

**Набережночелнинский институт  
Казанского (Приволжского) федерального университета**

## **XII КАМСКИЕ ЧТЕНИЯ**

***СБОРНИК ДОКЛАДОВ***

***Всероссийской научно-практической конференции студен-  
тов, аспирантов и молодых ученых***

**Набережные Челны  
2020**

УДК 378.4(470.41-21Набережные Челны)(062)

ББК 74.484.7(2Рос.Тат-21Набережные Челны)КФУ НЧИя54

К18

**«XII Камские чтения»: всероссийская научно-практическая конференция. (2020; Набережные Челны).** Всерос. научн.-практ. конф. «XII Камские чтения», 20 ноября 2020 г. [Текст]: сб-к док. / под ред. д-ра техн. наук Л.А. Симоновой. – Набережные Челны: Издательско-полиграфический центр Набережночелнинского института КФУ, 2020. – 1016 с.

В сборнике представлены научные доклады студентов, аспирантов и молодых ученых. Рассматриваются пути решения задач, возникающих в машиностроении, строительстве, экономике, экологии, филологии, истории и политологии, философии, юриспруденции.

Все статьи публикуются в авторской редакции.

**Ответственный редактор**  
доктор технических наук, профессор  
Л.А. Симонова

© Набережночелнинский институт КФУ, 2020 год

## ЛИТЕРАТУРА

1. О Программе комплексного развития систем коммунальной инфраструктуры г. Казани: решение казанской городской думы. 2010. № 5–3. 146 с.
2. Бекренев А.В., Калинин А.И., Пяртман А.К., Холодкевич С.В. Кислотно-основные свойства шунгитов в Карелии // Журнал неорганической химии. – 1994. Т. 39, №5. С. 787–789.
3. Скоробогатов Г.А., Калинин А.И., Калинин Ю.К. Каталитическое окисление органических микропримесей в воде над мелкодисперсным шунгитом-III при 20°C // Журнал органической химии. 1995. Т. 31, вып. 6. С. 947–951.
4. Мейлахс А.Г., Скоробогатов Г.А., Новикайте Н.В. Химическое загрязнение водопроводной воды и поиск реагентов для ее очистки // Журнал экологической химии. 2001. № 10 (3). С. 198–208.
5. Панов П. Б., Калинин А. И., Сороколетова Е. Ф., Кравченко Е. В., Плахотская Ж. В., Андреев В. П. Использование шунгитов для очистки питьевой воды. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2007. с.103.

*Осипова Р.Р., Харлямов Д.А., Ахметов В.М., Маврин Г.В.*

*Набережночелнинский институт КФУ*

*(г. Набережные Челны)*

### Отходы пенополиуретана

Переработка и утилизации отходов пенополиуретана (ППУ) является наиболее острой проблемой современности. Это обусловлено, поиском альтернативных решений производства вследствие дефицитности сырья, а также охраны окружающей среды. Если проблема дефицитности сырья очевидна, то проблема охрана окружающей среды требует некоторых объяснений. Дело в том, что нерегулируемое взаимоотношение человека с природой может привести к необратимым изменениям в ней. Это связано с тем, что объем производства полиуретанов только в России в 2018 г. составило 346 тыс. т, что на 3,3% больше показателя 2017 г., при этом даже минимальные отходы (5% от объема) составят 17,3 тыс. т. [1].

Поиск способов переработки отходов пенополиуретана должен сопровождаться изучением возможной эмиссии вредных веществ из отхода, так как продукция из такого вторичного сырья может представлять опасность для объектов окружающей среды. Поскольку пенополиуретан – продукт синтеза из соответствующих органических компонентов, то надлежит в первую очередь исследовать выделение из кускового или дробленого отработанного ППУ летучих

органических соединений (ЛОС), обладающих высокой мобильностью, а иногда и токсичностью. Эффективным методом определения ЛОС в атмосфере является хроматография [2]. Использование высокочувствительного фотоионизационного детектора для количественного обнаружения ЛОС позволяет идентифицировать достаточно широкий спектр ЛОС с высокой точностью [3]. В работе использован газовый фотоионизационный хроматограф ФГХ-1 [4].

Поскольку объемы эмиссии и термическая стабильность ППУ зависят от внешней температуре, анализ ЛОС, исходящих от отходов ППУ, проводили при разных температурах – комнатной и близкой к 100°C. При анализе ЛОС образцы отходов ППУ помещали в изолированную емкость, выдерживали 60 мин, после чего отбирали пробу воздуха в тедларовый пакет и далее вводили в корпус хроматографа.

Результаты анализа приведены в таблице 1 (комнатная температура) и таблице 2 (100°C).

В образце №1 (комнатная температура) обнаружено присутствие восемь ЛОС: пентан, гексен, ацетон, изопропиловый спирт, бензол, толуол, аллиловый спирт. У трех из восьми ЛОС установлено, что значения их концентрации превышают значения предельно-допустимых концентраций (ПДК). Суммирование  $(C/ПДК)^{\beta}$  по всем ЛОС дает величину комплексный индекс загрязнения атмосферы (ИЗА) - 15,4.

Первые пять приоритетных ЛОС (с наибольшими значениями величины ИЗА) – гексен  $(C/ПДК)^{\beta} = 5,2$ ; ацетон (1,7); изопропиловый спирт (7,6); бензол (0,01); аллиловый спирт (0,9). Значение комплексного индекса загрязнения атмосферы летучими органическими соединениями КИЗА:

$$КИЗА5(\text{образец } 1) = 15,4,$$

что соответствует очень высокому уровню ( $КИЗА > 14$ [3]) загрязнения атмосферного воздуха.

Суммарная массовая концентрация найденных ЛОС составляет 3,78 мг/м<sup>3</sup>.

Таблица 1.

Содержание ЛОС в воздухе закрытой емкости с образцом 1 ППУ при комнатной температуре

№	Летучее органическое соединение (ЛОС)	C, мг/м <sup>3</sup>	ПДК, мг/м <sup>3</sup>	Класс опасности	β	(C/ПДК)	(C/ПДК) <sup>β</sup>
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Пентан	0,509	100,0	4	0,9	0,005	0,0085
2	Гексен	2,070	0,400	3	1	5,2	5,2

Продолжение таблицы 1.

№	Летучее органическое соединение (ЛОС)	С, мг/м <sup>3</sup>	ПДК, мг/м <sup>3</sup>	Класс опасности	β	(С/ПДК)	(С/ПДК) <sup>β</sup>
3	Ацетон	0,625	0,350	4	0,9	1,78	1,68
4	Изопропиловый спирт	0,380	0,050	3	1	7,6	7,6
5	Бензол	0,0093	0,300	2	1,3	0,031	0,011
6	Толуол	0,0043	0,600	3	1	0,0072	0,007
8	Аллиловый спирт	0,184	0,200	3	1	0,92	0,92
Сумма						15,5	15,4

В образце №2 (100°С) обнаружено присутствие 16 ЛОС: пентан, гексен, изопропиловый спирт, декан, метилметакрилат, толуол, бутилацетат, изобутиловый спирт, аллиловый спирт, этилбензол, п-Ксилол, бутиловый спирт, изоамиловый спирт, хлорбензол, стирол, изоамиловый спирт. У 15 из 16 ЛОС значения превышают значения ПДК. Суммирование (С/ПДК)<sup>β</sup> по всем ЛОС дает большую величину 4600,6.

Первые пять приоритетных ЛОС (с наибольшими значениями величины ИЗА – гексен (С/ПДК)<sup>β</sup> = 3050); изопропиловый спирт (1108); метилметакрилат (197); бутилацетат (42,52); бутиловый спирт (25,5). Значение комплексного индекса загрязнения атмосферы летучими органическими соединениями КИЗА:

$$\text{КИЗА}_5(\text{образец 2}) = 4423,$$

что соответствует очень высокому уровню (КИЗА>14[3]) загрязнения атмосферного воздуха.

Суммарная массовая концентрация найденных ЛОС составляет 1977,2мг/м<sup>3</sup>.

Таблица 2.

Содержание ЛОС в воздухе закрытой емкости с образцом 2 ППУ с нагреванием до 100 °С

№	Летучее органическое соединение (ЛОС)	С, мг/м <sup>3</sup>	ПДК, мг/м <sup>3</sup>	Класс опасности	β	(С/ПДК)	(С/ПДК) <sup>β</sup>
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Пентан	636,000	100,000	4	0,9	6,36	5,28
2	Гексен	1220,000	0,400	3	1	3050	3050
3	Изопропиловый спирт	55,400	0,050	3	1	1108	1108
4	Декан	14,500	0,600	4	0,9	24,16	17,57
5	Метилметакрилат	19,700	0,100	3	1	197	197
6	Толуол	1,000	0,600	3	1	1,6	1,6
7	Бутилацетат	6,450	0,100	4	0,9	64,5	42,52

Продолжение таблицы 2.

№	Летучее органическое соединение (ЛОС)	С, мг/м <sup>3</sup>	ПДК, мг/м <sup>3</sup>	Класс опасности	β	(С/ПДК)	(С/ПДК) <sup>В</sup>
8	Изобутиловый спирт	1,850	0,100	4	0,9	18,5	13,82
9	Аллиловый спирт	17,400	0,200	3	1	87	87
10	Этилбензол	0,388	0,020	3	1	19,4	19,4
11	п-Ксилол	0,307	0,300	3	1	1,02	1,02
12	Бутиловый спирт	2,550	0,100	3	1	25,5	25,5
13	Изоамиловый спирт	0,238	0,300	3	1	0,79	0,79
14	Хлорбензол	0,183	0,050	3	1	3,66	3,66
15	Стирол	0,261	0,100	2	1,3	2,61	3,48
16	Изоамиловый спирт	0,958	0,040	3	1	23,95	23,95
Сумма						4634,1	4600,6

Согласно полученным результатам эмиссия ЛОС из отходов ППУ при нагревании возрастает в сотни раз и в изолированной емкости приводит к чрезвычайно высокому уровню загрязнения воздуха, что ограничивает применение вероятной продукции с применением отходов ППУ температурой, не превосходящей значительно комнатную.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Булатов Г.А. Пенополиуретаны в машиностроении и строительстве / Г. А. Булатов. - Москва: Машиностроение, 1978 – 184с.
2. Хроматографические методы анализа. – [Электронный ресурс]. – [https://www.chem-astu.ru/chair/study/PCMA/r3\\_1.htm](https://www.chem-astu.ru/chair/study/PCMA/r3_1.htm) (Дата обращения: 30.10.2020г.).
3. Типы детекторов в хроматографии. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://findlab.ru/news/osobennosti-primeneniya-razlichnyh-tipov-detektorov-v-gazovoj-hromatografii/> (Дата обращения: 30.10.2020г.).
4. Руководство по эксплуатации. Хроматограф газовый портативный ФГХ-1, Научно-производственная фирма «Экан», Москва 2014 г. – 28 с.