технологический университет**ГЛУБОКАЯ КОМПЛЕКСНАЯ ПЕРЕРАБОТКА ЖИВИЦЫ
СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ *PINUS SILVESTRIS L.***

Предложены концепция и схема глубокой комплексной переработки сосновой живицы, которые предполагают глубокое химическое модифицирование терпентина, канифоли и скипидара кислород-, азот- и металлсодержащими соединениями, обеспечивая при этом интенсификацию получения высокоэффективных терпеноидномалеиновых и канифольных продуктов, повышения их выхода, минимизацию образования отходов, снижение энергоемкости производства и создание на их основе практически важных композиционных составов.

Ключевые слова: терпентин, канифоль, скипидар, аддукты, имиды, эфиры, резинаты, ангидрид.

A. Yu. Klyuev¹, N. R. Prokopchuk²¹The Institute of Physical Organic Chemistry
of the National Academy of sciences of Belarus²Belarusian State Technological University**DEEP COMPLEX CONVERSION OF CRUDE TURPENTINE
PINES OF ORDINARY *PINUS SILVESTRIS L.***

The concept and the scheme of deep complex conversion of pine crude turpentine which assume deep chemical modifying of terebenthene, rosin and turpentine oxygen are offered- nitrogen- and metal-containing connections, providing at the same time an intensification of obtaining highly effective the terpenoidnomaleinic and gloss oil products, increases in their exit, minimization of formation of waste, decrease in power consumption of production and creation on their basis of almost important composite structures.

Key words: terebenthene, rosin, turpentine, adducts, imida, air, resinates, anhydride.

Введение. 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 сосновой живицы на новые продукты с комплексом полезных свойств для создания на их основе широкого спектра высокоэффективных и практически важных композиционных составов (КС).

Одной из главных причин неэффективного использования сосновой живицы является отсутствие научно обоснованной концепции ее глубокой комплексной переработки, отвечающей современным требованиям. Создание и практическая реализация такой концепции путем разработки научно-прикладных основ переработки живицы, а также применение ее продуктов в КС позволит предложить на отечественный и зарубежный потребительские рынки конкурентоспособную продукцию.

Наличие в Республике Беларусь сырьевой базы 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 предприятий химиче-

ского профиля делают актуальными исследования по созданию новых эффективных терпеноидных продуктов и практически важных КС целенаправленного назначения на их основе.

Разработка концепции научных и прикладных основ глубокой комплексной переработки живицы сосны обыкновенной *Pinus Silvestris L.* путем ее химического модифицирования кислород-, азот- и металлсодержащими соединениями обеспечит получение терпеноидных продуктов с комплексом полезных свойств (термостабильных, антисептических, смазочно-охлаждающих, антикоррозионных, диэлектрических, адгезивных, флюсующих и др.) и создание на их основе высокоэффективных и практически важных КС целенаправленного назначения.

Для достижения этого нами были сформулированы следующие основные задачи:

– исследование процессов химического модифицирования первичных продуктов сосновой живицы кислород-, азот- и металлсодержащими соединениями, изучение состава и свойств полученных продуктов;

– разработка технологий новых терпеноидномалеиновых аддуктов (ТДМА) на основе терпентина (КТМА), смеси терпентина и стирола (КТСМС), канифоли (КМА) и скипидара (ТМА);

– изучение устойчивости к термоокислительной деструкции вторичных продуктов на основе канифоли и аддуктов ТДМА (сложных эфиров, имидов, алканоламиновых и натриевых солей);

– разработка технологии производства антисептических составов на основе смолы ТДМА, канифоли, таллового пека, химически модифицированных азотсодержащими соединениями; концентратов смазочно-охлаждающих жидкостей (СОЖ); термоотверждаемых композиций (лаков), модельных составов для точного литья (МС) и флюсов;

– опытно-промышленная апробация и внедрение новых технологий эффективных вторичных терпеноидных продуктов и КС на их основе на предприятиях Республики Беларусь и Российской Федерации;

– разработка усовершенствованной схемы глубокой комплексной переработки живицы сосны обыкновенной *Pinus Silvestris L.*

Новизна исследований состоит в создании научно-прикладных основ глубокой переработки живицы сосны обыкновенной *Pinus Silvestris L.* путем:

– исследований процессов химического модифицирования терпентина, канифоли, скипидара кислород-, азот- и металлсодержащими соединениями, по которым получены новые продукты с комплексом полезных свойств;

– установления закономерностей, объясняющих повышение устойчивости к термоокислительной деструкции канифоли и аддук-

тов ТДМА в процессе их химического модифицирования;

– рецептур и технологий новых высокоэффективных и практически важных КС целенаправленного назначения;

– разработанной новой более усовершенствованной схемы переработки сосновой живицы по сравнению с существующей.

Терпеноидно-малеиновые аддукты и композиции составов на их основе. Впервые в мировой практике лесохимии [1–4] нами было предложено получение новых малеиновых аддуктов – канифолетерпеномалеиновых (КТМА) – заменителей канифоли – из полупродукта канифольно-терпентинного производства – терпентина, с максимально возможным связыванием всех его компонентов малеиновым ангидридом (МА). Многокомпонентность его химического состава, наличие смоляных кислот (СК) с сопряженными двойными связями (абиетиновой, палюстровой, неоабиетиновой, левопимаровой) и терпеновых углеводов (ТУ) скипидара, а также вероятность протекания процессов изомеризации в них в ходе реакции открывают перспективу для получения нового лесохимического продукта.

Как видно из данных табл. 1, при получении КТМА (смола КТМС) состав скипидарного раствора живицы варьировался нами в интервале от 30/70 до 70/30 мас. %, а количество (Δm) вводимого МА, необходимого согласно расчету для связывания всех СК с сопряженными двойными связями и терпеновых углеводов, – от 57,7 до 38,3 мас. %.

Таблица 1

Физико-химические свойства аддуктов КТМА

Образец	Условия реакции					Физико-химические свойства				
	Групповой состав раствора, мас. %		Состав раствора, мас. %			МА, Δm , мас. %	T_p , °С	КЧ, мг · КОН/г	v^{20} , сСт	Выход аддукта, %
	СК	скипидар	СК с сопряженными двойными связями	СК, не реагирующие с МА	ТУ					
Раствор сосновой живицы в живичном скипидаре (терпентин)										
КТМА _{30/70}	30	70	22,0	8,0	70,0	57,7	67,3	277,4	77,8	88,0
КТМА _{40/60}	40	60	29,4	10,6	60,0	52,8	69,0	273,6	103,8	89,0
КТМА _{50/50}	50	50	36,8	13,2	50,0	48,0	70,3	271,8	123,0	90,0
КТМА _{60/40}	60	40	44,1	15,9	40,0	43,1	72,8	269,3	142,2	91,8
КТМА _{70/30}	70	30	51,5	18,5	30,0	38,3	78,1	267,1	158,6	93,0
ТМС	–	100	–	–	100	72,0	60,0	320,0	45,2	85,0
КМА	100	–	76	24	–	25,0–30,0	135,0	265,0	177,8	–
СЖК	100	–	76	24	–	–	65,0–72,5	165–168,0	14,2–15,6	–

Примечание. Условия получения: $T_{\text{реакц}} = 190 \pm 2^\circ\text{C}$; $\tau = 9$ ч; $P = 0,0026$ МПа (КТМА). $T_{\text{реакц}} = 170 \pm 2^\circ\text{C}$; $\tau = 9–12$ ч; $P = 0,0026$ МПа (ТМС). $T_{\text{реакц}} = 190 \pm 2^\circ\text{C}$; $\tau = 6$ ч; $P = 0,0026$ МПа (КМА).

Физико-химические свойства КТМА: кислотное число (КЧ), температура размягчения (T_p), кинематическая вязкость (v^{20}), полученных из растворов сосновой живицы в живичном скипидаре, находятся на уровне аналогичных свойств КТМА, полученных впервые нами из растворов сосновой живицы в экстракционном или сульфатном скипидарах [3, 4].

Из данных табл. 1 видно, что с ростом содержания в реакционной смеси смоляной и снижением содержания углеводородной частей у получаемых образцов КТМА наблюдается увеличение T_p , °С: 67,3 – 78,1, v^{20} , сСт: 77,8 – 158,6 и уменьшение КЧ, мг · КОН/г: 277,4 – 267,1.

Повышение T_p и v^{20} у аддуктов КТМА, очевидно, можно объяснить увеличением содержания в них малеопимаровой кислоты (МПК) и СК, не реагирующих с МА, а также уменьшением содержания аддуктов терпеновых углеводородов (ТМА). Выход КТМА для каждой серии опытов в среднем составляет 88,0–93,0. Аддукты КТМА обладают более высокими физико-химическими свойствами (T_p , КЧ) по сравнению с канифолью СЖК (табл. 1).

Проведя совместное модифицирование терпентина МА и дополнительно стиролом, мы впервые получили новый лесохимический продукт – КТСМС (табл. 2) [5].

Таблица 2

Физико-химические свойства аддуктов КТСМС (условия реакции: $T_{\text{реакц}} = 190 \pm 2^\circ\text{C}$, $\tau = 9$ ч)

Состав реакционной смеси, мас. %		Свойства продукта			
терпентин / стирол	МА	T_p , °С	КЧ, мг · КОН/г	$T_d^{\text{сп}}$, °С	выход, %
Терпентин _{60/40}	43,0	72,0	272,0	200	91,0
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
20/80	—	Вязкие трудноплавкие полимерные смолы			
10/90	—				
СЖК	25,0	135,0	265,0	285,0	99,0

Как видно из данных табл. 2, 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 до 115°С, КЧ

от 276,0 до 328,0 мг · КОН/г, $T_d^{\text{сп}}$ от 208 до 274°С и увеличению выхода целевого продукта с 93,6 до 99,0%.

Дальнейшее же уменьшение содержания в реакционной смеси терпентина до 20–10 мас. % и увеличение содержания стирола до 80–90 мас. % приводит к образованию высокоплавких продуктов, которые целесообразно получать только в присутствии высококипящего растворителя, который, в свою очередь, затрудняет их дальнейшее использование при переработке во вторичные продукты.

Для снижения температуры получения аддукта КМА нами был предложен способ его получения в присутствии NH_4I [6].

Использование катализаторов P_2O_5 , NH_4I , NH_4Cl [6, 7, 8] позволило получить смолы ТМС с высоким выходом.

Так как при получении КМА (используемого в производстве СОЖ) может оставаться несвязанный МА, нами был разработан способ его связывания олеиновой кислотой – аддукт ОКМА [9].

Разработанные технологии получения аддуктов КТСМС, КТСМС, ТМС, КМА и ОКМА могут быть интересны как для белорусских, так и для российских производителей. Доступность исходного сырья, простота получения аддуктов, их высокие реакционные свойства (КЧ = 265–320 мг · КОН/г) делают эти смолы ценным химическим сырьем для получения новых продуктов и КС на их основе.

Технологическая схема получения аддуктов ТДМА приведена на рис. 1.

Аддукты ТДМА получают последовательно нагреванием до 100°С терпентина, канифоли или скипидара и смешиванием их при этой температуре с МА и проведением реакции при 160–200°С до содержания остаточного МА 2,0 мас. % с последующим его удалением методом вакуумирования.

Благодаря высокой термостабильности, смазочным и антикоррозионным свойствам, алканоламиновые (этанол-, диэтанол- или триэтаноламиновые) или натриевые соли КТСМС, КТСМС, ТМС, КМА и ОКМА могут быть использованы в рецептурах СОЖ ЛХ, ЛХ-1 и ЛХ-2 [7, 9, 10, 11], применяемых при механической обработке деталей из черных сплавов. Технологическая схема получения СОЖ приведена на рис. 2.

Технология СОЖ представляет собой последовательное смешение в водном растворе, нагретом до температуры 95–100°С, расчетных количеств аддуктов, алканоламинов, NaNO_2 и Na_3PO_4 .

Производство партий СОЖ ЛХ, ЛХ-1 и ЛХ-2 было налажено в разное время в ХТЦ НАН Беларуси (далее в его приемнике ИХНМ НАН Беларуси).

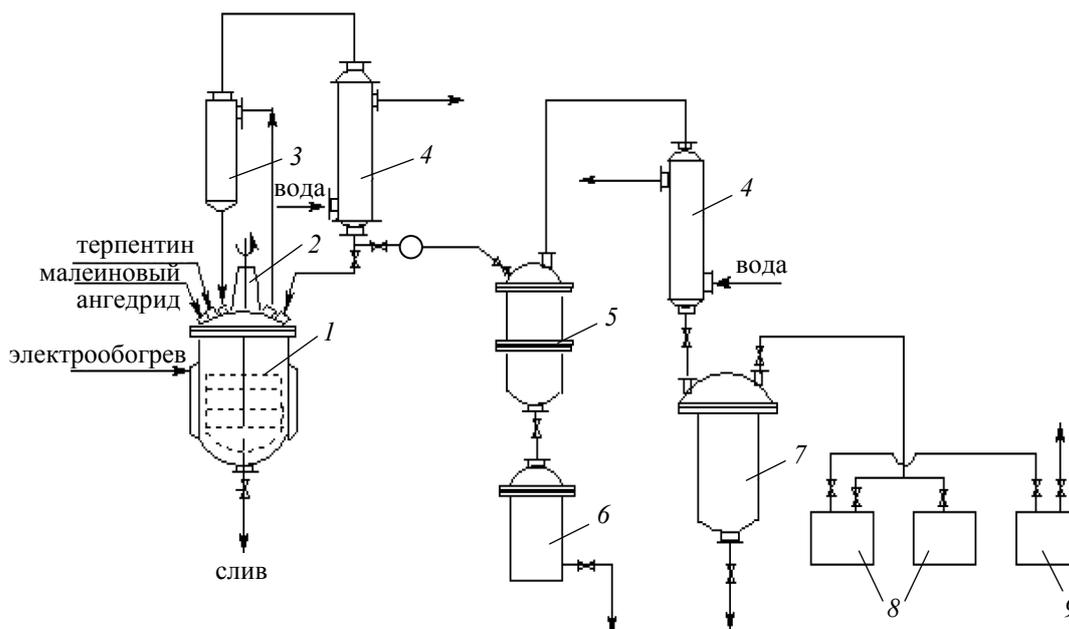


Рис. 1. Технологическая схема получения ТДМА:

1 – реактор; 2 – мешалка; 3 – сепаратор; 4 – холодильник; 5 – вакуум-приемник;
6 – сборник непрореагировавшего скипидара; 7 – вакуум-ресивер;
8 – вакуум-насос; 9 – брызгоуловитель

Аммониевые соли КТМС благодаря высокой химической активности с оксидами меди могут быть использованы в рецептурах водорастворимых флюсующих составов для лужения медной проволоки монтажных проводов при $T = 240\text{--}280^\circ\text{C}$ вместо традиционных флюсов [12].

С использованием КТМА разработана рецептура защитного флюсующего покрытия [13] – лака-флюса ЛФМ-1 для защиты выводных элементов радиодеталей от окисления в процессе пайки.

Высокая термостабильность КТМА позволяет применять его в рецептурах термопластичных композиций, и в частности, в клеях-расплавах [14] для склейки радиодеталей. Эфиры, полученные на основе КТМА, благодаря высоким термостабильным свойствам могут найти применение в КС подвергаемым температурным нагрузкам.

Наличие ангидридных колец в аддуктах ТМА может быть использовано для получения на их основе имидов, обладающих антисептическими свойствами: составы АС-1 и АС-1М (для защиты кабельной пряжи от повреждения аэробными и анаэробными бактериями). Разработанные антисептики по свойствам превосходят промышленный антисептик НФМ [15, 16]. На основе разработанной технологии оформлена лицензия (лицензионное соглашение № 708 (8907)), которая была приобретена в 1989–1990 гг. АО «Объединенные бумажные фабрики» (г. Валкеакоски, Финляндия). Антисептик АС-1 может быть использован в качестве адгезива в клеевых [17] и антикоррозионных [18] композициях. На рис. 3 приведена технологическая схема получения антисептического состава АС-1.

Технология состава АС-1 представляет собой процесс химического модифицирования скипидара МА и этаноламином с последующей отгонкой непрореагировавших компонентов.

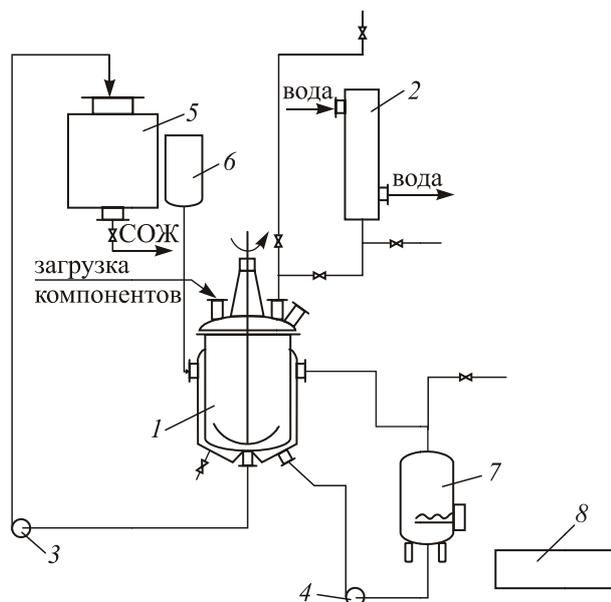


Рис. 2. Технологическая схема получения СОЖ ЛХ, ЛХ-1 и ЛХ-2:

1 – реактор; 2 – холодильник; 3 – насос для перекачки СОЖ; 4 – насос для перекачки теплоносителя; 5 – сборник СОЖ;
6 – бачок-расширитель; 7 – маслонагреватель; 8 – весы

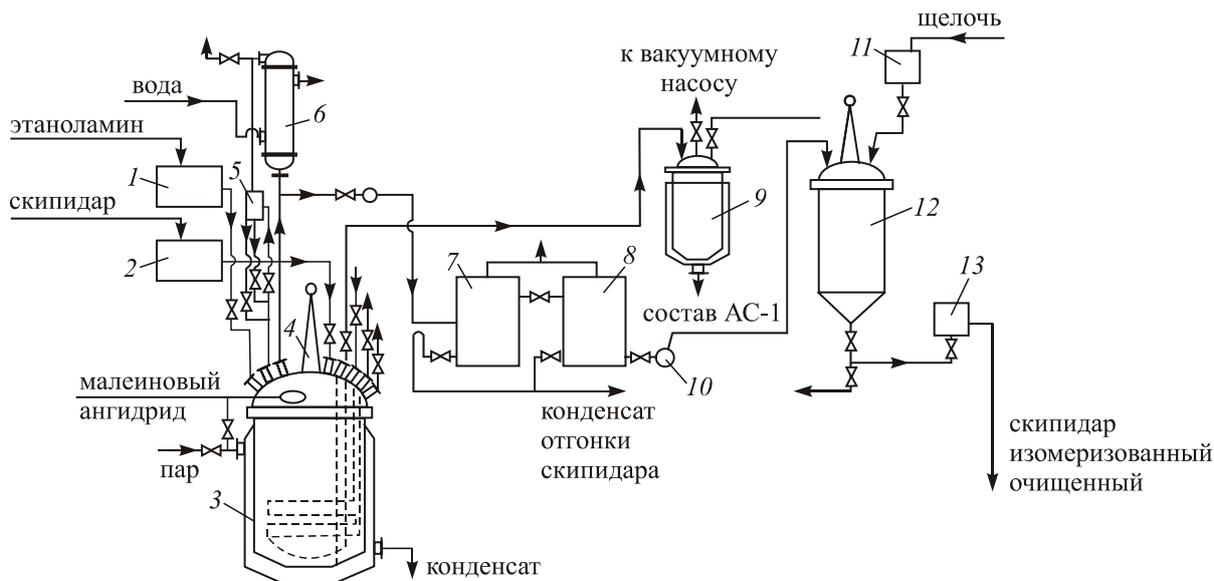


Рис. 3. Технологическая схема получения антисептического состава АС-1:

- 1 – мерник этаноламина; 2 – мерник скипидара; 3 – реактор; 4 – механическая мешалка;
- 5 – сепаратор; 6 – холодильник; 7 – флорентина; 8 – сборник изомеризованного скипидара;
- 9 – емкость для антисептика АС-1; 10 – насос; 11 – мерник щелочи;
- 12 – емкость для очистки скипидара; 13 – емкость для очищенного скипидара

В Беларуси электроизоляционные лаки не производятся, но активно используются (основными потребителями таких лаков являются ОАО «Гомелькабель» и ОАО «Атлант» (г. Барановичи)), поэтому актуальны исследования, посвященные разработке новых термоотверждаемых покрытий с улучшенными эксплуатационными свойствами, и организация их производства.

Высокие технологические температуры отверждения лаковых композиций (200–450°С)

позволяют использовать в их рецептурах эпоксидные смолы.

В качестве отвердителя выступают терпеноидные смолы, имеющие функциональные группы: карбоксильные, ангидридные или гидроксильные.

Поэтому на основе смол ТМС нами были разработаны рецептуры и способы получения композиций электроизоляционных лаковых покрытий ЛА-6 и ЛА-6Г [8, 19], технологические схемы которых приведены на рис. 4 и 5.

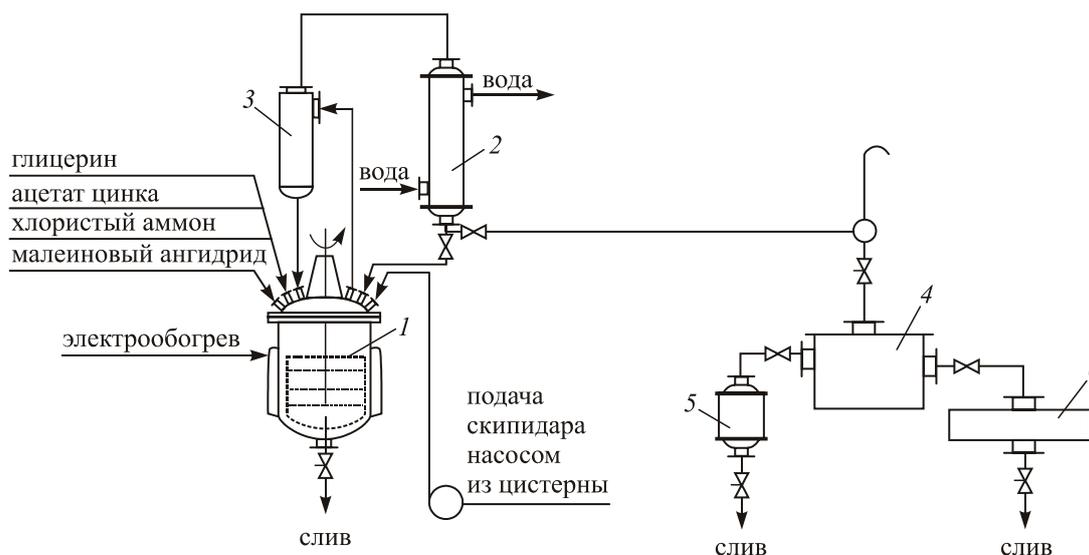


Рис. 4. Технологическая схема получения ТМС, модифицированной ацетатом цинка и глицерином:

- 1 – реактор; 2 – холодильник; 3 – сепаратор; 4 – флорентина;
- 5 – сборник скипидара; 6 – сборник воды

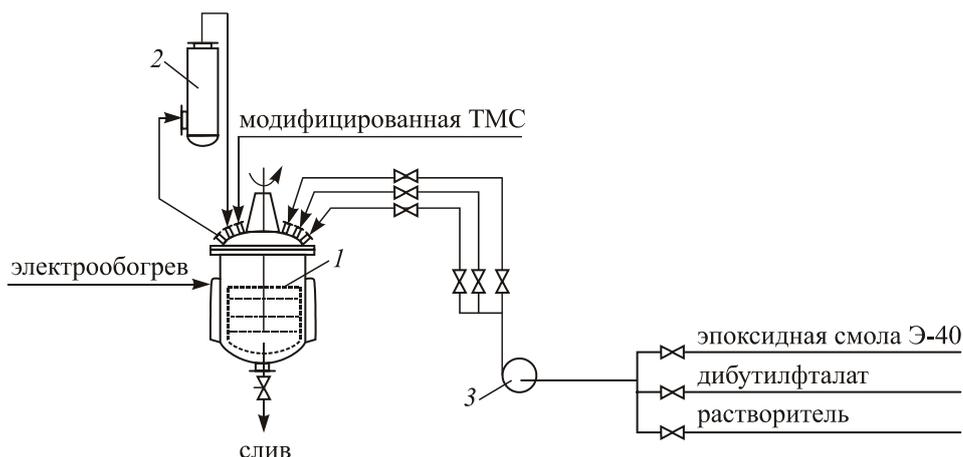


Рис. 5. Технологическая схема получения электроизоляционного покровного лака ЛА-6Г:
1 – реактор; 2 – холодильник; 3 – насос

Технология термоотверждаемых композиций состоит из двух стадий: I – получение смолы ТМС в присутствии катализатора NH_4Cl с последующим ее модифицированием ацетатом цинка (окисью цинка) и глицерином; II – получение термоотверждаемой композиции на ее основе.

Алконоламиновые соли ТМС нашли применение в водорастворимом флюсующем составе ВФС [20].

Вторичные канифольные продукты и композиционные составы на их основе. В процессе химического модифицирования канифоли при температуре $195 \pm 5^\circ\text{C}$ диаминами (этилендиамин, диэтилентриамин, гексаметилендиамин) были получены антисептики (амиды) АС-

3 и АС-4 [21, 22], которые по своим биоцидным свойствам (стойкость к плесневым, деревокрашиваемым и дереворазрушающим грибам) превосходят промышленный антисептик НФМ. Полученные на их основе пропиточные составы для защиты канатной пряжи и древесины могут быть использованы в промышленности.

Триэаноламиновые соли на основе промышленной диспропорционированной канифоли (ДЖК) были использованы в разработанной рецептуре МС типа ЗГВ-103М [23, 24, 25], применяемого машиностроительными предприятиями России. Производство ЗГВ-103М налажено на ОАО «Завод горного воска» с 2012 г. Технологическая схема получения состава ЗГВ-103М приведена на рис. 6.

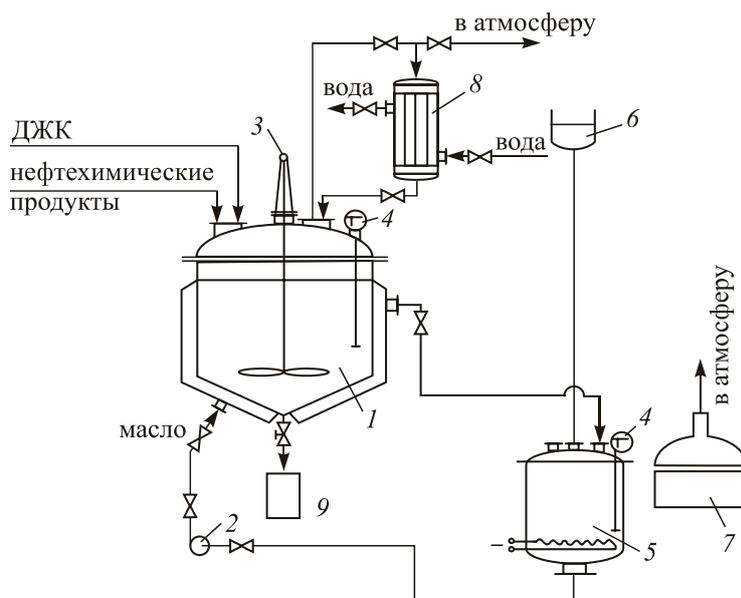


Рис. 6. Технологическая схема получения модельных составов для точного литья:
1 – реактор с обогреваемой рубашкой; 2 – циркуляционный насос; 3 – мешалка;
4 – термометр; 5 – теплогенератор; 6 – расширительный бачок;
7 – емкость для дробления канифоли; 8 – холодильник; 9 – сборник

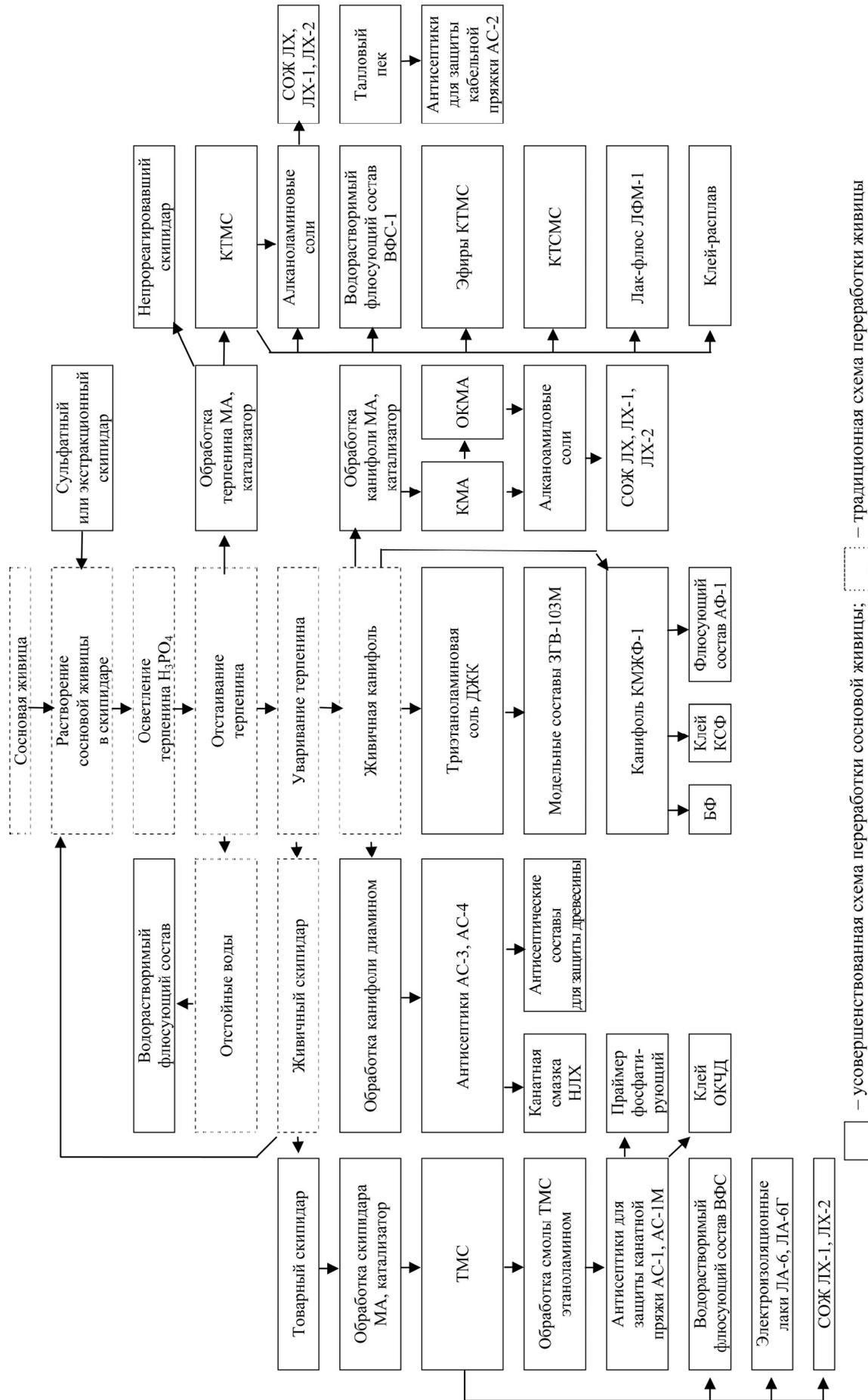


Рис. 7. Схема глубокой комплексной переработки живицы сосны обыкновенной *Pinus Silvestris L.*

Технология состава ЗГВ-103М представляет собой последовательное сплавление и перемешивание нефте-, лесохимических и полимерных компонентов при температуре 80–115°C.

Для приклеивания бумажных этикеток в клеевых композициях могут быть применены натриевые соли ДЖК [25, 26, 27].

При частичной модификации канифоли глицерином был получен продукт с высокими флюсующими свойствами (КМЖФ-1) и на его основе разработан флюсующий состав САФ-1 [28] для защиты монтажных проводов типа МСВ и МСВМ, а также клей для склейки ферритовых сердечников КСФ [29].

Композиционные составы на основе отходов канифольно-терпентинного и целлюлозно-бумажного производств. Получен бытовой флюс для низкотемпературной пайки [30] на основе отхода – канифольного масла, произведенного в процессе выпуска канифоли КМЖФ-1.

Используя отстойную воду канифольно-терпентинного производства (получаемую при промывке терпентина), был разработан водорастворимый флюсующий состав ВФС-2 для низкотемпературной пайки [31].

Химическим модифицированием таллового пека (отхода ЦБК) был получен антисептический состав АС-2 [32, 33] (для защиты кабельной пряжи от повреждения аэробными и анаэробными бактериями). Разработанный антисептик по свойствам превосходит промышленный антисептик НФМ.

Осуществленная программа исследований в период 1989–2014 гг. в области разработки способов получения высокоэффективных вторичных терпеноидных продуктов на основе живицы сосны обыкновенной *Pinus Silvestris L.* с комплексом полезных свойств (и создание на их основе высокоэффективных и практически важных композиционных составов различного назначения) позволила разработать концепцию и предложить более усовершенствованную схему комплексной переработки сосновой живицы (рис. 7).

Разработанная концепция глубокой комплексной переработки сосновой живицы позволила:

– развить знания в области химии моно- и дитерпеноидов;

– разработать технологии новых продуктов с комплексом полезных свойств, полученных глубоким химическим модифицированием терпентина, канифоли и скипидара кислород-, азот- и металлсодержащими соединениями;

– установить закономерности, объясняющие повышение термостойкости канифоли СЖК, ФСЖК, ДЖК и аддуктов ТДМА в результате их химического модифицирования;

– разработать технологии высокоэффективных и практических важных КС с целенаправленным назначением;

– расширить области применения новых терпеноидных продуктов.

Предлагаемая схема глубокой комплексной переработки сосновой живицы *Pinus Silvestris L.* (рис. 7) по сравнению с существующей представляет собой совокупность последовательно-параллельных химико-технологических процессов, сгруппированных по различным способам в зависимости от получения требуемых целевых продуктов.

Концепция и схема подтверждены не только патентами и авторскими свидетельствами на изобретения по способам получения и применения терпеноидных продуктов, но и выпусками их опытных, опытно-промышленных и промышленных партий на разных лесохимических предприятиях СССР, Российской Федерации и Республики Беларусь.

Заключение. 1. Разработана концепция глубокой комплексной переработки живицы сосны обыкновенной *Pinus Silvestris L.*

2. Разработан широкий спектр вторичных продуктов и композиционных составов целенаправленного назначения на их основе: аддуктов, антисептиков, термоотверждаемых лаков, СОЖ, флюсов, модельных составов, клеев для предприятий Республики Беларусь и Российской Федерации.

3. Предложена схема глубокой комплексной переработки сосновой живицы путем ее химического модифицирования кислород-, азот- и металлсодержащими соединениями, обеспечивающая получение терпеноидных продуктов с комплексом полезных свойств и создание на их основе практически важных КС.

Литература

1. Способ получения канифолетерпеномалеиновой смолы: пат. 672 Респ. Беларусь, МКИ С 09 F 1/04 / Ю. П. Клюев, Р. Г. Шляшинский, А. Ю. Клюев, С. С. Пуят [и др.]; заявитель Институт физико-органической химии АН БССР, № 100-4799504; заявл. 05.08.93; опубл. 30.06.95 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. 1995. № 2. С. 70.
2. Способ получения канифолетерпеномалеиновой смолы: пат. 2105781 РФ, МКИ С 09 F 1/04 / Р. Г. Шляшинский, А. Ю. Клюев, А. И. Титов, Р. И. Зеленина [и др.]; заявители Институт физико-

органической химии АН БССР, Уренский завод «Оргхим», № 94008155/04; заявл. 09.03.94; опубл. 27.02.98 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. 1998. № 6. С. 232.

3. Способ получения канифолетерпеномалеиновой смолы: а. с. 1810368 СССР, МКИ С 09 F 1/04 / Ю. П. Клюев, А. Ю. Клюев, И. В. Антонович, А. К. Страх [и др.]; заявитель Институт физико-органической химии АН БССР, № 4854507/05; заявл. 26.07.90; опубл. 23.04.93 // Открытия. Изобрет. 1993. № 15. С. 54.

4. Терпеноидномалеиновые аддукты и их производные: получение, свойства и применение (Обзор) / А. Ю. Клюев [и др.] // Сб. науч. тр. Ин-т физ.-органич. химии НАН Беларуси. Минск, 2008. Вып. 2. С. 374–419.

5. Канифолетерпеностирольномалеиновая смола и способ ее получения: пат. 10641 Респ. Беларусь, МПК6 С 09 F 1/00 / А. Ю. Клюев, В. Е. Агабеков, Н. В. Пучкова, Н. Р. Прокопчук [и др.]; заявитель Институт химии новых материалов», № а 20050647; заявл. 29.06.05; опубл. 30.04.07 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. 2008. № 3. С. 106.

6. Способ получения терпеномалеиновой смолы: а. с. 1678011 СССР, МКИ С 08 F 122/06 / А. И. Ламоткин, А. Н. Проневич, Р. Г. Шляшинский, А. Ю. Клюев [и др.]; заявители Белорусский технологический институт им. С. М. Кирова, Институт физико-органической химии АН БССР, Научно-производственное объединение Всесоюзного научно-исследовательского, проектно-конструкторского и технологического института кабельной промышленности, № 4721136/05; заявл. 19.07.89; опубл. 15.05.91 (Без права публикации в открытой печати).

7. Смазочно-охлаждающая жидкость для механической обработки металлических сплавов и способ ее получения: пат. 4211 Респ. Беларусь, МПК7 С 10 М 173/02, (С 10 М 173/02Б 125:20, 125:24, 133:04), С 10 N 40:20 / А. Ю. Клюев, Р. Г. Шляшинский, А. А. Эрдман, А. С. Стромский [и др.]; заявитель Институт химии новых материалов НАН Беларуси, № 970677; заявл. 04.12.97; опубл. 30.12.01 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. 2001. № 4. С. 150.

8. Композиция для антикоррозионного покрытия: пат. 1103 Респ. Беларусь, МКИ5 С 09 D 163/02, С 09 D 5/08, (С 09 D 163/02, 153:04) / Р. Г. Шляшинский, А. Ю. Клюев, И. В. Турчанинова, А. А. Эрдман [и др.]; заявитель Химико-технологический центр АН Беларуси, № 1852 А; заявл. 31.03.94; опубл. 14.03.96 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. 1996. № 1. С. 124.

9. Смазочно-охлаждающая жидкость для механической обработки металлических сплавов и способ ее получения: пат. 13218 Респ. Беларусь, МПК С 10 М 173/02, С 10 М 177/00 / А. Ю. Клюев, В. Е. Агабеков, Е. В. Карпинчик, А. А. Петухов [и др.]; заявитель Институт химии новых материалов НАН Беларуси», № а 20070631; заявл. 24.05.07; опубл. 30.12.08 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. 2010. № 3, С. 90–91.

10. Смазочно-охлаждающая жидкость для механической обработки металлов: пат. 1715 Респ. Беларусь, МКИ С 10 М 173/02, (С 10 М 173/02, 125:20, 125:24, 133:08, 133:04), С 10 N 40:20 / Р. Г. Шляшинский, А. Ю. Клюев, А. А. Эрдман, А. С. Стромский [и др.]; заявитель Химико-технологический центр АН Беларуси, № 950742; заявл. 26.06.95; опубл. 30.09.97 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. 1997. № 3. С. 94.

11. Смазочно-охлаждающая жидкость для механической обработки металлических сплавов: пат. 7936 Респ. Беларусь, МПК7 С 10 М 173/02, (С 10 М 173/02, 125:20, 125:24, 133:04), С 10 T 40:20 / А. Ю. Клюев, А. А. Петухов, В. Е. Агабеков, Н. Р. Прокопчук [и др.]; заявитель Институт химии новых материалов, № а 20020429; заявл. 21.05.02; опубл. 30.12.03 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. 2006. № 2. С. 90–91.

12. Флюс для низкотемпературной пайки: пат. 2089367 РФ, МКИ6 В 23 К 35/363 / Р. Г. Шляшинский, А. Ю. Клюев, И. В. Кулевская, В. С. Солдатов [и др.]; заявители Институт физико-органической химии АН БССР, Уренский завод «Оргхим», № 93013412/08; заявл. 16.03.93; опубл. 10.09.97 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. 1997. № 25. С. 212.

13. Флюс для низкотемпературной пайки: а. с. 1745478 СССР, МКИ5 В 23 К 35/363 / Р. Г. Шляшинский, А. Ю. Клюев, А. Я. Валендо, Д. И. Белый [и др.]; заявители Институт физико-органической химии АН БССР, Научно-производственное объединение Всесоюзного научно-исследовательского, проектно-конструкторского и технологического института кабельной промышленности, № 4808010/08; заявл. 13.02.90; опубл. 07.07.92 // Открытия. Изобрет. 1992. № 25. С. 50–51.

14. Клей-расплав: пат. 1104 Респ. Беларусь, МКИ5 С 09 J 167/02 / Р. Г. Шляшинский, А. Е. Израилев, А. И. Титов, А. Ю. Клюев [и др.]; заявитель Химико-технологический центр

АН Беларуси, № 1883 А; заявл. 13.04.94; опубл. 14.03.96 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. 1996. № 1. С. 124–125.

15. Способ получения антимикробной и антикоррозионной добавки для пропитки кабелей: а. с. 1807051 СССР, МКИ С 07 D 209/48, С 23 F 11/14 / Р. Г. Шляшинский, А. Е. Израилев, И. Б. Пешков, Д. И. Белый [и др.]; заявители Институт физико-органической химии АН БССР, Научно-производственное объединение Всесоюзного научно-исследовательского, проектно-конструкторского и технологического института кабельной промышленности, Белорусский технологический институт им. С. М. Кирова, № 4685332/04; заявл. 25.04.89; опубл. 07.04.93 // Открытия. Изобрет. 1993. № 13. С. 84.

16. Способ получения лаковой смолы: пат. 2028356 РФ, МКИ6 С 09 F 1/04 / Р. Г. Шляшинский, А. Ю. Клюев, А. Я. Валендо, В. С. Солдатов [и др.]; заявители Институт физико-органической химии АН БССР, Научно-производственное объединение Всесоюзного научно-исследовательского, проектно-конструкторского и технологического института кабельной промышленности, Белорусский технологический институт им. С. М. Кирова, № 4927810/05; заявл. 16.04.91; опубл. 09.02.95 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. 1995. № 4. С. 144–145.

17. Оптически прозрачный, чувствительный к добавлению клей для поляризаторов: пат. 6717 Респ. Беларусь, МПК7 С 09 J 7/02, 133/08, 161/14 / В. Е. Агабеков, И. В. Кулевская, С. Н. Шахаб, Р. Г. Шляшинский [и др.]; заявитель Институт химии новых материалов, № а 20010250; заявл. 16.03.01; опубл. 30.12.04 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. 2004. № 4. С. 147.

18. Праймер фосфатирующий для антикоррозионной защиты металлов: пат. 10704 Респ. Беларусь, МПК6 С 9 D 5/12, С 09 D 163/00 / Ю. Н. Жидков, В. Е. Агабеков, А. П. Ювченко, А. Ю. Клюев; заявитель Институт химии новых материалов, № а 20050247; заявл. 17.03.05; опубл. 30.12.06 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. 2008. № 3. С. 105.

19. Композиция для антикоррозионного покрытия: пат. 2017771 РФ, МКИ С 09 D 5/08, С 09 D 163/02, С 09 D 155:04 / Р. Г. Шляшинский, А. Ю. Клюев, А. Е. Израилев, Д. И. Белый [и др.]; заявители Институт физико-органической химии АН БССР, Уренский лесохимический завод, № 4954424/05; заявл. 29.04.91; опубл. 15.08.94 // Офиц. бюл. / Комитет РФ по патентам и тов. знакам. 1994. № 15. С. 79.

20. Флюс для низкотемпературной пайки: а. с. 1816613 СССР, МКИ5 В 23 К 35/363 / Р. Г. Шляшинский, А. Ю. Клюев, А. Е. Израилев, Д. И. Белый [и др.]; заявители Институт физико-органической химии АН БССР, Уренский лесохимический завод, № 4954498/08; заявл. 12.05.91; опубл. 23.05.93 // Открытия. Изобрет. 1993. № 19. С. 33–34.

21. Способ получения фунгицидной добавки: пат. 15028 Респ. Беларусь, МПК6 А 01 N 33/02, С 09 D 193/04 / А. Ю. Клюев, В. Е. Агабеков, В. В. Мулярчик, В. Н. Данишевский [и др.]; заявители ОАО «Завод горного воска», Институт химии новых материалов НАН Беларуси, № а 20091174; заявл. 31.07.09; опубл. 30.04.11 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. 2011. № 2. С. 15–16.

22. Фунгицидный состав для пропитки древесины: пат. 16154 Респ. Беларусь, МПК6 В 27 К 3/34 / А. Ю. Клюев, В. Е. Агабеков, В. В. Мулярчик, В. Н. Данишевский [и др.]; заявители ОАО «Завод горного воска», Институт химии новых материалов НАН Беларуси, № а 20091175; заявл. 31.07.09; опубл. 30.04.11 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. 2011. № 2. С. 16–17.

23. Модельный состав для точного литья и способ его получения: пат. 18054 Респ. Беларусь, МПК В 22 С 7/02 / Р. В. Титенкова, А. Ю. Клюев, Н. Р. Прокопчук, В. В. Мулярчик [и др.]; заявители ОАО «Завод горного воска», Институт физико-органической химии НАН Беларуси, № а 20120409; заявл. 21.03.12; опубл. 28.02.14 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. 2014. № 1. С. 76.

24. Исследование возможности использования модифицированной канифоли в модельных составах для точного литья / Н. Р. Прокопчук [и др.] // Труды БГТУ. Химия, технология органических веществ и биотехнология. 2012. № 4 (151). С. 106–118.

25. Клеевая композиция для этикеток: пат. 10880 Респ. Беларусь, МПК С 09 J 189/00 / В. Е. Агабеков, И. В. Кулевская, Н. Г. Арико, А. Ю. Клюев; заявитель Институт химии новых материалов НАН Беларуси, № а 20050808; заявл. 08.08.05; опубл. 30.04.07 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. 2008. № 4. С. 105.

26. Клеевая композиция для приклеивания бумажных этикеток: пат. 13217 Респ. Беларусь, МПК С 09 J 189/00, С 09 J 193/00 / В. Е. Агабеков, И. В. Кулевская, Н. Г. Арико, А. Ю. Клюев;

заявитель Институт химии новых материалов НАН Беларуси, № а 20060922; заявл. 20.09.06; опубл. 30.04.08 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. 2010. № 3. С. 89.

27. Клеевая композиция для этикеток: пат. 15374 Респ. Беларусь, МПК С 09 J 133/04, С 09 J 131/04 / В. Е. Агабеков, И. В. Кулевская, Н. Г. Арико, О. А. Дайнеко [и др.]; заявитель Институт химии новых материалов НАН Беларуси, № а 20091459; заявл. 15.10.09; опубл. 30.06.11 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. 2012. № 1. С. 114–115.

28. Флюс для пайки проводов с изоляцией: а. с. 1563082 СССР, МКИ5 В 23 К 35/363 / Р. Г. Шляшинский, Д. И. Белый, А. Е. Израилев, М. Г. Тупиков [и др.]; заявители Институт физико-органической химии АН БССР, Всесоюзный научно-исследовательский, проектно-конструкторский и технологический институт кабельной промышленности, № 4474603/31-27; заявл. 16.08.88 (Без права публикации в открытой печати).

29. Клеевая композиция: пат. 2028358 РФ, МКИ6 С 09 J 111/00, 161/08 / А. Я. Валендо, Р. Г. Шляшинский, В. С. Солдатов, А. Ю. Ключев [и др.]; заявители Институт физико-органической химии АН Беларуси, Научно-производственное объединение Всесоюзного научно-исследовательского, проектно-конструкторского и технологического института кабельной промышленности, № 4790675/05; заявл. 30.02.90; опубл. 09.02.95 // Офиц. бюл. Комитета РФ по патентам и тов. знакам. 1995. № 4. С. 81.

30. Флюс для низкотемпературной пайки: а. с. 1489955 СССР, МКИ4 В 23 К 35/363 / Б. Г. Ударов, Р. Г. Шляшинский, Э. Н. Мануков, А. Ю. Ключев [и др.]; заявители Институт физико-органической химии АН БССР, Научно-производственное объединение Всесоюзного научно-исследовательского, проектно-конструкторского и технологического института кабельной промышленности, № 4327756/31-27; заявл. 13.11.87; опубл. 30.06.89 // Открытия. Изобрет. 1989. № 24. С. 79.

31. Флюс для низкотемпературной пайки: пат. 1649 Респ. Беларусь, МКИ6 В 23 К 35/362 / А. Ю. Ключев, Р. Г. Шляшинский, А. А. Эрдман, А. С. Стромский [и др.]; заявитель Химико-технологический центр Академии наук Беларуси, № 2473; заявл. 10.10.94; опубл. 30.03.97 Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. 1997. № 1. С. 119.

32. Способ получения antimicrobial и антикоррозийной добавки для пропитки кабелей: а. с. 1823434 СССР, МКИ С 07 С 233/02, С 23 F 11/14 / Р. Г. Шляшинский, А. Ю. Ключев, А. Е. Израилев, Г. Г. Свалов [и др.]; заявители Институт физико-органической химии АН БССР, Научно-производственное объединение Всесоюзного научно-исследовательского, проектно-конструкторского и технологического института кабельной промышленности, № 4928275/04; заявл. 19.02.91; опубл. 12.10.92 (Без права публикации в открытой печати).

33. Положительное решение от 13.01.92 по заявке на изобретение № 4912100105 от 19.02.91 «Состав для пропитки кабельной пряжи и бумаги» / А. Е. Израилев, А. Д. Чередниченко, Р. Г. Шляшинский, А. Ю. Ключев, Д. И. Белый.

References

1. Klyuev Yu. P., Shliashinskiy R. G., Klyuev A. Yu., Puiat S. S. *Sposob polucheniya kanifoleterpenomaleinovoy smoly* [A method for producing terpenes rosin-maleic resins]. Patent BY, no. 672, 1995.

2. Shliashinskiy R. G., Klyuev, A. Yu., Titov A. I., Zelenina R. I. *Sposob polucheniya kanifoleterpenomaleinovoy smoly* [A method for producing terpenes rosin-maleic resins]. Patent RF, no. 2105781, 1998.

3. Klyuev Yu. P., Klyuev A. Yu., Antonovich I. V., Strakh A. K. *Sposob polucheniya kanifoleterpenomaleinovoy smoly* [A method for producing terpenes rosin-maleic resins]. Patent RF, no. 1810368, 1993.

4. Klyuev, A. Yu., Skakovskiy, E. D., Kozlov, N. G., Pronevich, A. N., Prokopchuk, N. R., Udarov, B. G. Terpenesrosin-maleic adducts and derivatives: production, properties and applications (Review). *Sb. nauch. tr. In-t fiz.-organich. khimii NAN Belarusi* [Collection of Scientific. works of Institute of Physics-organic chemistry of the NAS of Belarus], 2008, no. 2, pp. 374–419 (In Russian).

5. Klyuev A. Yu., Agabekov W. E., Puchkova N. V., Prokopchuk N. R. *Kanifoleterpenostiol'nomaleinovaya smola i sposob ee polucheniya* [Rosinturpentinmaleic resin and its preparing]. Patent BY, no. 10641, 2007.

6. Lamotkin A. I., Pronevich A. N., Shliashinskiy R. G., Klyuev A. Yu. *Sposob polucheniya kanifoleterpenomaleinovoy smoly* [A method for producing terpenes rosin-maleic resins]. Patent USSR, no. 1678011, 1991.

7. Klyuev A. Yu., Shliashinskiy R. G., Erdman A. A., Stromskii A. S. *Smazochno-okhlazhdayushchaya zhidkost' dlya mekhanicheskoy obrabotki metallicheskih splavov i sposob ee polucheniya* [Coolant for machining of metal alloys and its method of preparation]. Patent BY, no. 4211, 2001.
8. Shliashinskiy R. G., Klyuev A. Yu., Turchaninova I. V., Erdman A. A. *Kompozitsiya dlya antikorrozionnogo pokrytiya* [The composition for an anticorrosion coating]. Patent BY, no. 1103, 1996.
9. Klyuev A. Yu., Agabekov W. Ye., Karpinchik Ye. V., Petukhov A. A. *Smazochno-okhlazhdayushchaya zhidkost' dlya mekhanicheskoy obrabotki metallicheskih splavov i sposob ee polucheniya* [Coolant for machining of metal alloys and its method of preparation]. Patent BY, no. 13218, 2008.
10. Klyuev A. Yu., Shliashinskiy R. G., Erdman A. A., Stromskii A. S. *Smazochno-okhlazhdayushchaya zhidkost' dlya mekhanicheskoy obrabotki metallov* [Cutting oil for mechanical processing of metals]. Patent RB, no. 1715, 1997.
11. Klyuev A. Yu., Petukhov A. A., Agabekov W. Ye. *Smazochno-okhlazhdayushchaya zhidkost' dlya mekhanicheskoy obrabotki metallicheskih splavov* [Coolant for mechanical processing metal alloys]. Patent BY, no. 7936, 2003.
12. Shliashinskiy R. G., Klyuev A. Yu., Kulevskaya I. V., Soldatov V. S. *Flyus dlya nizkotemperaturnoy payki* [The flux for soldering]. Patent USSR, no. 2089367, 1997.
13. Shliashinskiy R. G., Klyuev A. Yu., Valendo A. Ia., Belyi D. I. *Flyus dlya nizkotemperaturnoy payki* [The flux for soldering] Patent USSR, no. 1745478, 1992.
14. Shliashinskiy R. G., Izrailev A. Ye., Titov A. I., Klyuev A. Yu. *Kley-rasplav* [Hot melt glue]. Patent BY, no. 1104, 1996.
15. Shliashinskiy R. G., Izrailev A. Ye., Peshkov I. B., Belyi D. I., Klyuev A. Yu. *Sposob polucheniya antimikrobnoy i antikorrozionnoy dobavki dlya propitki kabeley* [A method for producing anti-microbial and anti-corrosion additives for impregnating cables]. Patent USSR, no. 1807051, 1993.
16. Shliashinskiy R. G., Klyuev A. Yu., Valendo A. Ya., Soldatov V. S. *Sposob polucheniya lakovoy smoly* [A method for producing a resin varnish]. Patent RF, no. 2028356, 1995.
17. Agabekov W. Ye. Kulevskaya, I. V., Shakhhab S. N., Shliashinskiy R. G., Klyuev, A. Yu. *Opticheski prozrachnyy chuvstvitel'nyy k dobavleniyu kley dlya poliarizatorov* [The optically transparent sensitive to the addition of adhesive polarizers]. Patent BY, no. 6717, 2004.
18. Zhidkov Yu. N., Agabekov V. E., Yuvchenko A. P., Klyuev A. Yu. *Praymer fosfatiruyushchiy dlya antikorrozionnoy zashchity metallov* [Phosphating primer for corrosion protection of metals]. Patent BY, no. 10704, 2006.
19. Shliashinskiy R. G., Klyuev A. Yu., Izrailev A. Ye., Belyi D. I. *Kompozitsiya dlya antikorrozionnogo pokrytiya* [The composition for an anticorrosion coating]. Patent RF, no. 2017771, 1994.
20. Shliashinskiy, R. G., Klyuev, A. Yu., Izrailev A. Ye., Belyi D. I. *Flyus dlya nizkotemperaturnoy payki* [The flux for soldering]. Patent USSR, no. 1816613, 1993.
21. Klyuev A. Yu., Agabekov V. Ye., Mulyarchik V. V., Danishevskiy V. N. *Sposob polucheniya fungitsidnoy dobavki* [A process for preparing a fungicidal additive]. Patent BY, no. 15028, 2011.
22. Klyuev A. Yu., Agabekov V. Ye., Mulyarchik V. V., Danishevskiy V. N. *Fungitsidnyy sostav dlya propitki drevesiny* [Fungicidal composition for impregnation of wood]. Patent BY, no. 16154, 2011.
23. Titenkova R. V., Klyuev A. Yu., Prokopchuk N. R., Mulyarchik V. V. *Model'nyy sostav dlya tochnogo lit'ya i sposob ego polucheniya* [Model composition for precision casting and process for its preparation]. Patent BY, no. 18054, 2014.
24. Prokopchuk N. R., Klyuev A. Yu. Study the possibility of using modified rosin in the model amounted Islands for precision casting. *Trudy BGTU* [Proceedings of BSTU]. 2012, no. 4: Chemistry, Technology of Organic Substances Technology and Biotechnology, pp. 106–118 (In Russian).
25. Agabekov W. Ye., Kulevskaya I. V., Ariko, N. G., Klyuev A. Yu. *Kleevaya kompozitsiya dlya etiketok* [The adhesive composition for labels]. Patent BY, no. 10880, 2007.
26. Agabekov W. Ye., Kulevskaya I. V., Ariko, N. G., Klyuev A. Yu. *Kleevaya kompozitsiya dlya prikleivaniya bumazhnykh etiketok* [The adhesive composition for sticking paper labels]. Patent BY, no. 13217, 2008.
27. Agabekov W. Ye., Kulevskaya I. V., Ariko, N. G., Klyuev A. Yu. *Kleevaya kompozitsiya dlya etiketok* [The adhesive composition for labels]. Patent BY, no. 15374, 2011.
28. Shliashinskiy R. G., Klyuev A. Yu., Izrailev A. Ye., Belyi D. I. *Flyus dlya payki provodov s izolyatsiyey* [The flux for soldering wires with insulation]. Patent USSR, no. 1563082, 1988.
29. Shliashinskiy R. G., Klyuev A. Yu., Valendo A. Ia., Soldatov V. S. *Kleevaya kompozitsiya* [Adhesive composition]. Patent RF, no. 2028358, 1995.

30. Udarov B. G., Shliashinskiy R. G., Manukov E. N., Klyuev A. Yu. *Flyus dlya nizkoterperaturnoy payki* [The flux for soldering]. Patent USSR, no. 1489955, 1989.

31. Klyuev A. Yu., Shliashinskiy R. G., Erdman A. A., Stromskiy A. S. *Flyus dlya nizkoterperaturnoy payki* [The flux for soldering]. Patent BY, no. 1649, 1997.

32. Shliashinskiy R. G., Klyuev A. Yu., Izrailev A. E. *Sposob polucheniya antimikrobnoy i antikorrozivnoy dobavki dlya propitki kabeley* [A method for producing antimicrobial and anticorrosion additives for impregnating cables]. Patent USSR, no. 1823434, 1992.

33. Shliashinskiy R. G., Klyuev A. Yu., Izrailev A. E., Belyy D. I., Cherednichenko, A. D. *Sostav dlya propitki kabel'noy pryazhi i bumagi* [Composition for impregnating the cable yarn and paper]. Application USSR, no. 4912100105, 1991.

Информация об авторах

Ключев Андрей Юрьевич – кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник. Институт физико-органической химии НАН Республики Беларусь (220072, г. Минск, ул. Сурганова, 13, Республика Беларусь). E-mail: irka-ideal@rambler.ru

Прокопчук Николай Романович – доктор химических наук, профессор, профессор кафедры технологии нефтехимического синтеза и переработки полимерных материалов, член-корреспондент НАН Беларуси. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: tnsippm@belstu.by

Information about the authors

Klyuev Andrey Yur'yevich – PhD (Engineering), Leading Researcher. Institute of Physical Organic Chemistry of the National Academy of Sciences of Belarus (13, Surganova str., 220072, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: irka-ideal@rambler.ru

Prokopchuk Nikolay Romanovich – DSc (Chemistry), Professor, Professor, the Department of Technology of Petrochemical Synthesis and Polymer Materials Processing, Corresponding Member of the National Academy of Sciences of Belarus. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: tnsippm@belstu.by

Поступила 08.12.2016