



УДК 547.599.2

DOI: 10.17238/issn0536-1036.2017.1.177

### ОЧИСТКА СУЛЬФАТНОГО СКИПИДАРА-СЫРЦА ОТ СЕРАСОДЕРЖАЩИХ СОЕДИНЕНИЙ\*

*Е.С. Тюрмина<sup>2</sup>, канд. хим. наук*

*И.С. Ильичев<sup>1</sup>, канд. хим. наук*

*А.Б. Радбиль<sup>1</sup>, д-р техн. наук*

*Л.Л. Семенычева<sup>2</sup>, д-р хим. наук*

*М.А. Лазарев<sup>1</sup>, канд. хим. наук*

*Е.А. Маврина<sup>2</sup>, асп.*

*А.А. Шалашова<sup>2</sup>, асп.*

<sup>1</sup> Управляющая компания Биохимического холдинга «Оргхим», пр. Гагарина, д. 29-д, г. Нижний Новгород, Россия, 603057; e-mail: i.ilichev@orgkhim.com

<sup>2</sup> НИИ химии Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского, пр. Гагарина, д. 23, г. Нижний Новгород, Россия, 603950; e-mail: e.turmina@orgkhim.com

Растительное сырье представляет собой уникальный возобновляемый природный комплекс органических соединений. Правильное использование всех компонентов растительного сырья открывает широкие возможности для химической промышленности, поэтому проблемы комплексной переработки и рационального использования лесохимических продуктов особенно актуальны в настоящее время. Сульфатный скипидар является побочным продуктом при производстве сульфатной целлюлозы. Он выделяется из сдувок в ходе пропарки щепы и из варочного котла сульфатно-целлюлозного производства. Скипидар-сырец сульфатный выпускается по ТУ 13-0281078-55–89. Вследствие резкого неприятного запаха, связанного с присутствием соединений серы, он не находит квалифицированного применения и нуждается в очистке. Значительные объемы сульфатно-целлюлозного производства и возможность осуществления обессеривания сульфатного скипидара позволяют рассматривать его как крупный источник терпеновых соединений. В настоящее время ставится задача добиться такой степени очистки от серасодержащих соединений, которая позволила

---

\*Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ (договор № 02.G25.31.0073) в Нижегородском государственном университете им. Н.И. Лобачевского.

*Для цитирования:* Тюрмина Е.С., Ильичев И.С., Радбиль А.Б., Семенычева Л.Л., Лазарев М.А., Маврина Е.А., Шалашова А.А. Очистка сульфатного скипидара-сырца от серасодержащих соединений // Лесн. журн. 2017. № 1. С. 177–185. (Изв. высш. учеб. заведений). DOI: 10.17238/issn0536-1036.2017.1.177

бы повысить качество сульфатного скипидара до сопоставимого с живичным. В литературе описаны различные способы обессеривания: химические, физические и физико-химические. Скипидар-сырец различных производителей имеет неодинаковый состав по содержанию серы и основного составляющего ( $\alpha$ -пинена). В связи с этим разработка методов очистки скипидара-сырца на конкретном виде сырья для решения проблемы получения качественных продуктов вторичной переработки актуальна. При очистке скипидара-сырца от серосодержащих компонентов были опробованы растворы окислителей: пероксида водорода, персульфата аммония, гидроксида натрия и др. Очищенный химическими реагентами скипидар подвергали ректификации. Получены образцы с содержанием общей серы на уровне 100 ppm.

*Ключевые слова:* скипидар, терпеновые углеводороды, серосодержащие соединения, пероксид водорода.

### *Введение*

Состав скипидара-сырца определяется породой перерабатываемой древесины, технологией и аппаратным оформлением процесса производства целлюлозы. Отличительным признаком сульфатного скипидара является наличие сернистых соединений ( $\text{CH}_3\text{SH}$ ,  $(\text{CH}_3)_2\text{S}$ ,  $(\text{CH}_3)_2\text{S}_2$  и др.), присутствие которых даже в незначительных количествах ограничивает применение скипидара для органического синтеза (из-за его неприятного запаха и «отравления» используемых в каталитических процессах катализаторов) [2, 10, 11]. Требования, предъявляемые к очищенному сульфатному скипидару, определяются техническими условиями ТУ 13-028-1078-36–89: содержание серы для скипидара 2-го сорта не должно превышать 500 ppm, для скипидара высшего сорта – 200 ppm. Очищенный от сопутствующих сернистых соединений сульфатный скипидар может успешно конкурировать с живичным во многих отраслях промышленности. В связи со значительным падением производства живичного скипидара в нашей стране и за рубежом очищенный сульфатный скипидар заменяет живичный в лакокрасочной промышленности, где применяется в качестве растворителя.

Более ценным его назначением является использование в производстве душистых веществ, камфоры, соснового масла, терпинеола и др. Массовое производство таких веществ налажено в США, Франции, Индии. В России производят лишь сосновое масло (АО «Сибирский лесохимический завод» Биохимического холдинга «Оргхим», г. Лесосибирск Красноярского края) и камфен (АО «Оргсинтез», г. Нижний Новгород). Развитие производства высокомаржинальных продуктов на основе скипидара ( $\alpha$ -пинена) тормозит отсутствие сырьевой базы по очищенному сульфатному скипидару в нашей стране. Единственным производителем его является Усть-Илимский лесоперерабатывающий комплекс (ОАО «Группа Илим», филиал в г. Усть-Илимске). Поэтому вопрос очистки скипидара-сырца весьма актуален.

Очистку скипидара от сернистых соединений можно осуществить химическими, физическими и физико-химическими способами: адсорбцией ски-

пидара [7]; обработкой металлами, оксидами, солями металлов [3, 4]; экстракцией селективными растворителями [6]; обработкой кислотами и щелочами [1]; разрушением или осаждением сернистых соединений окисляющими агентами [5]; вакуумной ректификацией [8, 9].

Цель данной работы – получение очищенного сульфатного скипидара с низким содержанием сернистых соединений, отвечающего всем требованиям ТУ 13-0281078-36–89.

#### *Объекты и методы исследования*

В экспериментах использовали сульфатный скипидар-сырец Сегежского целлюлозно-бумажного комбината (СТО 51321438-016–2008) с содержанием сернистых соединений в пересчете на серу 18 000...20 000 ppm (1,8... 2,0 %).

*Очистка сульфатного скипидара раствором пероксида водорода ( $H_2O_2$ ).* В реактор, снабженный верхнеприводной мешалкой и термопарой, загружали сульфатный скипидар-сырец и 5 %-й водный раствор  $H_2O_2$  в соотношении 1:1 по массе. Реакционную смесь постоянно перемешивали в течение 2 ч при температуре 90 °С. После чего ее отстаивали, сливали водный слой, органический слой промывали дистиллированной водой и отбирали пробу на анализ.

*Очистка сульфатного скипидара раствором хлорамина Б (бензолсульфохлорамида натрия).* В реактор загружали по 100 г скипидара и 2,5 %-го раствора хлорамина Б. Добавляли гидроксид натрия (NaOH) в сухом виде до pH 12. Обработывали скипидар при температуре 90 °С в течение 2 ч, промывали водой и отбирали пробу на анализ.

*Очистка сульфатного скипидара раствором персульфата аммония ( $(NH_4)_2S_2O_8$ ).* В реактор загружали в количестве 1:1 (по массе) сульфатный скипидар и 20 %-й раствор  $(NH_4)_2S_2O_8$ . Перемешивали в течение 3 ч при температуре 90 °С. На делительной воронке отделяли скипидарный слой от водного и отбирали пробу на анализ.

*Щелочная обработка скипидара-сырца.* В реактор загружали 150 мл скипидара и 75 мл 10 %-го раствора NaOH. Смесь перемешивали в течение 5 ч при кипячении (температура 95...110 °С). Далее ее отстаивали, сливали щелочной слой и промывали скипидар дистиллированной водой. После этого пробу отбирали и анализировали ее на содержание серы.

*Ректификация.* Для ректификации скипидара-сырца использовали классическую периодическую схему, работающую под вакуумом: куб-испаритель; ректификационная колонна; система конденсации; узел разделения потоков: флегма-отбор, вакуум-приемник; сборники фракций; вакуум-насосное обеспечение (не менее 0,9 кг/см<sup>2</sup>). В куб-испаритель загружали скипидар-сырец, очищенный 5 %-м раствором  $H_2O_2$ , нагревали его до кипения (температура 155...165 °С). При появлении в верхней части колонны парожидкостного потока устанавливали режим работы колонны на минимальный отбор фракций в

количестве около 8...10 % по объему (головная фракция), далее работу колонны переключали на отбор основной (пиненовой) фракции.

*Определение содержания серы.* Количественное содержание серы в исследуемых образцах определяли на автоматическом анализаторе Elementar Tracе SN Cube (завод изготовитель: «Elementar Analysensysteme GmbH», Германия), оснащенный УФ-флуоресцентным детектором HORIBA AP5A-370, а также на газовом хроматографе «Хроматэк-Кристалл 5000» с пламенно-фотометрическим детектором.

*Определение состава разогнанных дистиллятов.* Состав определяли на газовом хроматографе «Хроматэк-Кристалл 4000», снабженным пламенно-ионизационным детектором, капиллярной колонкой с полиметилсилоксановой неподвижной фазой SE-30 (30 м × 0,25 мм × 0,25 мкм). При определении скипидарных компонентов пробоподготовку и температурную программу нагрева колонки осуществляли по ASTM D6387 (50 °C × 5 мин; 5 °C/мин × 40 мин; 250 °C × 10 мин).

#### Результаты и их обсуждение

Многие методы очистки и дезодорации скипидара базируются на применении различных окисляющих агентов – оксидов азота, азотной кислоты, пероксида водорода, гипохлоритов и т. д. Применение этих реагентов имеет целью окислить присутствующие в скипидаре меркаптаны и сульфиды с переводом их в сульфокислоты и сульфоны [2].

В качестве реагентов использованы H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, хлорамин Б, (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub> и NaOH и азот (N<sub>2</sub>). Данный выбор обусловлен доступностью и относительной дешевизной реагентов.

Как видно из данных табл. 1, каждый из представленных химических реагентов практически в равной степени способен очистить сульфатный скипидар от сернистых соединений, снижая их содержание на порядок.

Таблица 1  
Результаты очистки скипидара-сырца от серосодержащих компонентов

№ опыта	Реагент	Температура, °C	Время обработки, ч	Содержание серы, ppm
Исходный	–	–	–	20 000
1	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	90	2	2 800
2	Хлорамин Б	90	2	2 430
3	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>8</sub>	90	3	2 300
4	NaOH	90	5	2 000
	NaOH + N <sub>2</sub>	90	5	900

Известный способ очистки сульфатного скипидара-сырца от сернистых соединений путем обработки его 15 %-м раствором хлорамина Б [8] (белый или слегка желтоватый кристаллический порошок, содержащий 25...29 % ак-

тивного хлора) был опробован нами при очистке сульфатного скипидара-сырца Сегежского ЦБК. В результате обработки удалось снизить количество серасодержащих компонентов до 2 430 ppm (опыт № 2), что на порядок меньше исходных значений. Однако использовать 15 %-й раствор хлорамина Б в заводских условиях нежелательно в связи с тем, что все хлорамины ароматического ряда в воде гидролизуются до амидов и хлорноватистой кислоты (HClO). В процессе обработки скипидара при температуре 90 °С происходит образование крупных кристаллов бледно-розового цвета – амида бензолсульфонокислоты ( $C_6H_5SO_2NH_2$ ), растворимых в ацетоне.

В качестве еще одного агента очистки скипидара-сырца от сернистых соединений был предложен сильный окислитель –  $(NH_4)_2S_2O_8$  (опыт № 3). В результате удалось добиться снижения содержания серы до 2 300 ppm. Но и этот способ имеет свои недостатки: при обработке скипидара персульфатом аммония в колбе образуется черный маслянистый осадок (происходит осмоление). К тому же 5-ступенчатый процесс достаточно длителен и ресурсозатратен.

Одним из известных способов очистки скипидара-сырца от серасодержащих соединений является обработка щелочным раствором и карбонильным соединением (общая формула  $R-C(O)H$ , или  $R-C(O)R$ , где R-H – метил- (например, ацетон), этил-, пропил-, изо-бутил-) с последующей ректификацией. Очищенный этим способом скипидар содержит не более 0,02 масс. % (200 ppm) серы [6]. Однако сульфатный скипидар-сырец с содержанием серы более 1,00 % (10 000 ppm) данным способом можно очистить только на 40...50 %.

Обработка скипидара 10 %-м раствором NaOH при температуре 90 °С в течение 5 ч снизила содержание серы до 2 000 ppm. Полуочищенный скипидар подвергали дополнительной обработке новой порцией щелочного раствора с одновременной отдувкой  $N_2$ . В итоге удалось снизить содержание серы в образце скипидара с 20 000 до 900 ppm (опыт № 4). Однако при щелочной очистке образуются трудно утилизируемые сернисто-щелочные стоки.

Согласно полученным результатам, каждый из предложенных реагентов на порядок снижает содержание сернистых соединений в сульфатном скипидаре-сырце, причем наиболее рациональными и эффективными способами очистки являются обработки скипидара слабым раствором  $H_2O_2$  или NaOH в атмосфере  $N_2$ . Однако этого не достаточно для того, чтобы получить скипидар, по качеству приближенный к требованиям Технических условий для очищенного сульфатного скипидара, согласно которым содержание серы в продукте должно быть не выше 500 ppm.

Во второй части работы проведена ректификация полуочищенного скипидара. Образец – скипидар, очищенный 5 %-м раствором  $H_2O_2$ . Его подвергали ректификации под вакуумом для дополнительной очистки от сернистых соединений.

Использование процесса ректификации предусмотрено из следующих соображений: получение конечного продукта с низким содержанием серасодержащих соединений и с высоким содержанием  $\alpha$ -пинена.

Результаты, представленные в табл. 2, свидетельствуют, что ректификация полуочищенного скипидара позволила снизить концентрацию сернистых соединений в 40 раз (до 70 ppm). Все полученные в ходе ректификации фракции и полуочищенный скипидар проанализированы для установления состава входящих в них компонентов соединений и содержания серы.

Таблица 2  
Состав сульфатного скипидара-сырца после химической обработки и ректификации\*

Компонент	Содержание компонента, % от массы фракций			
	после обработки 5 %-м H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	после ректификации		
		Головная фракция	Основная фракция	Куб
Трициклен	0,2	0,6	0,2	–
α-Пинен	59,0	96,5	74,1	–
Камфен	1,3	1,0	1,5	–
β-Пинен	4,5	0,9	6,4	–
Мирцен	0,7	–	–	–
Δ <sup>3</sup> -Карен	17,8	0,4	14,8	30,7
α-Терпинен	0,3	–	0,1	1,0
Пара-цимол	0,3	–	0,1	0,4
1,8-Цинеол	1,0	–	0,3	4,1
Дипентен	3,6	0,02	1,0	12,0
γ-Терпинен	0,3	–	0,01	1,3
Терпинолен	1,9	–	0,01	8,5
Углеводороды	91,4	100	100	60,5
Спирты	–	–	–	40,7
Терпины	–	–	–	–
Содержание серы, ppm:	2 800	4 980	70	1 540

\*Условия ректификации: температура паров – 90...105 °С; температура куба – 99...123 °С; давление – 100 мБар.

Из данных табл. 2 видно, что при ректификации происходит перераспределение сернистых соединений. Основная доля серосодержащих веществ концентрируется в головной фракции, которая имеет самую высокую концентрацию α-пинена (более 90 %), поэтому из-за высокого содержания сернистых соединений данная фракция не может быть использована в производстве продуктов на основе скипидара. Головную фракцию, обогащенную α-пиненом, можно направлять на повторную ректификацию для дополнительной очистки и получения пиненового концентрата.

Таким образом, в результате химической обработки 5%-м раствором H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> и последующей ректификации из сульфатного скипидара-сырца с содержанием серы 20 000 ppm можно получать основную пиненовую фракцию с выходом 80,5 % от сульфатного скипидара-сырца, содержащую 70 ppm серы.

## Выводы

Проведена очистка сульфатного скипидара-сырца от серасодержащих компонентов с применением растворов пероксида водорода, бисульфита натрия, персульфата аммония, хлорамина Б и гидроксида натрия.

Установлено, что пероксид водорода является наиболее эффективным и приемлемым с точки зрения применения в производственных условиях очищающим агентом, который позволяет получать полуочищенный продукт с содержанием серы ~3000 ppm.

Применение ректификации способствует получению очищенного скипидара с содержанием серы 70 ppm, что соответствует требованиям Технических условий на сульфатный скипидар очищенный.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Богомолов Б.Д., Сапотницкий С.А., Соколов О.М., Соколова А.А., Филиппов Б.С., Мариев А.Л., Тиранов П.Л., Третьяков С.И., Новожилов Е.В., Гельфанд Е.Д., Селянина Л.И., Борисов Г.В. Переработка сульфатного и сульфитного щелоков: учеб. для вузов. М.: Лесн. пром-сть, 1989. 360 с.
2. Богомолов Б.Д., Соколова А.А. Побочные продукты целлюлозно-бумажного производства. М.: Гослесбумиздат, 1962. 435 с.
3. Ильичев И.С., Радбиль А.Б., Шалашова А.А., Маврина Е.А., Козлов И.А., Игнатов А.В., Семеньева Л.Л. Глубокая очистка скипидара от сернистых соединений // Вестн. Нижегородского ун-та им. Н.И. Лобачевского. 2014. № 1 (1). С.110–114.
4. Козлов А.И., Беспалов А.В., Грунский В.Н., Козлов И.А., Новоселов А.С., Долгинский Т.И. Очистка сульфатного скипидара от сероорганических соединений // Успехи в химии и химической технологии. 2009. Т. 23, № 2 (95). С. 71–74.
5. Рубцова С.А. Терпены и их производные сульфатного скипидара и камфорного масла: автореф. дис. ... канд. хим. наук. Н. Новгород, 1996. 20 с.
6. Способ очистки высокосернистого сульфатного скипидара: пат. РФ 21264335. МПК С 09 F3/02 / Кучин А.В., Карманова Л.П., Попова Г.Н., Рубцова С.А., Толстиков Г.А. / Ин-т химии Коми НЦ РАН. Заявл. 28.04.1998. Опубл. 20.02.1999.
7. Способ очистки сульфатного пиненсодержащего продукта: пат. РФ 2099379. С 09 F3/02 / Злобин О.В., Пашин В.А., Падерин В.Я., Казаков В.К., Горюнова Т.Г., Смирнова Л.И., Горбунова Т.П., Андрушкевич С.И., Трошкин Е.С. / АО «Оргсинтез». Заявл. 17.06.1996. Опубл. 20.12.1997.
8. Способ очистки терпеновых углеводородов от серы: пат. РФ 2139845. МПК С 07 С 7/148 / Старостина Е.Б., Седелников А.И., Радбиль Б.А., Золин Б.А., Климанский В.И., Заикина Н.В. / Науч.-внедр. фирма «Лесма». Заявл. 25.03.1998. Опубл. 20.10.1999.
9. Фейгус Э.И., Матюнина Н.Н. Производство очищенного скипидара из одорированного скипидара-сырца в ПО «Усть-Илимский ЛПК» // Гидролизн. и лесохим. пром-сть. 1991. № 2. С. 28–30.
10. Isaacson W.B. *Hydrodesulphurization of Sulfate Turpentine*: Dr. Philosophy in Chem. Eng. Diss. Abs. Montana, 1963. 100 p.
11. Masten S., Haneke K. Turpentine (Turpentine Oil, Wood Turpentine, Sulfate Turpentine, Sulfite Turpentine). *Review of Toxicological Literature*. US, North Carolina, 2002. 88 p.

Поступила 10.12.15

UDC 547.599.2

DOI: 10.17238/issn0536-1036.2017.1.177

### The Raw Sulfate Turpentine Purification from Sulfur-Containing Compounds

*E.S. Tyurmina*<sup>2</sup>, *Candidate of Chemical Sciences*

*I.S. Il'ichev*<sup>1</sup>, *Candidate of Chemical Sciences*

*A.B. Radbil'*<sup>1</sup>, *Doctor of Engineering Sciences*

*L.L. Semenycheva*<sup>2</sup>, *Doctor of Chemical Sciences*

*M.A. Lazarev*<sup>1</sup>, *Candidate of Chemical Sciences*

*E.A. Mavrina*<sup>2</sup>, *Postgraduate Student*

*A.A. Shalashova*<sup>2</sup>, *Postgraduate Student*

<sup>1</sup>Management company of the Biochemical holding "Orgkhim", Gagarina pr., 29d, Nizhny Novgorod, 603057, Russian Federation; e-mail: i.ilichev@orgkhim.com

<sup>2</sup>Research Institute of Chemistry, Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod, Gagarina pr., 29d, Nizhny Novgorod, 603950, Russian Federation, e-mail: e.tyurmina@orgkhim.com

The plant raw material is a unique renewable natural complex of organic compounds. The proper use of all components of plant raw material offers great opportunities for the chemical industry; so the problem of complex processing and rational use of wood chemical products is particularly relevant at this time. Sulfate turpentine is a by-product in the sulphate and pulp manufacturing. It stands out from the blowdown during the chips steaming and from the digester of the sulphate and pulp production. Raw sulfate turpentine is produced according to the technic specifications 13-0281078-55-89. Due to the sharp odor associated with the presence of the sulfur compounds, it is not used efficiently and needs to be cleaned. Significant amounts of sulphate and pulp production and the possibility of desulfurization of sulfate turpentine allow us to consider turpentine as a major source of terpene compounds. At present, the task is to achieve such a degree of purification from the sulfur-containing compounds as to improve the quality of sulphate turpentine up to comparable spirit of turpentine. The literature describes various methods for desulfurization: chemical, physical and physicochemical. Raw turpentine of various manufacturers has an uneven composition of the sulfur content and the main constituent ( $\alpha$ -pinene). In this connection, the development of methods for purification of raw turpentine at a particular raw material for the solution of the problem of the high quality recycling products obtaining is relevant. During the raw turpentine purification from sulfur-containing components the solutions of the following oxidants were tested: hydrogen peroxide, ammonium persulphate, sodium hydroxide and others. Turpentine purified by chemicals was subjected to rectification. The samples of total sulfur content of 100 ppm were obtained.

*Keywords:* turpentine, terpene hydrocarbons, sulfur-containing compound, hydrogen peroxide.

---

*For citation:* Tyurmina E.S., Il'ichev I.S., Radbil' A.B., Semenycheva L.L., Lazarev M.A., Mavrina E.A., Shalashova A.A. The Raw Sulfate Turpentine Purification from Sulfur-Containing Compounds. *Lesnoy zhurnal*, 2017, no. 1, pp. 177–185. DOI: 10.17238/issn0536-1036.2017.1.177



REFERENCES

1. Bogomolov B.D., Sapotnitskiy S.A., Sokolov O.M., Sokolova A.A., Filippov B.S., Mariev A.L., Tiranov P.L., Tret'yakov S.I., Novozhilov E.V., Gel'fand E.D., Selyanina L.I., Borisov G.V. *Pererabotka sul'fatnogo i sul'fitnogo shchelokov: ucheb. dlya vuzov* [Processing of Sulfate and Sulfite Liquors]. Moscow, 1962. 435 p.
2. Bogomolov B.D., Sokolova A.A. *Pobochnye produkty tsellyulozno-bumazhnogo proizvodstva* [By-Products of the Pulp and Paper Production]. Moscow, 1962. 435 p.
3. Il'ichev I.S., Radbil' A.B., Shalashova A.A., Mavrina E.A., Kozlov I.A., Ignatov A.V., Semenycheva L.L. Glubokaya ochistka skipidara ot sernistykh soedineniy [Deep Turpentine Desulfurization]. *Vestnik Nizhegorodskogo universiteta im. N.I. Lobachevskogo* [Vestnik of Lobachevsky State University of Nizhni Novgorod], 2014, no. 1(1), pp. 110–114.
4. Kozlov A.I., Bepalov A.V., Grunskiy V.N., Kozlov I.A., Novoselov A.S., Dolinskiy T.I. Ochistka sul'fatnogo skipidara ot seroorganicheskikh soedineniy [Sulfate Turpentine Cleaning from Organic Sulfur Compounds]. *Uspekhi v khimii i khimicheskoy tekhnologii* [Advances in Chemistry and Chemical Technology], 2009, vol. 23, no. 2(95), pp. 71–74.
5. Rubtsova S.A. *Terpeny i ikh proizvodnye sul'fatnogo skipidara i kamfornogo masla: avtoref. dis. ... kand. khim. nauk* [Terpenes and Their Sulfate Turpentine and Camphor Oil Derivatives: Cand. Chem. Sci. Diss. Abs.]. Nizhny Novgorod, 1996. 20 p.
6. Kuchin A.V., Karmanova L.P., Popova G.N., Rubtsova S.A., Tolstikov G.A. *Sposob ochistki vysokosernistogo sul'fatnogo skipidara* [A Purifying Method of Sour Sulfate Turpentine]. Patent RF, no. 21264335.
7. Zlobin O.V., Pashin V.A., Paderin V.Ya., Kazakov V.K., Goryunova T.G., Smirnova L.I., Gorbunova T.P., Andrushkevich S.I., Troshkin E.S. *Sposob ochistki sul'fatnogo pinensoderzhashchego produkta* [A Purifying Method of Sulfate Pinene-Containing Product]. Patent RF, no. 2099379, 1997.
8. Starostina E.B., Sedel'nikov A.I., Radbil' B.A., Zolin B.A., Klimanskiy V.I., Zaikina N.V. *Sposob ochistki terpenovykh uglevodorodov ot sery* [A Method of Terpene Hydrocarbons Desulfurization]. Patent RF, no. 2139845, 1998.
9. Feygus E.I., Matyunina N.N. Proizvodstvo ochishchennogo skipidara iz odorirovannogo skipidara-syrtsa v PO "Ust'-Ilimskiy LPK" [Production of Refined Turpentine from Odorized Raw Turpentine in the Production Enterprise "Ust'-Ilim Forest-Industry Complex"]. *Gidroliznaya i lesokhimicheskaya promyshlennost'*, 1991, no. 2, pp. 28–30.
10. Isaacson W.B. *Hydrodesulphurization of Sulfate Turpentine*: Dr. Philosophy in Chem. Eng. Diss. Abs. Montana, 1963. 100 p.
11. Masten S., Haneke K. Turpentine (Turpentine Oil, Wood Turpentine, Sulfate Turpentine, Sulfite Turpentine). *Review of Toxicological Literature*. US, North Carolina, 2002. 88 p.

Received on December 10, 2015