

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ / CHEMICAL TECHNOLOGY

Оригинальная статья / Original article

УДК 665.761.6

DOI: 10.21285/2227-2925-2017-7-4-87-94

## РАЗРАБОТКА НОВЫХ НЕКАНЦЕРОГЕННЫХ МАСЕЛ-ПЛАСТИФИКАТОРОВ ДЛЯ ШИН И КАУЧУКОВ ПУТЕМ КОМПАУНДИРОВАНИЯ АРОМАТИЧЕСКОГО И ПАРАФИНОВОГО КОМПОНЕНТОВ

© А.А. Шалашова\*, А.С. Новоселов\*, М.А. Лазарев\*, А.А. Щепалов\*\*

\*Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет  
им. Н.И. Лобачевского,

Российская Федерация, 603950, г. Нижний Новгород, пр. Гагарина, 23.

\*\*АО Управляющая компания Биохимического холдинга «Оргхим»,

Российская Федерация, 603950, г. Нижний Новгород, пр. Гагарина, 29 д.

*Цель – разработка новых канцерогенно-безопасных масел-пластификаторов для шин и каучуков путем компаундирования очищенных ароматических экстрактов и базовых масел. Проанализированы качественные характеристики рафинатов, полученных в результате селективной очистки по параметрам, необходимым для получения новых марок масел. Подобрано необходимое процентное соотношение исходных компонентов в конечной смеси путем математических расчетов. Проведено компаундирование на основании расчетов и анализа готовых продуктов по показателям качества и сопоставление данных расчета и эксперимента с целью оценки перспективности такого подхода. Состав смеси подбирали на основании математических расчетов. В качестве основных методов исследования выбраны способы анализа по государственным и международным стандартам. Экспериментальные рецептуры подбирали по предварительно проведенным расчетам составов на основании показателя «кинематическая вязкость». Подобраны составы четырех масел-пластификаторов, физико-химические показатели качества которых, соответствуют необходимым требованиям, а также нормам регламента REACH по содержанию в них канцерогенных полициклических ароматических углеводородов, в том числе бензо[а]пирена.*

*Ключевые слова: масла-пластификаторы, полициклические ароматические углеводороды, очищенные нефтяные ароматические экстракты, очищенные остаточные ароматические экстракты, математический расчет.*

**Формат цитирования:** Шалашова А.А., Новоселов А.С., Лазарев М.А., Щепалов А.А. Разработка новых неканцерогенных масел-пластификаторов для шин и каучуков путем компаундирования ароматического и парафинового компонентов // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. Т. 7, N 4. С. 87–94. DOI: 10.21285/2227-2925-2017-7-4-87-94

## DEVELOPMENT OF NEW NON-CARCINOGENIC OIL PLASTICISERS FOR TYRES AND RUBBERS PRODUCTS BY COMPOUNDING AROMATIC AND PARAFFINIC COMPONENTS

© A.A Shalashova\*, A.S. Novoselov\*, M.A. Lazarev\*, A.A. Shchepalov\*\*

\*National Research Nizhny Novgorod State University named after N.I. Lobachevsky,  
Russian Federation, 603950, Nizhny Novgorod, pr. Gagarina, 23.

\*\*"Management Company Biochemical holding" Orgkhim", JSC,  
Russian Federation, 603950, Nizhny Novgorod, pr. Gagarina 29d

*The aim of the work is to develop new carcinogen-free oil plasticisers for tyres and other rubber products by compounding refined aromatic extracts and base oils. Quality characteristics of raffinates obtained as a result of selective purification according to the necessary parameters for obtaining new brands of oils are analysed. The required percentage ratio of the initial components of the final mixture was calculated using mathematical calculations. The compounding was carried out based on calculations and the analysis of finished products according to their quality indicators, as well as a comparison between the calculation and experimental data with the purpose of assessing the prospects of such an approach. The composition of the mix-*

ture was selected on the basis of mathematical calculations. The methods of analysis according to Russian state and international standards were chosen as the main methods of research. The experimental formulations were selected according to preliminary calculations of the compositions on the basis of the "kinematic viscosity" parameter. The compositions of four oil plasticisers have been selected, the physicochemical quality indicators of which comply the necessary requirements, as well as REACH regulations concerning the content of carcinogenic polycyclic aromatic hydrocarbons, including benzo [a] pyrene.

**Keywords:** plasticizer oil, polycyclic aromatic hydrocarbons, refined oil, aromatic extracts, purified residual aromatic extracts, mathematical calculation

**For citation:** Shalashova A.A , Novoselov A.S., Lazarev M.A., Shchepalov A.A. Development of new non-carcinogenic oil plasticisers for tyres and rubbers products by compounding aromatic and paraffinic components. *Izvestiya Vuzov. Prikladnaya Khimiya i Biotechnologia* [Proceedings of Universities. Applied Chemistry and Biotechnology]. 2017, vol. 7, no. 4, pp. 87-94. (in Russian) DOI: 10.21285/2227-2925-2017-7-4-87-94

## **ВВЕДЕНИЕ**

В последнее время решению проблемы влияния последствий техногенных воздействий на окружающую среду и здоровье человека уделяется большое внимание. Известно [1–8], что вклад канцерогенных веществ шинной пыли, а именно полициклических ароматических углеводородов (ПАУ), по сравнению с выхлопными газами автомобилей значительно выше. Резиновая смесь автомобильных шин содержит  $\geq 10\%$  специальных технологических нефтяных масел. Последние оказывают значительное влияние на основные свойства шин – на сцепление с мокрым асфальтом, износостойкость и расход топлива. В таких нефтяных маслах-наполнителях содержатся ПАУ, губительные для человека, и законодательства многих стран допускают применение лишь безопасных технологических масел, в которых содержание канцерогенных компонентов не превышает установленных обоснованных специальными исследованиями лимитов (Директива № 2005/69/ЕЕС).

Биохимический холдинг «Оргхим» занимает одно из лидирующих позиций на мировом рынке «зеленых» ароматических масел-пластификаторов и является их единственным Российским производителем. Возрастающие потребности рынка масел пластификаторов требуют разработки новых составов масел-пластификаторов шинных резин с низким содержанием ПАУ, удовлетворяющих требованиям Директивы № 2005/69/ЕЕС с определенным набором свойств. Подобная задача поставлена работе, выполняемой в ФГАОУ ВО «Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского» в рамках договора между Минобрнауки РФ и Управляющей компанией «Биохимического холдинга «Оргхим», АО № 02.G25.31.0165 от 01 декабря 2015 г. «Создание высокотехнологического производства неканцерогенных масел-пластификаторов для шин, каучуков и пластиков на основе инновационной технологии глубокой переработки отходов нефтяной промышленности». Таким

образом, данная задача является востребованной и актуальной. Неканцерогенные масла-пластификаторы для шин и каучуков на практике получают путем очистки смеси сырьевых компонентов. Данная технология дает гарантию канцерогенной безопасности, однако показатели качества продукта заметно изменяются в ходе очистки и в конечном итоге качество продукта ограничено качеством доступного сырья.

Предлагаемый в данной работе путь – производство неканцерогенных масел для шин и каучуков путем смешения (компаундированием) предварительно очищенных компонентов масел. Такой подход является более технологичным и гибким, поскольку позволяет широко варьировать и контролировать качество получаемых продуктов.

Цель работы заключалась в разработке технологии производства неканцерогенных масел-пластификаторов новых марок с определенным набором свойств. Для этого был предложен метод компаундирования неканцерогенных полупродуктов (рафинатов), полученных очисткой ароматических и парафиновых компонентов. Состав смеси подбирали на основании математических расчетов. Для решения указанной цели необходимо было решить следующие задачи:

- провести анализ качественных характеристик рафинатов, полученных в результате селективной очистки по параметрам, необходимым для получения новых марок масел;
- путем математических расчетов подобрать необходимое процентное соотношение исходных компонентов в конечной смеси;
- провести компаундирование на основании расчетов и анализ готовых продуктов по показателям качества.
- сопоставить данные расчета и эксперимента и оценить перспективность такого подхода.

## **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ**

Исходным сырьем при компаундировании

использовали рафинаты, полученные очисткой ароматического и парафинового компонентов, описанных в работе [9]. При проведении эксперимента основными методами исследования выбраны способы анализа по нормативным документам ГОСТ и ASTM (табл.1).

Математические расчеты составов масел проводили по известной формуле для кинематической вязкости смеси (уравнение 1)[10].

$$lglg(v_{cm} + 0,8) = \left(1 - \frac{B}{100}\right) lglg(v_A + 0,8) + \frac{B}{100} lglg(v_B + 0,8) \quad (1)$$

Учитывая вязкости исходных компонентов и требуемую вязкость смеси находили массо-

вое процентное содержание компонента в смеси из двух компонентов по уравнениям 2 а и б:

$$B = \frac{lglg(v_{cm} + 0,8) - lglg(v_A + 0,8)}{lglg(v_B + 0,8) - lglg(v_A + 0,8)} 100\% \quad (2a)$$

$$A = 100 - B \quad (2б)$$

Для проведения компаундирования взвешивали компоненты с точностью до 0,2 г, нагревали до 80-90°C и перемешивали в течение 30±10 мин. Полученную смесь подвергали анализу по стандартным методикам.

**Таблица 1**

**Стандартные методы определения физико-химических свойств сырья и целевых продуктов**

**Table 1**

**Standard methods for the determination of physico-chemical properties of raw materials and target products**

Наименование показателя	Метод
Суммарное содержание ПАУ	МИ-8-ПАН
Содержание бензо[а]пирена	МИ-8-ПАН
Кинематическая вязкость, сСт	ГОСТ 33, ASTM D 445
Анилиновая точка, °С	ГОСТ 12329
Показатель преломления при 20°C	ГОСТ 189995.2, ASTM 1747
Твспышки, °С	ГОСТ 4333, ASTM D 92
Массовая доля серы	ГОСТ 1437, ASTM D 6481
Плотность при 20°C	ГОСТ 3900, ASTM D 4052
Т текучести, °С	ГОСТ 20287, ASTM D 97
Т плавления, °С	ГОСТ 18995.4
Т кипения при 760 мм.рт.ст, °С	ГОСТ 18995.6
Вязкостно-весовая константа	ASTM D2140; D2510
Содержание экстракта ПЦА, %	IP 346
Содержание углеродов ароматических колец C <sub>A</sub> , %	ASTM D2140

**ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ**

Критерии характеристик новых марок масел-пластификаторов марок NL-063, NL-123, NL-223, NL-239, SR-787 представлены табл. 2 и 3. Исходные компоненты - рафинаты, полученные очисткой ароматических экстрактов и базовых масел, были проанализированы по всем показателям, представленным в табл.4. Следует сразу обратить внимание на то, что остаточный экстракт без смешения с другими компонентами удовлетворяет требованиям новой марки SR-787 (см. табл.4). Это масло соответствует также безопасности использования по регламенту REACH 1907/2006/EC: суммарное содержание ПАУ – 0,644 мг/кг (не должно превышать 10 мг/кг), содержание бензо[а]пирена – 0,052(не должно превышать 1 мг/кг).

Для расчета пропорций исходных компо-

нентов других марок масел использовали показатель «кинематическая вязкость при 100°C», который не является аддитивной величиной. В качестве исходных компонентов при получении масла NL-063 компаундированием брали очищенные нефтяной экстракт и базовое масло И-12А, являющиеся ароматическим и парафиновым компонентом, соответственно. На основании расчетов были получены расчетные интервалы для компонентов: 40–67% и 33–60% соответственно.

Экспериментальные исследования показали, что по вязкостной характеристике оптимален состав: 40% очищенного нефтяного экстракта и 60% очищенного масла И-12 А (табл. 2, столбец 3, строка 5). Как свидетельствуют данные табл. 2, где представлены результаты

**Требования и результаты анализа масел-пластификаторов новых марок NL-063, NL-239 и SR-787**

Table 2

**Requirements and results of the analysis of oil-plasticizers of new brands NL-063, NL-239 and SR-787**

Наименование показателя	Масла				
	NL-063		NL-239		SR-787
	Требования	Результат	Требования	Результат	Требования
Суммарное содержание ПАУ	не более 10 мг/кг	0,701	не более 10 мг/кг	3,978	не более 10 мг/кг
Содержание бензо[а]пирена	не более 1 мг/кг.	0,033	не более 1 мг/кг.	0,222	не более 1 мг/кг.
Плотность при 20°C, кг/м <sup>3</sup>	883–920	886,4	930–970	930,2	950–970
Вязкость кинематическая при 100°C, мм <sup>2</sup> /с	2,5–4,5	4,36	24–34	24,89	45–75
Показатель преломления при 20°C	1,490–1,510	1,4907	1,510–1,540	1,5396	1,540–1,565
Вязкостно-весовая константа	–	0,813	0,840–0,910	0,861	0,896–0,916
Содержание углерода ароматических колец, %	12–14	12,3	20–25	20,7	не менее 29
Анилиновая точка, °C	72–80	76	70–90	85	–
T текучести, °C, не выше	-20,5	-21	5	3	39
T вспышки в открытом тигле, °C, не ниже	160	166	220	255	250
Содержание воды, %, не более	0,03	отсут.	0,03	отсут.	0,03
Массовая доля серы, % не более	3,0	2,23	3,0	1,23	3,0

анализа масла NL-063 такого состава, удовлетворяют требованиям и все остальные показатели (табл. 2, столбец 3).

При приготовлении масла-пластификатора NL-239 использовали также два компонента: очищенный остаточный экстракт и базовое масла И-40А. Согласно проведенным расчетам, для получения из имеющихся исходных компонентов масла NL-239 требуется смешать 61–98% очищенного остаточного экстракта и 2–39% очищенного базового масла И-40А. Экспериментальные результаты смешения разных составов из этих пропорций показали предпочтительным по вязкости состав масла при смешении 61% ароматического компонента (очищенного остаточного экстракта) и 39% парафинового компонента (очищен-

ного базового масла И-40А). Показатели такого состава удовлетворяют требованиям как по вязкости (табл. 2, столбец 5, строка 5), так и по остальным свойствам (табл. 2, столбец 5).

Для масел пластификаторов NL-123 и NL-223 были апробированы составы, состоящие из двух и трех компонентов. В случае масла NL-123 расчеты показали возможность использования составов: 63–90% очищенного остаточного экстракта и 10–37% очищенного базового масла И-12А, а также 60–89% очищенного остаточного экстракта, 13% очищенного базового масла И-12А, 19–37% очищенного базового масла И-40А. Однако при использовании двухкомпонентных составов по показателю вязкости не подошел ни один. Трехкомпонентный состав: 60% очищенного остаточно-

го экстракта, 27% очищенного базового масла И-40А и 13% очищенного базового масла И-12А удовлетворил по требованиям кинематической вязкости табл. 3, столбец 3, строка 5) а также по ряду других показателей (табл. 3, столбец 3), кроме показателя «Содержание ароматических колец» (табл. 3, столбец 3, строка 8).

Для масла NL-223 расчеты показали возможность использования составов: 11–79% очищенного остаточного экстракта и 21–59% очищенного базового масла И-40А, а также 10,5–24,5% очищенного нефтяного экстракта, 41–79% очищенного остаточного экстракта и 10,5–14,5% очищенного базового масла И-40А.

В отличие от предыдущего случая при использовании двухкомпонентных составов по показателю вязкости подошла композиция из 41% очищенного остаточного экстракта и 59% очищенного базового масла И-40А. Однако показатель «Содержание ароматических колец» (табл. 3, столбец 5, строка 8) не соответствует требованиям. Трехкомпонентный состав: 20, 5% очищенного нефтяного экстракта, 20,5 % очищенного базового масла И-40А и 59% очищенного базового масла И-12А удовлетворил как по требованиям кинематической вязкости (табл. 3, столбец 6, строка 5) также по всем остальным показателям (табл. 3, столбец 6).

**Таблица 3**

**Требования и результаты анализа масел-пластификаторов новых марок NL-123 и NL-223**

**Table 3**

**Requirements and results of the analysis of oil-plasticizers of new brands NL-123, NL-223**

Наименование показателя	Масла				
	NL-123		NL-223		
	Требования	Результат	Требования	Результат 2-го компонента	Результат 3-го компонента
Суммарное содержание ПАУ	не более 10 мг/кг	3,955	не более 10 мг/кг	1,478	0,774
Содержание бензо[а]пирена	не более 1 мг/кг.	0,222	не более 1 мг/кг.	0,091	0,035
Плотность при 20°C, кг/м <sup>3</sup>	-	922,8	910–950	949,9	938,5
Вязкость кинематическая при 100°C, мм <sup>2</sup> /с	17,5-21,5	19,83	17–23	20,43	21,6
Показатель преломления при 20°C	1,503–1,513	1,5127	1,505–1,535	1,5341	1,5250
Вязкостно-весовая константа	–	0,870	0,850–0,890	0,892	0,875
Содержание углерода ароматических колец, %	14–18	21,3	17-25	29,6	24,7
Анилиновая точка, °C	85–100	92	70-90	83	81
T текучести, °C, не выше	1	-5	5	1	0
T вспышки в открытом тигле, °C, не ниже	240	–	230	255	253
Содержание воды, %, не более	0,03	отсут.	0,03	отсут	отсут.
Массовая доля серы, % не более	3,0	1,2	3,0	0,9	1,2

**Результаты анализа исходных компонентов  
для масел-пластификаторов новых марок**

**Results of analysis of initial components  
for plasticizer oils of new brands**

Показатель качества	Значения			
	Экстракт нефтяной	Экстракт остаточный	Базовые масла	
			И-12А	И-40А
Вязкость кинематическая при 100°С, мм <sup>2</sup> /с	6,69	59,06	3,39	8,5
Плотность при 20°С, кг/м <sup>3</sup>	939,8	959,5	850,9	876,4
Показатель преломления при 20°С	1,5249	1,5407	1,4704	1,4835
Вязкостно-весовая константа	0,901	0,899	0,813	0,818
Содержание углерода ароматических колец, Са, %	27,4	30,3	3,9	5,1
Анилиновая точка, °С	50	83	96,5	100,1
Температура текучести, °С	12	34	-14	-12
Температура вспышки в открытом тигле, °С	231	267	177	246
Содержание экстракта ПЦА, %	7,8	2,8	0,4	0,4
Содержание воды, %	отсут.	отсут.	отсут.	отсут.
Массовая доля серы, %	1,16	1,75	0,69.	0,48

**ВЫВОДЫ**

Проведены работы по получению масел-пластификаторов марок NL-063, NL-223 и NL-239 методом компаундирования с использованием в качестве исходного сырья ароматического и парафинового компонентов, представляющих собой рафинаты, полученные очисткой нефтяных или остаточных экстрактов и базовых масел И-12А и И-40А соответственно. При этом марку SR-787 можно получать без смешения из рафината очищенного остаточного экстракта с показателями, соответствующими техническим требованиям на данное масло-пластификатор. Показано, что подбор со-

става продукта может быть выполнен при помощи математического расчета состава из нескольких неканцерогенных компонентов на основании показателя «кинематическая вязкость». Таким образом, опираясь на расчетные данные, экспериментально подобраны составы масел-пластификаторов, физико-химические показатели, качества которых соответствуют необходимым требованиям по показателям качества, а также требованиям REACH по содержанию в них канцерогенных полициклических ароматических углеводородов, в том числе бензо[а]пирена.

**БЛАГОДАРНОСТИ**

Работа выполнена в ФГАОУ ВО «Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского» при финансовой поддержке Министерства Образования и Науки РФ, договор 02.G25.31.0165 от 01 декабря 2015 г. «Создание высокотехнологического производства

неканцерогенных масел-пластификаторов для шин, каучуков и пластиков на основе инновационной технологии глубокой переработки отходов нефтяной промышленности».

Работы частично проведены с использованием оборудования ЦКП «Новые материалы и ресурсосберегающие технологии».

**БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Бабенко О.Ю. Исследование негативно-го воздействия на состояние окружающей сре-

ды в Российской Федерации // Сервис в России и за рубежом. 2015. Т. 9, N 2 (58). С. 4–14.

2. Магдеева А.Р., Шагидуллин А.Р., Гилязова А.Ф., Амирянова Г.Ф., Шагидуллин Р.Р., Шагидуллина Р.А. Оценка выбросов загрязняющих веществ и парниковых газов автотранспортом на территории г. Набережные Челны // Журнал экологии и промышленной безопасности. 2016. N 1 (65). С. 29–32.

3. Ioannis Sadiktsis, Christoffer Bergvall, Christer Johansson, and Roger Westerholm Automobile Tires - A Potential Source of Highly Carcinogenic Dibenzopyrenes to the Environment // Environmental science and Technology. 2012. N 46. P. 3326–3334.

4. Радбиль А.Б., Щепалов А.А., Долинский Т.И., Куимов А.Ф., Ходов Н.В. Новая концепция канцерогенной безопасности для современных шин // Каучук и Резина. 2013. N 2. С. 42–47.

5. Швагер О.В. Канцерогены атмосферного воздуха и онкологическая заболеваемость // Здоровье населения и среда обитания. 2013. N 12 (249). С. 6–8.

6. Хесина А.Я., Колядич М.Н., Кривошеева Л.В., Сокольская Н.Н., Левинский С.С., Щербак Н.П. Химические канцерогены в загрязнении атмосферного воздуха Москвы // Вестник РОНЦ им. Н.Н. Блохина РАМН. 1995. Т. 6, N 4.

С. 9–13.

7. Carl-Elis Boström, Per Gerde, Annika Hanberg, Bengt Jernström, Christer Johansson, Titus Kyrklund. Cancer Risk Assessment, Indicators, and Guidelines for Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in the Ambient Air // Environmental Health Perspectives. 2002. V. 10 (3). P. 451–488.

8. Васильев А.В., Гайсин С.В., Кутенёв В.Ф., Степанов В.В. Сравнительный анализ результатов зарубежных и отечественных исследований по загрязнению атмосферы городов выбросами частиц, образующихся в результате износа шин, тормозных механизмов автомобилей и дорожного покрытия // Труды НАМИ. 2015. N 262. С. 54–64.

9. Шалашова А.А., Новоселов А.С., Лазарев М.А., Семенычева Л.Л., Щепалов А.А. Влияние воды на селективность и растворяющую способность диметилсульфоксида и пропиленкарбоната при очистке ароматических масел от канцерогенно опасных компонентов // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. 2016. Т. 6, N 4. С. 80–85. DOI: 10.21285/2227-2925-2016-6-4-80-85

10. Рыбак Б.М. Анализ нефти и нефтепродуктов. М.: Гостехиздат, 1962. 888 с.

#### REFERENCES

1. Babenko O.Ju. Investigation of the negative impact on the environment in the Russian Federation. Servis v Rossii i za rubezhom [Service in Russia and abroad]. 2015. vol. 9, no. 2 (58). pp. 4-14. (in Russian)

2. Magdeeva A.R., Shagidullin A.R., Giljazova A.F., Amirjanova G.F., Shagidullin R.R., Shagidullina R.A. Assessment of pollutants and greenhouse gases emission by vehicles in the city of Naberezhnye Chelny. Zhurnal jekologii i promyshlennoj bezopasnosti [Journal of Ecology and Industrial Safety]. 2016. no. 1 (65). pp. 29-32. (in Russian)

3. Ioannis Sadiktsis, Christoffer Bergvall, Christer Johansson, and Roger Westerholm Automobile Tires - A Potential Source of Highly Carcinogenic Dibenzopyrenes to the Environment. Environmental science and Technology. 2012. no 46. pp. 3326-3334.

4. Radbil' A.B., Shhepalov A.A., Dolinskij T.I., Kuimov A.F., Hodov N.V. A new concept of carcinogenic security for modern tires. Kauchuk i Rezina [Rubber and Rubber]. 2013. no. 2. pp. 42-47. (in Russian)

5. Shvager O.V. Carcinogens of atmospheric air and oncological morbidity. Zdorov'e naselenija i sreda obitanija [Health of the population and habitat]. 2013. no. 12 (249). pp. 6-8. (in Russian)

6. Hesina A.Ja., Koljadich M.N., Krivosheeva L.V., Sokol'skaja N.N., Levinskij S.S., Shherbak N.P. Chemical carcinogens in atmospheric air pol-

lution in Moscow. Vestnik RONC im. N. N. Blohina RAMN [Herald of the RCRC. N.N. Blokhin RAMS]. 1995. vol. 6, no. 4. pp. 9-13. (in Russian)

7. Carl-Elis Boström, Per Gerde, Annika Hanberg, Bengt Jernström, Christer Johansson, Titus Kyrklund. Cancer Risk Assessment, Indicators, and Guidelines for Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in the Ambient Air. Environmental Health Perspectives. 2002. vol. 10(3) .pp. 451-488.

8. Vasil'ev A.V., Gajsin S.V., Kutenjov V.F., Stepanov V.V. Comparative analysis of the results of foreign and domestic research on urban atmospheric pollution by particle emissions resulting from wear of tires, brake mechanisms of cars and road surfaces // Trudy NAMI [Proceedings of NAMI]. 2015. no. 262. pp. 54-64. (in Russian)

9. Shalashova A.A., Novoselov A.S., Lazarev M.A., Semenycheva L.L., Shhepalov A.A. Influence of water on the selectivity and dissolving power of dimethylsulfoxide and propylene carbonate in the purification of aromatic oils from carcinogenic dangerous components. Izvestiya vuzov. Prikladnaja himija i biotehnologija [Izvestiya Vuzov. Applied chemistry and biotechnology]. 2016. vol. 6, no. 4. pp.80-85. DOI: 10.21285/2227-2925-2016-6-4-80-85 (in Russian)

10. B.M. Rybak. Analiz nefti i nefteproduktov [Analysis of oil and oil products]. Moskva: GosTehIzdat, 1962. 888 p.

***Критерии авторства***

Шалашова А.А., Новоселов А.С., Лазарев М.А., Щепалов А.А. написали обзорную статью на основании собственных данных исследований и литературы. Шалашова А.А., Новоселов А.С., Лазарев М.А., Щепалов А.А. имеют на статью авторские права и несут равную ответственность за плагиат.

***Конфликт интересов***

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Александра А. Шалашова**

Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского - национальный исследовательский университет

Аспирант

aleksa-a1989@mail.ru

**Артемий С. Новоселов,**

Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского - национальный исследовательский университет

Аспирант

79875480426@ya.ru

**Михаил А. Лазарев,**

Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского - национальный исследовательский университет

К.х.н., зав. лаб. лесохимии НИИ химии,

lazarev@ichem.unn.ru

**Александр А. Щепалов**

АО Управляющая компания Биохимического холдинга «Оргхим»,

К.х.н., доцент, руководитель «Блока развития нефтехимии»

a.schepalov@orgkhim.com

***Поступила 13.03.2017***

***Contribution***

Shalashova A.A , Novoselov A.S., Lazarev M.A., Shchepalov A.A. wrote a review article based on their own research data and literature. Shalashova A.A , Novoselov A.S., Lazarev M.A., Shchepalov A.A. have equal author's rights and bear equal responsibility for plagiarism.

***Conflict of interests***

The authors declare no conflict of interests regarding the publication of this article.

**Alexandra A. Shalashova**

Nizhny Novgorod state University.

N. And. Lobachevsky - national research University

Graduate student

aleksa-a1989@mail.ru

**Artemy S. Novoselov,**

Nizhny Novgorod state University.

N. And. Lobachevsky - national research University

Graduate student

79875480426@ya.ru

**Mikhail A. Lazarev**

Nizhny Novgorod state University.

N. And. Lobachevsky - national research University

Candidate of chemical Sciences, head. lab. of wood chemistry, Institute of chemistry,

lazarev@ichem.unn.ru

**Alexander A Shchepalov**

JSC Managing company of Biochemical holding "ORGKHM",

Ph. D., associate Professor, head of the "Block development of petrochemical industry"

a.schepalov@orgkhim.com

***Received 13.03.2017***