

## **ВОЗДЕЙСТВИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ СУДОВЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК НА КАЧЕСТВО ИХ ОЧИСТКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА КАТАЛИТИЧЕСКОЙ НЕЙТРАЛИЗАЦИИ**

**Г.В. Медведев**

*Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова,  
г. Барнаул, Алтайский край, Россия*

**М.Ю. Храмов**

*Волжский государственный университет водного транспорта,  
г. Нижний Новгород, Россия*

*Аннотация: Использование каталитической нейтрализации с целью очистки вредных выбросов судовых энергетических установок позволяет значительным образом снизить негативное воздействие отработавших газов на все объекты окружающей среды. Привлекательность предлагаемого метода заключается в возможности подбора соответствующего состава каталитического материала в зависимости от требуемой степени очистки.*

*Функциональные свойства каталитических материалов во многом определяются качественным и количественным составом используемого материала, а также условиями его эксплуатации – температурным режимом.*

*С целью определения приемлемого состава материала каталитического нейтрализатора были проведены исследования на материалах различного состава. Оптимальная степень очистки была достигнута на материалах, содержащих ценные компоненты (родий, иридий, палладий). Однако важным является вопрос снижения стоимости системы очистки, в связи с чем изучена возможность замещения таких металлов размолами руд (бастнезит, лопарит).*

*Ключевые слова: катализаторы, каталитическая нейтрализация, МАРПОЛ 73/78, нейтрализация, степень очистки, судно, температурный диапазон, энергетическая установка.*

### **Введение**

Используемый для очистки отработавших газов судовых энергетических установок (СЭУ) от токсичных веществ метод каталитической нейтрализации привлекателен возможностью использования материалов, различных качественным и количественным составом, получаемых с помощью различных технологий.

К используемым каталитическим материалам в системе очистки отработавших газов СЭУ предъявляется ряд требований, основными из которых является диапазон их рабочих температур и качество очистки от вредных соединений [1].

Нормирование содержания оксидов азота в отработавших газах СЭУ (согласно МАРПОЛ 73/78) предопределяет необходимость использования таких каталитических материалов, которые бы позволили после очистки получать безопасное для окружающей среды соединение. При этом способ очистки должен быть экономически эффективным и технологически приемлемым [2, 3, 4].

Используемые в большинстве случаев каталитические материалы в своем составе содержат дорогие компоненты: родий, иридий, палладий, платину, которые являются хорошими катализаторами [5].

Перспективным способом получения каталитических материалов с заданными свойствами и характеристиками является самораспространяющийся высокотемпературный синтез (СВС) [6].

### **Материалы и методы**

С целью определения технологической целесообразности использования редкоземельных ценных компонентов при получении каталитических материалов с помощью СВС проведены опытные исследования.

Целью экспериментов было определение оптимального количества добавляемых к базовому составу каталитических компонентов с целью придания материалу приемлемых свойств и характеристик, а также возможности реализовывать свои функции в диапазоне рабочих температур СЭУ.

Определение диапазона температур эффективного использования отдельных каталитических материалов проводилось на пилотной установке на базе дизеля 6Ч15/18 (Рис. 1) [7].

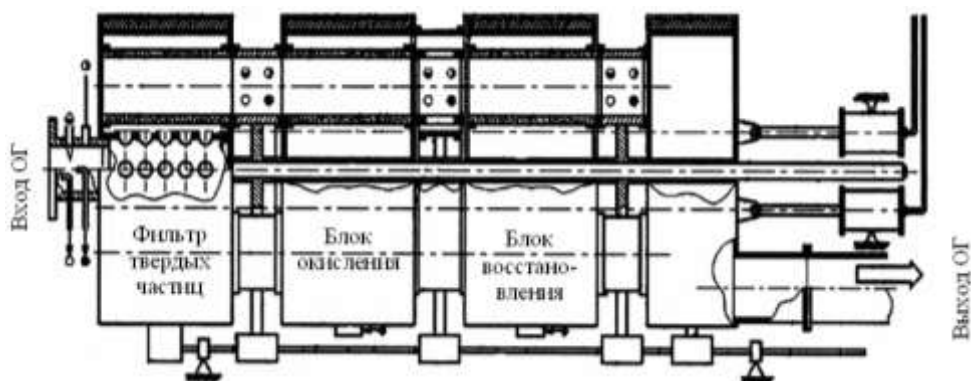


Рис. 1. Общий вид пилотной установки для испытаний кассетного нейтрализатора отработавших газов двигателя внутреннего сгорания (патент РФ № 2511833)

### Результаты

Испытания проводились для блоков каталитических материалов различного состава на отработавших газах одного состава, с одинаковой температурой, плотностью, скоростью газового потока, на блоках одинаковой конструкции с идентичной пористостью и извилистостью пор. Исследования характеризовались соблюдением идентичных условий и однопоточности во времени. Также условия проведения исследований позволили на равном фоне воздействия на ход процесса окисления продуктов неполного сгорания и восстановления веществ оценить эффективность использования каталитических материалов различных составов [8].

Использование размола определенных руд, позволяющих замещать ценные дорогие элементы (в большинстве случаев редкоземельные), позволяет не только обеспечить каталитические материалы необходимыми свойствами и характеристиками, но и значительным образом снижать стоимость очистки отработавших газов СЭУ от опасных соединений [9].

В связи с этим была рассмотрена возможность замещения родия и иридия в составе материала на основе окалины стали размолами руд бастнезита и лопарита с последующей корректировкой качественного и количественного состава шихты. Такой подход также позволяет создать каталитический материал с использованием технологии СВС, обладающий лучшим набором свойств и характеристик.

Отработавшие газы, образующиеся в процессе сгорания жидкого топлива в СЭУ, имеют температуру около 700 К, что не может не сказаться на свойствах и характеристиках используемых каталитических материалов в системах очистки [10]. Проведенные опытные исследования позволили выявить следующее: каталитические материалы с долей родия 0,1% по массе позволяют обеспечить необходимое качество очистки отработавших газов СЭУ от оксидов азота. Однако диапазон эффективности использования такого материала находится в интервале высоких температур отработавших газов СЭУ, а качество очистки составляет от 73–82% при 620 К до 87–92% при 900 К. Интервал рабочих температур соответствует нагрузке СЭУ 75–100%, но при нагрузке 100% работает менее 2 % всех СЭУ, основная нагрузка составляет 75–80%.

Следовательно, каталитические материалы, используемые в системе очистки отработавших газов СЭУ с использованием каталитической нейтрализации, содержащие родий в интервале рабочих температур 626–630 К и обеспечивают высокую эффективность очистки от оксидов азота.

Целесообразным оказалось использование палладия при получении каталитического материала, добавление которого в состав шихты обеспечивает степень очистки от оксидов азота при температуре 550 К составляет 50–62,5% и 81–87% при температуре отработавших газов 850 К. При использовании таких каталитических материалов необходимо учитывать тот факт, что прогрев каталитического нейтрализатора необходим исключительно на режимах малых нагрузок и холостых ходов до температуры отработавших газов СЭУ 550 К.

С целью расширения рабочего температурного диапазона возможно применение иридия (до 0,1%). При его использовании степень очистки отработавших газов СЭУ по содержанию оксидов азота снижается. Так, при 520 К степень очистки составляет от 45 до 55%, при температуре 850 К – от 65 до 67%. Охват всех режимов эксплуатации СЭУ обеспечивается именно добавлением в состав каталитического материала иридия [11].

Альтернативным вариантом применения иридия, родия, палладия и других редкоземельных металлов является добавление размола руды бастнезит [12], что обеспечивает эффективность очистки отработавших газов СЭУ от оксидов азота в интервале 54–66% при температуре отработавших газов 530 К и в интервале 66–73 % при температуре 825 К. Такой материал имеет диапазон активности с охватом практически всех режимов эксплуатации СЭУ.

Широким диапазоном рабочих температур эксплуатации СЭУ обладают катализаторы, основным компонентом которых является руда лопарит [13]. К недостаткам такого материала можно отнести низкую степень очистки от оксидов азота: от 29–40% при 550 К и до 46–54% при 850 К. Результаты исследований приведены на Рис. 2.

Злободневным является вопрос снижения концентрации углеводородов в отработавших газах СЭУ, которые оказывают негативное влияние на все компоненты окружающей среды.

Снижение концентрации углеводородов достаточно изучено. Однако основная масса исследований проводилась на материалах, содержащих редкоземельные металлы (платину, палладий, родий и другие). В то же время имеются противоречивые данные о температурных диапазонах эффективности очистки отработавших газов от углеводородов с использованием различных катализаторов.

Значительное снижение концентрации углеводородов в отработавших газах наблюдается при добавлении родия в состав каталитического материала. При температуре 450 К степень очистки составляет 71–84%, при 860 К – 88,5–93%. С точки зрения эксплуатационных характеристик такой каталитический материал имеет достаточно широкий диапазон температур рабочих режимов.

Наличие в составе каталитических материалов иридия (до 0,1%) позволило снизить содержание углеводородов в отработавших газах СЭУ от 72–81% при температуре 515 К до 81–97% при 870 К.

Добавление палладия в состав каталитического материала (до 0,2%) показало лучшее качество очистки от углеводородов при более высоких рабочих температурах: 94–96% при 700 К [14]. При температуре отработавших газов 450 К степень очистки составляет 55–75%. При работе СЭУ на режиме меньше 450 К качество очистки от углеводородов ухудшается.

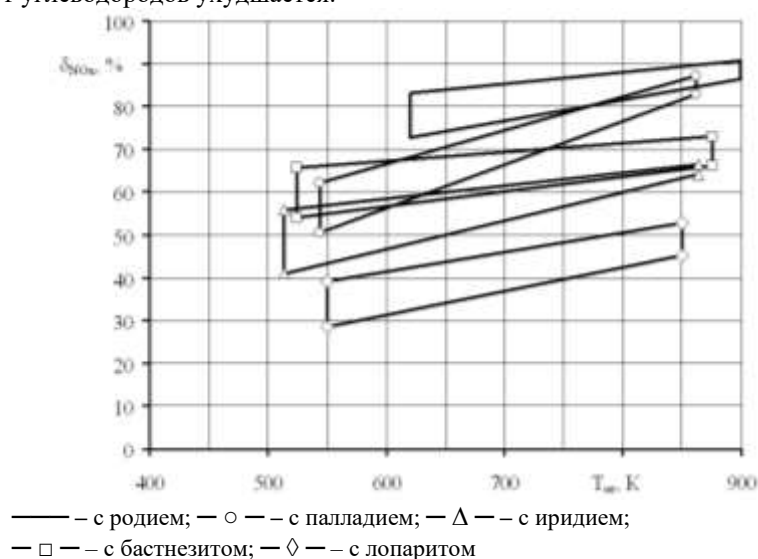
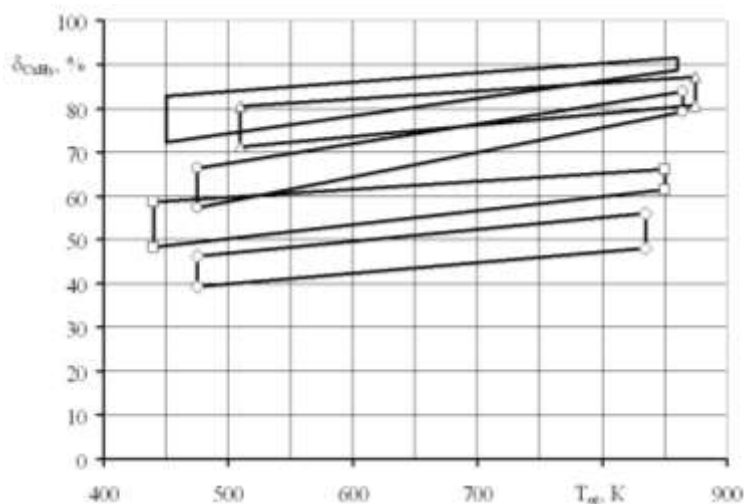


Рис. 2. Качество очистки отработавших газов СЭУ от соединений азота в рабочих температурных диапазонах, на материалах различного состава

### Обсуждение

Проведенные исследования на каталитических материалах с добавлением руды бастнезит и лопарит позволили получить следующие результаты:

- активная способность катализатора на основе руды бастнезит наблюдается в диапазоне температур 442–860 К. Качество очистки при граничных температурах составляет 49–59% и 63–67% соответственно;
- рабочий интервал температур для каталитического материала на основе руды лопарит составляет 460–840 К. Степень очистки при рабочих температурах составляет 39–46% и 49–56% соответственно. Результаты исследований приведены на Рис. 3.



— с родием; — ○ — с палладием; — Δ — с иридием;  
 — □ — с бастнезитом; — ◇ — с лопаритом

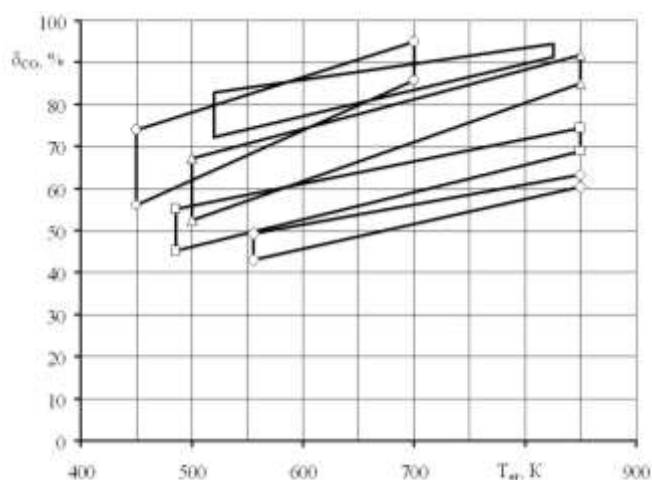
Рис. 3. Качество очистки отработавших газов СЭУ от углеводородов в рабочих температурных диапазонах, на материалах различного состава

Из графиков, приведенных на Рис. 3, видно, что наименьшая эффективность очистки отработавших газов СЭУ от углеводородов наблюдается при добавлении в состав шихты каталитического материала руды лопарит.

Сокращение количества оксида углерода в отработавших газах СЭУ является одной из актуальных задач [15].

С целью контроля над выбросами оксидов углерода, выбросы СЭУ этого соединения нормируются российскими и мировыми стандартами.

Выбор наиболее приемлемого состава каталитического материала, используемого для снижения количества выбрасываемого оксида углерода в окружающую среду от СЭУ, осуществлялся на основании сравнения интервала рабочих температур и степени очистки в этих условиях. Результаты экспериментальных исследований представлены на Рис. 4.



— с родием; — ○ — с палладием; — Δ — с иридием;  
 — □ — с бастнезитом; — ◇ — с лопаритом

Рис. 4. Качество очистки отработавших газов СЭУ от оксида углерода в рабочих температурных диапазонах, на материалах различного состава

Из приведенных на Рис. 4. зависимостей можно сделать следующий вывод:

– максимальная степень очистки достигается с использованием палладия в составе каталитического материала и составляет 85–95% при температуре 700 К. Однако интервал рабочих температур (450–700 К) недостаточен с точки зрения эксплуатационных параметров работы СЭУ;

– наибольшим интервалом рабочих температур обладает каталитический материал с добавлением руды бастнезит (480–850 К). Качество очистки при этом составляет от 44–55% до 39–72%.

### Заключение, выводы

Результатом исследований является возможность использования размола руд бастнезит и лопарит в качестве замещающих ценных, дорогих компонентов в составе каталитических материалов при очистке отработавших газов СЭУ, обеспечивающих приемлемую степень очистки от оксидов азота, углеводородов и оксидов углерода. Использование таких каталитических материалов значительным образом снижает стоимость каталитического материала и всей системы очистки отработавших газов СЭУ.

### Список литературы:

1. Heibel, A. Losungen zur Einhaltung der Grenzwerte für Nutzfahrzeug – emissionen der nachten Dekade basierend auf ЕПА 2007 und EUV/ A. Heibel, U. Zink// Motortechn. Z. – 2007. – 68. – № 7–8. – С. 570–574, 7 ил. Библ. 6. Нем.
2. Гришкин В.В. Современные требования к судам в части минимизации воздействия на окружающую среду/ В.В. Гришкин, М.В. Петров// Сборник докладов VI международный форум Экология, 26 – 27 февраля 2015, СПб. – С. 17–25.
3. Тимофеев О.Я. Особенности внедрения новых требований к экологической безопасности судов и морских установок в северных морях и на арктическом шельфе/ О.Я. Тимофеев, Н.А. Вальдман, М.И. Крыжевич// Арктика: экология и экономика. – 2014. – № 3. – С. 79–85.
4. Kurok, C. Partikelminderung durch Schwefelgrenzwerte/ Kurok Claus (Germanischer Lloyd AG, GL. «Anolysetechnik», Hamburg)// Schiff und Hafen, 2008. – 60, № 9. – С. 118, 120–122, 6 ил. Библ. 5. Нем.; рез. англ.

5. Бакланов А.Е., Канапинов М.С., Малашина С.А., Новоселова Т.В., Ситников А.А., Тубалов Н.П. Получение пористых проницаемых металлокерамических материалов с использованием руд полиметаллов взамен редкоземельных элементов. – Ползуновский вестник, 2016, №2, С. 205–212.
6. Бразовский В.В., Кашкаров Г.М., Ситников А.А. и др Исследование параметров, влияющих на качество очистки отработавших газов дизелей. – Ползуновский вестник. -2012. -№ 3/1. – С. 224–231.
7. Пат. 2511833 Россия, МПК F01N 11/00 (2006.01), G01M 15/00(2006.01). АлтГТУ. Установка для испытаний кассетного нейтрализатора отработавших газов двигателя внутреннего сгорания [Текст]/ К.С. Боков, Г.В. Медведев, Д.С. Печеникова, А.Л. Новоселов, А.А. Новоселов (656038, Алтайский край, г. Барнаул, пр. Ленина, 46, ФГБОУ ВПО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова» (АлтГТУ), ОИПС). – №2012132961/06; заявл. 01.08.2012 ; опубл. 10.04.2014. Рус.
8. Медведев, Г.В. Металлокерамические фильтры очистки токсичных газов: водный транспорт: монография/ Г.В. Медведев; под. ред. В.П. Горелова. – Новосибирск: Изд-во Сиб. гос. ун-та водн. трансп., 2017.- 410 с. 2-е изд. Стер. – М. – Берлин : Директ Медиа, 2017. – 332 с.
9. Горлова Н.Н. Каталитические материалы, замещающие благородные металлы в нейтрализаторах для дизелей/ Н.Н. Горлова, Г.В. Медведев// Современная техника и технологии: проблемы, состояние и перспективы: материалы II всероссийской научно-технической конференции 23–24 ноября 2012 г./ под ред. А.В. Шашка. – Рубцовск, 2012 – С. 92–98.
10. Development of non – Ni low H<sub>2</sub>S Pt/Rh/CeO<sub>2</sub> TWC Catalyst/ Xamada T., Kadano K., Funabiki M.// SAE Techn. Pap.Ser. – 1990. –№ 900611. – С. 1–8.
11. Пат. 2530187 Россия, МПК B22F 3/23 (2006.01), C22C 1/05 (2006.01), C22C 29/12 (2006.01), C04B 38/00 (2006.01). АлтГТУ. Шихта с родием и иридием для получения пористого проницаемого каталитического материала [Текст]/ Н.Н. Горлова, А.Л. Новоселов, Г.В. Медведев, Д.С. Печеникова, А.А. Новоселов (656038, Алтайский край, г. Барнаул, пр. Ленина, 46, ФГБОУ ВПО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова» (АлтГТУ), ОИПС). – № 2013139974/02; заявл. 27.08.2013 ; опубл. 10.10.2014. Рус.
12. Пат. 2530186 Россия, МПК B22F 3/23 (2006.01), C22C 1/05 (2006.01), C22C 29/12 (2006.01), C04B 38/00 (2006.01). АлтГТУ. Шихта с бастнезитом для получения пористого проницаемого каталитического материала [Текст]/ Н.Н. Горлова, А.Л. Новоселов, Г.В. Медведев, Д.С. Печеникова, А.А. Новоселов (656038, Алтайский край, г. Барнаул, пр. Ленина, 46, ФГБОУ ВПО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова» (АлтГТУ), ОИПС). – № 2013139973/02 ; заявл. 27.08.2013 ; опубл. 10.10.2014. Рус.
13. Пат. 2532745 Россия, МПК B22F 3/23 (2006.01), C22C 1/05 (2006.01), C22C 29/12 (2006.01), C04B 38/00 (2006.01). АлтГТУ. Шихта с лопаритом для получения пористого проницаемого каталитического материала [Текст]/ Н.Н. Горлова, А.Л. Новоселов, Г.В. Медведев, Д.С. Печеникова, А.А. Новоселов (656038, Алтайский край, г. Барнаул, пр. Ленина, 46, ФГБОУ ВПО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова» (АлтГТУ), ОИПС). – № 2013139946/02; заявл. 27.08.2013 ; опубл. 10.11.2014. Рус.
14. Пат. 2615674 Россия, МПК B22F 3/23 (2006.01), C22C 1/05 (2006.01), C22C 29/12 (2006.01), C04B 38/00 (2006.01). АлтГТУ. Шихта с палладием для получения пористого проницаемого каталитического материала [Текст]/ М.С. Канапинов, Н.Н. Горлова, Г.В. Медведев, Н.П. Тубалов (656038, Алтайский край, г. Барнаул, пр. Ленина, 46, ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова» (АлтГТУ), ОИПС). – №2015150613; заявл. 25.11.2015; опубл. 06.04.2017. Рус.
15. Gloeckle M. Abgasanlage mit Filtereinrichtung und Absorberkatalysator für eine Brennkraft-maschine: Заявка 102007034035 Германия, МПК F 01 N 3/035 (2006.01), F 01 N 3/08 (2006.01) / Robert Bosch GmbH, M. Gloeckle, C. Osemman// № 102007034035.6; Заявл. 20.07.2007; Опубл. 22.01.2009. Нем.

## THE EFFECT OF MARINE POWER PLANTS EXHAUST GASES TEMPERATURE ON THE QUALITY OF THEIR CLEANING USING THE CATALYTIC NEUTRALIZATION METHOD

**Gennady V. Medvedev,**

*Polzunov Altai State Technical University, Barnaul, Altai Territory, Russia*

**Mikhail Y. Khramov,**

*Volga State University of Water Transport, Nizhny Novgorod, Russia*

*Annotation. The use of catalytic neutralization for the purification of harmful emissions from ship power plants can significantly reduce the negative impact of exhaust gases on all environmental objects. The attractiveness of the proposed method lies in the possibility of selecting the appropriate composition of the catalytic material depending on the required degree of purification.*

*The functional properties of catalytic materials are largely determined by the qualitative and quantitative composition of the material used, as well as the conditions of its operation - the temperature regime.*

*In order to determine the acceptable composition of the catalytic converter material, we made an analyses of materials of various compositions. The optimum degree of purification was achieved on materials containing valuable components (rhodium, iridium, palladium). However, the issue of reducing the treatment system cost is important. So, the possibility of replacing such metals with ore grindings (bastnesite, loparite) has been studied in the paper.*

*Keywords: catalysts, catalytic neutralization, neutralization, MARPOL 73/78, degree of purification, vessel, temperature range, power plant.*

**References:**

1. Heibel, A. Lösungen zur Einhaltung der Grenzwerte für Nutzfahrzeug – emissionen der nachten Dekade basierend auf EПА 2007 und EUV/ A. Heibel, U. Zink// Motortechn. Z. – 2007. – 68. – № 7–8. – С. 570–574, 7 ил. Библ. 6. Нем.
2. Grishkin, V.V. Sovremennyy'e trebovaniya k sudam v chasti minimizatsii vozdeystviya na okruzhayushchuyu sredyu/ V.V. Grishkin, M.V. Petrov// Sbornik dokladov VI mezhdunarodny'j forum E'KOLOGIYA, 26 – 27 fevralya 2015, SPb. – S. 17 -25.
3. Timofeev, O. Ya. Osobennosti vnedreniya novy'x trebovanij k e'kologicheskoy bezopasnosti sudov i morskix ustanovok v severny'x moryax i na arkticheskom shel'fe/ O.Ya. Timofeev, N.A. Val'dman, M.I. Kry'zhevich// Arktika: e'kologiya i e'konomika. – 2014. – № 3. – S. 79 -85.
4. Kurok, C. Partikelminderung durch Schwefelgrenzwerte/ Kurok Claus (Germanischer Lloyd AG, GL. «Anolysetechnik», Hamburg)// Schiff und Hafen, 2008. – 60, № 9. – С. 118, 120–122, 6 ил. Библ. 5. Нем.; рез. англ.
5. Baklanov A.E., Kanapinov M.S., Malashina S.A., Novoselova T.V., Sitnikov A.A., Tubalov N.P. Poluchenie poristy'x proniczaemy'x metallokeramicheskix materialov s ispol'zovaniem rud polimetallov vzamen redkozemel'ny'x e'lementov. – Polzunovskij vestnik, 2016, № 2, S. 205 – 212.
6. Brazovskij V.V., Kashkarov G.M., Sitnikov A.A. i dr Issledovanie parametrov, vliyayushhix na kachestvo ochildki otrabotavshix gazov dizelej. – Polzunovskij vestnik. -2012. -№ 3/1. – S. 224 – 231.
7. Pat. 2511833 Rossiya, MPK F01N 11/00 (2006.01), G01M 15/00(2006.01). AltGTU. Ustanovka dlya ispy'tanij kassetnogo nejtralizatora otrabotavshix gazov dvigatelya vnutrennego sgoraniya [Tekst]/ K. S.Bokov, G. V. Medvedev, D. S. Pechennikova, A. L. Novoselov, A. A. Novoselov (656038, Altajskij kraj, g. Barnaul, pr. Lenina, 46, FGBOU VPO «Altajskij gosudarstvenny'j texnicheskij universitet im. I.I. Polzunova» (AltGTU), OIPS). – №2012132961/06; zayavl. 01.08.2012 ; opubl. 10.04.2014. Rus.
8. Medvedev, G.V. Metallokeramicheskie fil'try' ochildki toksichny'x gazov: vodny'j transport: monografiya/ G.V. Medvedev; pod. red. V.P. Gorelova. – Novosibirsk: Izd-vo Sib. gos. un-ta vodn. transp., 2017.- 410 s. 2-e izd. Ster. – .M. – Berlin : Direkt Media, 2017. – 332 s.
9. Gorlova, N.N. Kataliticheskie materialy', zameshayushhie blagorodny'e metally' v nejtralizatorax dlya dizelej/ N.N. Gorlova, G.V. Medvedev// Sovremennaya texnika i texnologii: problemy', sostoyanie i perspektivy': materialy' II vsersijskoj nauchno-texnicheskoy konferencii 23 – 24 noyabrya 2012 g./ pod red. A.V. Shashka. – Rubczovsk, 2012 – S. 92 -98.
10. Development of non – Ni low H2S Pt/Rh/CeO2 TWC Catalyst/ Xamada T., Kadano K., Funabiki M.// SAE Techn. Pap.Ser. – 1990. –№ 900611. – С. 1–8.
11. Pat. 2530187 Rossiya, MPK B22F 3/23 (2006.01), C22C 1/05 (2006.01), C22C 29/12 (2006.01), C04B 38/00 (2006.01). AltGTU. Shixta s rodiem i iridiem dlya polucheniya poristogo proniczaemogo kataliticheskogo materiala [Tekst]/ N.N. Gorlova, A.L. Novoselov, G.V. Medvedev, D.S. Pechennikova, A.A. Novoselov (656038, Altajskij kraj, g. Barnaul, pr. Lenina, 46, FGBOU VPO «Altajskij gosudarstvenny'j texnicheskij universitet im. I.I. Polzunova» (AltGTU), OIPS). – № 2013139974/02 ; zayavl. 27.08.2013 ; opubl. 10.10.2014. Rus.
12. Pat. 2530186 Rossiya, MPK B22F 3/23 (2006.01), C22C 1/05 (2006.01), C22C 29/12 (2006.01), C04B 38/00 (2006.01). AltGTU. Shixta s bastnezitom dlya polucheniya poristogo proniczaemogo kataliticheskogo materiala [Tekst]/ N. N. Gorlova, A.L. Novoselov, G.V. Medvedev, D. S. Pechennikova, A. A. Novoselov (656038, Altajskij kraj, g. Barnaul, pr. Lenina, 46, FGBOU VPO «Altajskij gosudarstvenny'j texnicheskij universitet im. I.I. Polzunova» (AltGTU), OIPS). – № 2013139973/02 ; zayavl. 27.08.2013 ; opubl. 10.10.2014. Rus.
13. Pat. 2532745 Rossiya, MPK B22F 3/23 (2006.01), C22C 1/05 (2006.01), C22C 29/12 (2006.01), C04B 38/00 (2006.01). AltGTU. Shixta s loparitom dlya polucheniya poristogo proniczaemogo kataliticheskogo materiala [Tekst]/ N.N. Gorlova, A.L. Novoselov, G.V. Medvedev, D.S. Pechennikova, A.A. Novoselov (656038, Altajskij kraj, g. Barnaul, pr. Lenina, 46, FGBOU VPO «Altajskij gosudarstvenny'j texnicheskij universitet im. I. I. Polzunova» (AltGTU), OIPS). – № 2013139946/02 ; zayavl. 27.08.2013 ; opubl. 10.11.2014. Rus.
14. Pat. 2615674 Rossiya, MPK B22F 3/23 (2006.01), C22C 1/05 (2006.01), C22C 29/12 (2006.01), C04B 38/00 (2006.01). AltGTU. Shixta s palladiem dlya polucheniya poristogo proniczaemogo kataliticheskogo materiala [Tekst]/ M.S. Kanapinov, N.N. Gorlova, G.V. Medvedev, N.P. Tubalov (656038, Altajskij kraj, g. Barnaul, pr. Lenina, 46, FGBOU VO «Altajskij gosudarstvenny'j texnicheskij universitet im. I.I. Polzunova» (AltGTU), OIPS).- №2015150613; zayavl. 25.11.2015; opubl. 06.04.2017. Rus.
15. Gloeckle, M. Abgasanlage mit Filtereinrichtung und Absorberkatalysator für eine Brennkraftmaschine: Заявка 102007034035 Германия, МПК F 01 N 3/035 (2006.01), F 01 N 3/08 (2006.01)/ Robert Bosch GmbH, M. Gloeckle, C. Osemman// № 102007034035.6; Заявл. 20.07.2007; Опубли. 22.01.2009. Нем.

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Михаил Юрьевич Храмов**, к.т.н., доцент, кафедра «Эксплуатации судовых энергетических установок», Волжский государственный университет водного транспорта» (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»), 603951, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5, e-mail: eseu655@vsawt.ru

**Геннадий Валериевич Медведев**, доцент, к.т.н., кафедра Наземных транспортно-технологических систем, Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (ФГБОУ ВО «АлтГТУ»), 656038, Алтайский край, г. Барнаул, пр. Ленина, 46 e-mail: Genatswaly@mail.ru

**Mikhail Y. Khramov**, Ph.D. in Engineering Science, Associate Professor of the Department of Economics and Management, Volga State University of Water Transport, 5, Nesterov st, Nizhny Novgorod, 603951,

**Gennady V. Medvedev**, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor Department of ground transportation and technological systems Polzunov Altai State Technical University 46 Lenin Ave., Barnaul, Altai Territory, Russia, 656038