

УДК 678.046.39

ВЛИЯНИЕ ДИЕНОВЫХ АДДУКТОВ КАНИФОЛИ И ИХ АЗОТСОДЕРЖАЩИХ ПРОИЗВОДНЫХ НА СВОЙСТВА ЭЛАСТОМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ

Н. Р. ПРОКОПЧУК¹, К. В. ВИШНЕВСКИЙ¹⁺, Э. Т. КРУТЬКО¹, М. П. БЕЙ², А. П. ЮВЧЕНКО², Н. С. ПЕКАРСКИЙ²

¹Белорусский государственный технологический университет, ул. Свердлова, 13а, 220006, г. Минск, Беларусь

²Институт химии новых материалов НАН Беларуси, ул. Ф. Скорины, 36, 220141, г. Минск, Беларусь

Статья посвящена актуальной проблеме модифицирования канифоли и использования полученных продуктов в качестве добавок в эластомерных композициях.

Цель работы — изучение влияния диеновых аддуктов канифоли и их азотсодержащих производных на свойства эластомерных композиций на основе синтетических каучуков.

В работе использовали резиновые смеси на основе синтетического изопренового каучука марки СКИ-3, а также его комбинации с синтетическим маслонеполненным бутадиенстирольным каучуком марки СКМС-30 АРКМ-15. Изучали свойства модифицированных эластомерных композиций, влияющие на технологию их переработки такие, как вязкость по Муни, стойкость к подвулканизации, кинетические характеристики процесса вулканизации. Оценено влияние вводимых добавок на показатель прочность связи между слоями при расслаивании, который особенно важен для многослойных армированных изделий. Установлено, что синтезированные азотсодержащие добавки на основе малеинового и итаконового аддуктов канифоли могут быть использованы в резиновых смесях на основе каучуков общего назначения в качестве технологических добавок. Эти добавки позволяют снизить вязкость эластомерных композиций, при чем в большей степени в смесях на основе изопренового каучука. При комбинации каучуков их влияние выражается в меньшей степени. Введение добавок позволяет увеличить время нахождения смесей в вязкотекучем состоянии при температуре вулканизации, практически не оказывая влияния на кинетику вулканизации резиновых смесей в основном периоде. Исследование прочности связи между слоями резиновой смеси выявило, что введение добавок способствует значительному увеличению данного показателя. Различный характер влияния добавок на прочность связи между слоями, вероятно, связан со структурой вводимых добавок и наличием в рецептуре исследуемых смесей различных промоторов адгезии.

Ключевые слова: канифольномалеиновый аддукт, канифольноитаконовый аддукт, технологическая добавка, вязкость по Муни, кинетика вулканизации, адгезия, прочность при расслаивании.

THE EFFECT OF DIENE ADDUCTS OF ROSIN AND THEIR NITROGEN-CONTAINING DERIVATIVES ON THE PROPERTIES OF ELASTOMERIC COMPOSITIONS

N. R. PROKOPCHUK¹, K. V. VISHNEVSKII¹⁺, E. T. KRUT'KO¹, M. P. BEI², A. P. YUVCHENKO², N. S. PIKARSKI¹

¹Belarusian State Technological University, Sverdlova St., 13a, 220006, Minsk, Belarus

²Institute of Chemistry of New Materials of National Academy of Sciences of Belarus, F. Skorina St., 36, 220141, Minsk, Belarus

The article is devoted to the actual problem of the modification of rosin and the use of the obtained

⁺ Автор, с которым следует вести переписку. E-mail: vik@belstu.by

products as additives in elastomeric compositions.

The aim of the work is to determine the effect of diene adducts of rosin and their nitrogen-containing derivatives on the properties of elastomeric compositions based on synthetic rubbers.

We used the rubber compositions based on synthetic isoprene rubber stamps SKI-3, as well as its combination with the synthetic oil-filled styrene-butadiene rubber grade SKMS 30 ARKM-15. The properties of modified elastomeric compositions influencing the technology of their processing such as Mooney viscosity, resistance to scorch, kinetic characteristics of the vulcanization process are studied. The effect of additives on the index of ply adhesion strength between the layers in the separation is investigated, which is especially important for multilayer reinforced products. The synthesized nitrogen-containing additive based on maleic and itaconic adducts of rosin can be used in rubber mixtures based on general-purpose rubbers as processing aids. It is shown that the use of the obtained products makes it possible to reduce the viscosity of the processed compositions, their greatest effect display in mixtures based on isoprene rubber, while in the matrix based on the combination of rubbers their effect was less pronounced. The introduction of additives allowed to increase the time of the mixtures in the viscous-flow state at the vulcanization temperature, without actually affecting the rubber kinetics of vulcanization of rubber compounds in the main period. Investigation of the ply adhesion strength in rubber mixtures revealed that the introduction of additives promotes a significant increase in the strength of the bond between layers in the separation, the different nature of the effect of additives on this parameter can be related both to the structure of the additives added and to the presence in the formulation of the test mixtures of various adhesion promoters.

Keywords: rosin-maleic, rosin-itaconic acid adduct, technological additive, Mooney viscosity, kinetics of vulcanization, adhesion, ply adhesion strength.

Введение

Канифоль в настоящее время находит широкое применение в качестве модифицирующих добавок в производстве полимерных композиционных материалов, синтетического каучука, в целлюлозно-бумажной, в лакокрасочной и полиграфической промышленности и т. д. Однако, такие свойства канифоли, как низкая температура размягчения, высокое кислотное число, недостаточная влагуостойчивость, хрупкость, склонность к кристаллизации, способность легко окисляться кислородом воздуха и др. обуславливают необходимость ее модифицирования и получения ее производных, таких как эфиры, амиды, резинаты (соли смоляных кислот канифоли) и др., которые, в основном, применяются в качестве модифицирующих добавок [1]. Известно [2], что из канифоли, различных ее модификаций и из индивидуальных смоляных кислот, можно изготавливать ценные продукты: инсектициды, фунгициды, альгициды, флотореагенты и даже аналоги стероидов и другие физиологически активные вещества. В настоящее время многие зарубежные фирмы, такие как «Hercules», «DuPont», «Hest», «Hensel» и др., выпускают более 500 видов производных канифоли и скипидара, которые широко используются в производстве биологически активных веществ, пластификаторов, адгезивов, стабилизаторов и др.

Учитывая неизменность ассортиментов каучуков и ингредиентов эластомерных композиций, для создания резин улучшенного качества перспективным является введение в рецептуры специальных добавок, улучшающих и стабилизирующих технологические параметры резиновых смесей, но при этом не ухудшающие эксплуатационные характеристики резиновых изделий. В качестве таких добавок в резиновых смесях могут использоваться азотсодержащие производные ди-

еновых аддуктов канифоли [3].

Цель работы — изучение влияния диеновых аддуктов канифоли и их азотсодержащих производных на свойства эластомерных композиций на основе синтетических каучуков.

Материалы и методы исследования

В качестве добавок выбрали ряд ранее полученных диеновых аддуктов канифоли и их азотсодержащих производных [4]. На рисунке представлена обобщенная структурная формула используемых продуктов. Использовали следующие добавки:

– канифольномалеиновый аддукт (ОКМА), представляющий собой смесь малеопимаровой кислоты ($\approx 50\%$) и не вступивших в реакцию с малеиновым ангидридом смоляных кислот канифоли (дегидроабетиновой, дигидроабетиновой, пимаровой, изопимаровой), модифицированную олеиновой кислотой способом, представленным в [5]. Заместители: $R' = H$, $R = OH$, $X = O$;

– канифольноитаконовый аддукт (КИА), представляющий собой смесь цитраконопимаровой кислоты в виде двух изомеров ($\approx 50\%$) и не вступивших в реакцию с цитраконовым ангидридом смоляных кислот канифоли (дегидроабетиновой, дигидроабетиновой, пимаровой, изопимаровой) [6]. Заместители: $R' = CH_3$, $R = OH$, $X = O$;

– октилимид канифольномалеинового аддукта (ООКМА), представляющий собой смесь N-октилимида малеопимаровой кислоты ($\approx 50\%$) и смоляных кислот канифоли (дегидроабетиновой, дигидроабетиновой, пимаровой, изопимаровой). Заместители: $R' = H$, $R = OH$, $X = N(CH_2)_7CH_3$;

– октилимид канифольноитаконового аддукта (ОКИА), представляющий собой смесь N-октилимида цитраконо-пимаровой кислоты ($\approx 50\%$) и

смоляных кислот канифоли (дегидроабиединовой, дигидро-абиединовой, пимаровой, изопимаровой). Заместители: $R' = CH_3$, $R = OH$, $X = N(CH_2)_7CH_3$;

– имид канифольномалеинового аддукта и анилина (АОКМА), представляющий собой смесь *N*-фенилимида малеопимаровой кислоты ($\approx 50\%$) и смоляных кислот канифоли (дегидроабиединовой, дигидроабиединовой, пимаровой, изопимаровой). Заместители: $R' = H$, $R = OH$, $X = NC_6H_5$;

– имидоамид канифольномалеинового аддукта и анилина (АКМА), представляющий собой смесь *N*-фенилимида анилида малеопимаровой кислоты и анилидов смоляных кислот (дегидроабиединовой, дигидроабиединовой, пимаровой, изопимаровой). Заместители: $R' = H$, $R = NHC_6H_5$, $X = NC_6H_5$;

– имидоамид канифольномалеинового аддукта и *n*-анизидина (АНКМА), представляющий собой смесь *N*-(*n*-метоксифенил)имида *n*-метоксифениламида малеопимаровой кислоты и *n*-метоксифениламида смоляных кислот (дегидроабиединовой, дигидроабиединовой, пимаровой, изопимаровой). Заместители: $R' = H$, $R = NHC_6H_4OCH_3$, $X = NC_6H_4OCH_3$.

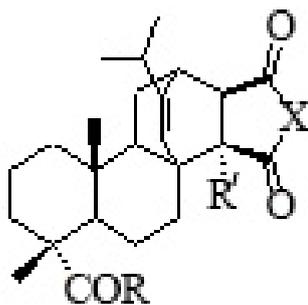


Рисунок — Общая структурная формула синтезированных добавок
Fig. — The general structural formula of synthesized additives

Поскольку эластомерные композиции, используемые при производстве резиновых изделий, содержат большое количество ингредиентов, которые могут влиять на взаимодействие вводимых добавок с полимерной основой, то на начальном этапе исследования добавки вводили в модельные резиновые смеси, которые не содержали наполнители, пластификаторы. В качестве добавок использовали продукты, которые показали свою эффективность на модельных резиновых смесях: ОКИА, АНКМА, АОКМА, АКМА.

Кислотное число и температура размягчения, определенные по методу кольца и шара (ГОСТ 5985 и ГОСТ 32054 соответственно), вводимых добавок приведены в табл. 1.

При производстве эластомерных композиций в качестве эластомерной матрицы использовали смеси на основе синтетического полиизопренового каучука (марки СКИ-3) и его комбинации с синтетическим маслонеполненным бутадиен-стирольным каучуком (марки СКМС-30 АРКМ-15). Рецептуры композиций приведены в табл. 2. Синтезированные добавки вводили в готовые композиции в количестве 2,5 мас.ч. на 100,0 мас.ч. каучука.

Таблица 1 — Кислотное число и температура размягчения добавок

Table 1 — Acid number and softening temperature of the additives

Принятое сокращение	Кислотное число, мг КОН/г	Температура размягчения, °С
ОКИА	128	62–72
АНКМА	58	120–125
АОКМА	145	110–240
АКМА	80	71–77

Таблица 2 — Рецептуры исследуемых эластомерных композиций

Table 2 — Mix formulation of test elastomeric compositions

Наименование компонентов	Содержание, мас.ч., компонентов на 100 мас.ч. каучука	
	Смеси на основе СКИ-3	Смеси на основе комбинации каучуков
СКИ-3	100,0	70,0
СК(М)С-30АРКМ-15	–	30,0
Сера	7,0	1,8
Ускоритель	1,2	0,7
Технический углерод	61,0	53,0
ZnO БЦО	7,0	3,5
Стеариновая кислота	1,0	2,0
Пластификатор	3,0	8,0
Промотор адгезии	1,0	1,2
Смолы	5,5	5,0
Противостарители	3,0	2,0
Замедлитель подвулканизации	0,3	–
Вводимые добавки	2,5	2,5

Исследуемые композиции производили в условиях предприятия по переработке эластомеров в промышленном резиносмесителе, добавки дополнительно вводили на лабораторных вальцах.

Вязкость по Муни образцов эластомерных композиций определяли в соответствии с ГОСТ 10722 при скорости сдвига $1,5 \text{ мин}^{-1}$; время вращения ротора 4 мин; температура 100 °C ; испытания проводили с использованием большого ротора диаметром 38,1 мм; предварительный нагрев осуществляли в течение 1 мин.

Исследования кинетики вулканизации проводили согласно ГОСТ 12535 на виброреометре «ODR-2000» (Англия), при температуре 153 °C в течение 30 мин.

Определение прочности связи между слоями при расслаивании проводили согласно ГОСТ 6768 с помощью разрывной машины «Tensometer 2020-DC10SH» (Англия). Для испытания использовали образцы в виде полосок шириной $25 \pm 0,5 \text{ мм}$, толщиной не более 12 мм и длиной, обеспечивающей расслаивание на участке не менее 100 мм. Заготовленные образцы выдерживали 24 ч при температуре $23 \pm 2 \text{ °C}$,

при относительной влажности $50 \pm 5\%$. Образцы для испытаний расслаивали сначала на участке от 30 до 50 мм, затем на остальном участке. Во время испытаний обеспечивали равномерное распределение нагрузки и размещение расслаиваемых слоев в одной плоскости.

Результаты исследований и их обсуждение

Результаты испытаний исследуемых эластомерных композиций на вискозиметре Муни представлены в табл. 3.

Таблица 3 — Вязкость по Муни исследуемых эластомерных композиций
Table 3 — Mooney viscosity indices of the investigated elastomeric compositions

Тип вводимой добавки	Смеси на основе СКИ-3, усл.ед. Муни	Смеси на основе комбинации каучуков, усл.ед. Муни
Без добавок	52,8	32,7
ОКИА	41,0	32,2
АнКМА	47,6	31,1
АОКМА	39,4	35,2
АКМА	40,8	26,5

Результаты исследований показали, что в смеси на основе каучука СКИ-3 при введении в нее синтезируемых добавок происходит существенное уменьшение вязкости по Муни, по сравнению со смесью без азотсодержащих продуктов. Так, для смесей, содержащих добавки АОКМА, АКМА и ОКИА, показатель вязкости по Муни составляет 39,4–41,0 усл.ед. Муни. Значение показателя для смеси без добавок составляет 52,8 усл.ед. Муни. В меньшей степени оказала влияние добавка АнКМА — смесь характеризуется значением показателя вязкости по Муни на уровне 47,6 усл.ед.

В смеси на основе комбинации каучуков СКИ-3 и СК(М)С-30 АРКМ-15 влияние добавок выражено в меньшей степени. Увеличение вязкости эластомерной композиции наблюдается только в случае введения добавки АОКМА (35,2 усл.ед. Муни по сравнению с 32,7 усл.ед. Муни у смеси, не содержащей добавок). Снижение вязкости на 18% наблюдается лишь при использовании добавки АКМА. Эластомерные композиции с добавками ОКИА и АнКМА по своим вязкостным свойствам практически не отличаются от образца без добавок (вязкость резиновых смесей находится в пределах 31–32 усл.ед. Муни).

Таким образом, введение добавок способствует снижению вязкости и напряжений сдвига, что может быть связано с их пластифицирующим действием. Уменьшение влияния добавок на вязкость по Муни резиновых смесей на основе комбинации каучуков, может быть связано с наличием объемного заместителя в структуре бутадиен-стирольного каучука.

Введение синтезированных добавок может повлиять на процесс образования пространственной сетки, что потребует изменения режима

вулканизации изделий и параметров переработки эластомерных композиций, поэтому кинетика вулканизации резиновых смесей с азотсодержащими продуктами представляла значительный интерес. Результаты исследований на виброреометре «ODR-2000» резиновых смесей представлены в табл. 4.

Таблица 4 — Кинетика вулканизации резиновых смесей с исследуемыми добавками на основе аддуктов канифоли
Table 4 — The kinetics of the rubber compounds vulcanization with nitrogen-containing products based on rosin

Тип вводимой добавки	Время, необходимое для увеличения минимального крутящего момента на 2 ед., мин	Время достижения оптимальной степени вулканизации, мин	Скорость вулканизации, дН·м/мин
Смесь на основе СКИ-3			
Без добавок	6,3	10,6	12,4
ОКИА	6,7	11,2	9,9
АнКМА	6,5	10,2	10,8
АОКМА	6,8	10,8	9,8
АКМА	6,5	11,2	11,0
Смесь на основе комбинации каучуков СКИ-3 и СКМС-30 АРКМ-15			
Без добавок	8,4	22,5	2,0
ОКИА	9,0	23,4	1,9
АнКМА	7,8	22,1	2,2
АОКМА	9,5	23,8	1,8
АКМА	9,2	23,2	1,9

Анализ данных показал, что введение добавок в смесь на основе каучука СКИ-3 уменьшает скорость процесса вулканизации по сравнению со смесью без добавок. Наибольший эффект наблюдается у смесей, содержащих ОКИА и АОКМА — 21%. В то же время азотсодержащие производные аддуктов канифоли оказывают незначительное влияние как на время начала вулканизации, так и на время достижения оптимума вулканизации: значение показателя у резиновой смеси без добавок составило 10,7 мин, а значения показателя у смесей с добавками находится в интервале от 10,2 мин (добавка АнКМА) до 11,4 мин (добавка АКМА).

Изменение времени достижения оптимальной степени вулканизации резиновых смесей на основе комбинации каучуков СКИ-3 и СК(М)С-30 АРКМ-15 находится в пределах 8%. Наибольшее увеличение показателя наблюдается при введении добавок ОКИА и АОКМА. При этом изменение времени достижения оптимальной степени вулканизации связано с более поздним началом самого процесса вулканизации. Так, при введении указанных добавок на 5–10% увеличивается время, необходимое для повышения минимального крутящего момента на 2 дН·м (данный показатель указывает на время нахождения смеси в вязкотекучем состоянии и свидетельствует о начале процесса сшивки, что и

подтверждается увеличением крутящего момента). Кроме того, добавки ОКИА и АОКМА снижают и скорость вулканизации. Значение данного показателя у смесей с ОКИА и АКМА составляет соответственно 1,9 и 1,8 дН·м/мин, у смеси, не содержащей добавок — 2,0 дН·м/мин.

Исследуемые эластомерные композиции применяются при изготовлении многослойных изделий для обеспечения качественной сборки резиновых изделий, которая возможна лишь при наличии достаточного аутогезионного взаимодействия. Данный показатель оценивается по прочности связи между слоями при расслаивании — силе, необходимой для расслаивания многослойного образца при заданных условиях испытания, отнесенной к ширине образца.

Прочность связи между слоями при расслаивании (R) вычисляли по формуле:

$$R = \frac{P}{b},$$

где P , Н — нагрузка при расслаивании; b , м — ширина образца.

Результаты проведенных испытаний исследуемых резиновых смесей представлены в табл. 5, из которой следует, что введение всех исследуемых добавок способствует значительному повышению прочности связи между слоями. Так, для резины на базе СКИ-3, по сравнению со значением смеси без добавок равным 100,3 Н/м, значения показателя колеблются от 120,7 Н/м (добавка ОКИА) до 242,9 Н/м (добавка АОКМА).

Таблица 5 — Прочность связи между слоями при расслаивании

Table 5 — Ply adhesion strength between the layers under layer separation

Тип вводимой добавки	Прочность связи между слоями при расслаивании, Н/м	
	смесей на основе СКИ-3	смесей на основе комбинации каучуков СКИ-3 и СКМС-30 АРКМ-15
Без добавок	100,3	98,4
ОКИА	142,1	276,3
АнКМА	172,1	250,4
АОКМА	242,9	127,5
АКМА	120,7	173,4

При введении добавок в резиновую смесь на основе комбинации каучуков прочность связи между слоями при расслаивании, как и в случае резиновой смеси на основе СКИ-3, увеличивается. Однако наибольшие значения прочности связи между слоями отмечены у смесей, содержащих добавки ОКИА, АнКМА, и составили 250,4 Н/м и 276,3 Н/м соответственно (значение показателя у смеси без добавок — 98,4 Н/м).

Различный характер влияния добавок в резиновой смеси на основе СКИ-3 и резиновой смеси на основе комбинации каучуков, видимо, связан с от-

личиями структуры вводимых добавок, а также с применением различных промоторов адгезии в составе исследуемых смесей.

Выводы

Результаты проведенных исследований свидетельствуют о том, что синтезированные азотсодержащие добавки на основе малеинового и итаконового аддуктов канифоли могут применяться в резиновых смесях на основе каучуков общего назначения в качестве технологических добавок. Их применение позволяет снизить вязкость композиций на основе изопренового каучука на 10–25%. Изменение вязкости в случае эластомерной матрицы на основе комбинации каучуков выражено в меньшей степени (основная часть добавок практически не оказывает влияния, а снижение на 18% наблюдается лишь при введении АКМА), что связано, по-видимому, с наличием более объемного заместителя у бутадиен-стирольного каучука. Введение добавок позволяет повысить время нахождения смесей на основе СКИ-3 и комбинации каучуков в вязко-текучем состоянии соответственно на 6% и 12%, по сравнению со смесями без добавок, при этом практически не оказывая влияния на кинетику вулканизации резиновых смесей на основе комбинации каучуков. Введение добавок способствует значительному (в 2,7 раза) увеличению прочности связи между слоями при расслаивании.

Обозначения

АКМА — имидоамид канифольномалеинового аддукта и анилина; АнКМА — имидоамид канифольномалеинового аддукта и n -анилидина; АОКМА — имид канифольномалеинового аддукта и анилина; КИА — канифольноитакононовый аддукт; ОКИА — октилимид канифольноитаконового аддукта; ОКМА — канифольномалеиновый аддукт, модифицированный олеиновой кислотой; ООКМА — октилимид канифольномалеинового аддукта; СКИ — синтетический каучук изопреновый; СКМС — синтетический каучук метилстирольный; b , м — ширина образца; P , Н — нагрузка при расслаивании; R , Н/м — прочность связи между слоями при расслаивании.

Литература

1. Ламоткин С. А., Чернышева Т. В., Шашок Ж. С., Ламоткин А. И., Колногоров К. П. Свойства эластомерных композиций, содержащих соли малеинизированной канифоли // Каучук и резина. 2008. № 3. С. 5–7.
2. Переработка канифоли и скипидара // tehnoinfos.ru: портал технологии, оборудования, производства [Электронный ресурс]. URL: <http://tehnoinfos.ru/tehnolog/derevo/265-kanifol-skipidar.html> (дата обращения: 12.05.2018).
3. Выродов В. А., Кислицын А. Н., Глухарева М. И., Киприанов А. И., Ефимов Л. М., Журавлев П. И., Технология лесохимических производств. Москва: Лесная промышленность, 1987. 123 с.
4. Вишневецкий К. В., Прокопчук Н. Р., Бей М. П., Пучкова Н. В., Ювченко А. П., Шкодич В. Ф. Некоторые особен-

- ности свойств эластомерных композиций с азотсодержащими аддуктами канифоли // Вестник Казанского технологического университета. 2015. Т.18. №2. С. 206–209.
5. Пат. 13646 РБ, МПК С 07D 493/00, С 07D 307/00. Способ получения цитраконопимаровой кислоты / Бей М. П., Ювченко А. П.; заявитель и патентообладатель Институт химии новых материалов НАН Беларуси. N 20071579; заявл. 19.12.07; опубл. 30.10.10, Афицыйны бюл. N 5 (76). 3 с.
6. Пат. 13218 РБ, МПК С 10М 173/02, С 10М 177/00. Смазочно-охлаждающая жидкость для механической обработки металлических сплавов и способ её получения / Клюев А. Ю., Агабеков В. Е., Карпинчик Е. В., Петухов А. А., Жидков Ю. Н., Прокопчук Н. Р., Ювченко А. П., Тянь Янь; заявитель и патентообладатель Институт химии новых материалов НАН Беларуси. N 20070631; заявл. 24.05.2007; опубл. 30.06.2010, Афицыйны бюл. N 3 (74). 11 с.
2. Pererabotka kanifoli i skipidara (Processing of rosin and turpentine). Available at: <http://tehnoinfos.ru/tehnolog/derevo/265-kanifol-skipidar.html> (accessed 12 may 2018).
3. Vyrodov V. A., Kislitsyn A. N., Glukhareva M. I., Kiprianov A. I., Efimov L. M., Zhuravlev P. I. *Tekhnologiya lesokhimicheskikh proizvodstv* [Technology of wood chemical production]. Moscow: Lesnaya promyshlennost' Publ., 1987. 123 p.
4. Vishnevskiy K. V., Prokopchuk N. R., Bei M. P., Puchkova N. V., Yuvchenko A. P., Shkodich V. F. Nekotorye osobennosti svoystv elastomernykh kompozitsiy s azotsoderzhashchimi adduk-tami kanifoli [Some features of properties of elastomeric compositions with nitrogen-containing additives of rosin]. *Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta* [Bulletin of Kazan Technological University], 2015, no. 2, pp. 206–209.
5. Bei M. P., Yuvchenko A. P. Sposob polucheniya tsittrakonopimarovoy kisloty [A method for producing of citraconopimaric acid]. Patent RB, no. 13646, 2010.
6. Klyuev A. Yu., Agabekov V. E., Karpinchik E. V., Petukhov A. A., Zhidkov Yu. N., Prokopchuk N. R., Yuvchenko A. P., Tyan' Yan'. Smazochno-ohlazhdayuschaya zhidkost dlya mehanicheskoy obrabotki matallicheskih splavov I sposob ievo polucheniya [Grease-cooling liquid for mechanical processing of metal alloys and the method for its production]. Patent RB, no. 13218, 2010.

References

1. Lamotkin S. A., Chernysheva T. V., Shashok Zh. S., Lamotkin A. I., Kolnogorov K. P. Svoystva elastomernykh kompozitsiy, soderzhashchikh soli maleinizirovannoy kanifoli [Properties of elastomeric compositions containing salts of maleinized rosin]. *Kauchuk i rezina*, 2008, no. 3, pp. 5–7.

Поступила в редакцию 18.04.2018

© Н. Р. Прокопчук, К. В. Вишневский, Э. Т. Крутько, М. П. Бей, А. П. Ювченко, Н. С. Пекарский, 2018