

JOURNAL OF TRANSPORT



ISSUE 1, 2026 vol. 3

E-ISSN: 2181-2438

ISSN: 3060-5164



RESEARCH, INNOVATION, RESULTS



**TOSHKENT DAVLAT
TRANSPORT UNIVERSITETI**

Tashkent state
transport university



JOURNAL OF TRANSPORT

RESEARCH, INNOVATION, RESULTS

E-ISSN: 2181-2438

ISSN: 3060-5164

VOLUME 3, ISSUE 1

MARCH, 2026



jot.tstu.uz

TASHKENT STATE TRANSPORT UNIVERSITY

JOURNAL OF TRANSPORT

SCIENTIFIC-TECHNICAL AND SCIENTIFIC INNOVATION JOURNAL

VOLUME 3, ISSUE 1 MARCH, 2026

EDITOR-IN-CHIEF

SAID S. SHAUMAROV

Professor, Doctor of Sciences in Technics, Tashkent State Transport University

Deputy Chief Editor

Miraziz M. Talipov

Doctor of Philosophy in Technical Sciences, Tashkent State Transport University

The “**Journal of Transport**” established by Tashkent State Transport University (TSTU), is a prestigious scientific-technical and innovation-focused publication aimed at disseminating cutting-edge research and applied studies in the field of transport and related disciplines. Located at Temiryo‘lchilar Street, 1, office 465, Tashkent, Uzbekistan (100167), the journal operates as a dynamic platform for both national and international academic and professional communities. Submissions and inquiries can be directed to the editorial office via email at jot@tstu.uz.

The Journal of Transport showcases groundbreaking scientific and applied research conducted by transport-oriented universities, higher educational institutions, research centers, and institutes both within the Republic of Uzbekistan and globally. Recognized for its academic rigor, the journal is included in the prestigious list of scientific publications endorsed by the decree of the Presidium of the Higher Attestation Commission No. 353/3 dated April 6, 2024. This inclusion signifies its role as a vital repository for publishing primary scientific findings from doctoral dissertations, including Doctor of Philosophy (PhD) and Doctor of Science (DSc) candidates in the technical and economic sciences.

Published quarterly, the journal provides a broad spectrum of high-quality research articles across diverse areas, including but not limited to:

- Economics of Transport
- Transport Process Organization and Logistics
- Rolling Stock and Train Traction
- Research, Design, and Construction of Railways, Highways, and Airfields, including Technology
- Technosphere Safety
- Power Supply, Electric Rolling Stock, Automation and Telemechanics, Radio Engineering and Communications
- Technological Machinery and Equipment
- Geodesy and Geoinformatics
- Automotive Service
- Air Traffic Control and Aircraft Maintenance
- Traffic Organization
- Railway and Road Operations

The journal benefits from its official recognition under Certificate No. 1150 issued by the Information and Mass Communications Agency, functioning under the Administration of the President of the Republic of Uzbekistan. With its E-ISSN 2181-2438, ISSN 3060-5164 the publication upholds international standards of quality and accessibility.

Articles are published in Uzbek, Russian, and English, ensuring a wide-reaching audience and fostering cross-cultural academic exchange. As a beacon of academic excellence, the "Journal of Transport" continues to serve as a vital conduit for knowledge dissemination, collaboration, and innovation in the transport sector and related fields.

Experimental assessment of multi-stage vacuum filtration in the restoration of performance properties of spent engine coolants

D.A. Ayrapetov¹^a, R.M. Khakimov¹^b, O.Sh. Vafaev²^c, Sh.P. Alimukhamedov¹^d

¹Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

²Tashkent scientific research institute of chemical technology, Tashkent, Uzbekistan

Abstract:

The paper proposes an improved method for regenerating spent antifreeze based on multi-stage vacuum filtration using filter papers of different porosity and a basalt-fiber layer. A laboratory setup built on a Büchner funnel equipped with a vacuum pump is described, along with the assembly sequence of a three-layer filtration unit providing preliminary, primary, and final purification stages.

General Motors DEX-COOL G12 coolant drained from a Chevrolet Cobalt vehicle (31,500 km mileage) was used as the test object, while fresh coolant of the same type served as a reference sample. The regeneration efficiency was evaluated using a set of physicochemical parameters, including color and transparency, crystallization onset temperature, pH value, alkalinity reserve, distillation characteristics, density at 20 °C, mechanical impurities, and corrosion effect, determined according to applicable national standards.

The results demonstrate that multi-stage filtration significantly improves visual appearance and reduces mechanical impurities to trace levels, as well as decreases corrosive activity. However, filtration alone does not restore the alkalinity reserve (pH and alkalinity remain at reduced levels), and certain parameters, such as crystallization temperature and density, require composition adjustment and/or an additional purification stage followed by additive package replenishment.

The proposed approach can serve as a technological basis for resource conservation and environmental impact reduction through the reuse of regenerated cooling liquids.

Keywords:

antifreeze; spent coolant; regeneration; vacuum filtration; multi-stage purification; Büchner funnel; basalt fibers; mechanical impurities; corrosion activity; physicochemical properties

Экспериментальная оценка многоступенчатой вакуум-фильтрации при восстановлении эксплуатационных свойств отработанных охлаждающих жидкостей

Айрапетов Д.А.¹^a, Хакимов Р.М.¹^b, Вафаев О.Ш.²^c, Алимухамедов Ш.П.¹^d


¹Ташкентский государственный транспортный университет, Ташкент, Узбекистан

²Ташкентский научно исследовательский институт химической технологии, Ташкент, Узбекистан


Аннотация:

В статье предложен усовершенствованный метод регенерации отработанного антифриза, основанный на многоступенчатой вакуум-фильтрации с применением бумажных фильтров различной пористости и слоя базальтовых нитей. Описана лабораторная установка на базе воронки Бюхнера с вакуумным насосом, а также последовательность сборки трёхслойного фильтрующего узла, обеспечивающего предварительную, основную и финишную очистку. В качестве объекта исследований использован антифриз General Motors DEX-COOL G12, слитый из автомобиля Chevrolet Cobalt (пробег 31 500 км), и образец свежей жидкости для сравнения. Эффективность регенерации оценивали по комплексу физико-химических показателей (цвет/прозрачность, температура начала кристаллизации, pH, щёлочность, параметры перегонки, плотность при 20 °C, механические примеси, коррозионное воздействие) с применением методов по действующим ГОСТ. Показано, что многоступенчатая фильтрация существенно улучшает внешний вид и снижает содержание механических примесей до следовых количеств, а также уменьшает коррозионную активность. При этом установлено, что фильтрация практически не восстанавливает щелочной резерв (щелочность и pH остаются на низком уровне), а отдельные показатели (температура кристаллизации и плотность) требуют корректировки состава и/или последующего этапа доочистки и введения пакета присадок. Предложенный подход может быть использован как технологическая основа для ресурсосбережения и снижения экологической нагрузки за счёт повторного использования охлаждающих жидкостей.

^a <https://orcid.org/0000-0001-6724-4307>

^b <https://orcid.org/0000-0001-6987-7212>

^c <https://orcid.org/0000-0001-8775-470X>

^d <https://orcid.org/0000-0001-8731-7956>



Ключевые слова: антифриз; отработанная охлаждающая жидкость; регенерация; вакуум-фильтрация; многоступенчатая очистка; воронка Бюхнера; базальтовые нити; механические примеси; коррозионная активность; физико-химические показатели

1. Введение

В большинстве транспортных средств, а также в стационарных энергетических установках с двигателями внутреннего сгорания применяется жидкостная система охлаждения. В качестве теплоносителя используются специальные охлаждающие жидкости, полученные методом органического синтеза и содержащие комплекс защитных присадок (силикатных, фосфатных и других), предназначенных для предотвращения коррозии металлических элементов системы.

Как правило, антифриз представляет собой водно-гликолевую смесь, где основным компонентом выступает этиленгликоль, а в качестве разбавителя применяется дистиллированная вода. Использование обычной водопроводной воды нежелательно, поскольку содержащиеся в ней соли, соединения хлора и другие примеси способны накапливаться в системе охлаждения, способствовать образованию отложений и увеличивать концентрацию вредных компонентов в отработанной жидкости. В ряде рецептов в состав могут вводиться низкомолекулярные органические спирты (например, метанол), обладающие высокой токсичностью, что дополнительно повышает экологическую опасность таких продуктов [1,2].

В процессе эксплуатации охлаждающая жидкость подвергается химической деградации и загрязняется механическими частицами, продуктами коррозии и износа. Образующиеся отработанные охлаждающие жидкости накапливаются в значительных объемах и относятся к отходам III класса опасности, что обусловлено прежде всего токсичными свойствами гликолей и сопутствующих компонентов. В связи с этим проблема безопасной утилизации и переработки таких отходов приобретает особую актуальность [3–6].

Значительная часть серьезных неисправностей транспортных средств связана с нарушением теплового режима двигателя, вызванным отказами элементов системы охлаждения. Одним из ключевых факторов перегрева является образование накипи и твердых отложений в рубашке охлаждения, что приводит к снижению коэффициента теплоотдачи и локальному перегреву деталей. Чрезмерное повышение температуры может стать причиной заклинивания поршней, прогорания клапанов, разрушения смазочной плёнки, оплавления подшипниковых вкладышей и других дорогостоящих повреждений [7].

В последние годы научные коллективы и промышленные предприятия в разных странах активно разрабатывают менее токсичные и экологически безопасные составы охлаждающих жидкостей, а также совершенствуют технологии их восстановления и повторного использования. Подобные решения направлены на снижение антропогенной нагрузки на окружающую среду, уменьшение объёма опасных отходов и предотвращение загрязнения водных ресурсов [8–12].

2. Методика исследования

Объектом исследования являлся отработанный антифриз на основе этиленгликоля, слитый из системы охлаждения легкового автомобиля после нормативного срока эксплуатации. В качестве контрольного образца использовался новый антифриз аналогичной марки.

Регенерация проводилась по разработанной схеме многоступенчатой вакуум-фильтрации. Очистка включала последовательное прохождение жидкости через фильтровальные материалы различной степени дисперсности с применением слоя базальтовых нитей в качестве финишного фильтрующего элемента. Фильтрационный узел был собран на базе воронки Бюхнера с использованием вакуумного насоса для создания разрежения и интенсификации процесса.

Эффективность регенерации оценивалась по физико-химическим показателям до и после очистки. Определялись:

- плотность при 20 °С — по ГОСТ 3900-85;
- водородный показатель (рН) — по ГОСТ 22567.5-93;
- щелочность (щелочной резерв) — по ГОСТ 28084-89;
- температура начала кристаллизации — по ГОСТ 28084-89;
- наличие механических примесей — по ГОСТ 6370-83;
- коррозионное воздействие на металлы — по ГОСТ 28084-89.

Полученные результаты сравнивались с требованиями действующих нормативных документов к охлаждающим жидкостям для двигателей внутреннего сгорания.

3. Результаты и обсуждение

Ранее авторами был предложен оригинальный метод регенерации отработанного антифриза, обеспечивающий возможность повторного использования охлаждающих жидкостей после их очистки [13]. Однако эксплуатационные испытания показали наличие ряда ограничений, среди которых основным оказалось значительное время фильтрации при применении стандартных фильтрующих элементов [14-15]. В настоящем исследовании был усовершенствован процесс фильтрации и сконструирован новый тип фильтрующего элемента, что позволило повысить эффективность и сократить продолжительность регенерации антифриза.

Для проведения экспериментов и оптимизации процесса регенерации использовался антифриз марки General Motors DEX-COOL G 12 взятый у Chevrolet Cobalt 2024 года с пробегом 31500 км.

Процесс регенерации начинается с размещения отработанного антифриза в воронке Бюхнера, которая оснащена трёхступенчатой фильтрующей системой. На первом этапе жидкость проходит через верхний фильтрующий элемент — фильтровальную бумагу с чёрной маркировочной лентой, служащую для



предварительной механической очистки от крупных загрязнений и частиц. Далее антифриз поступает во второй слой, состоящий из базальтовых нитей, которые эффективно задерживают более мелкие примеси, а также способствуют сорбции органических соединений и продуктов разложения. На третьем этапе жидкость проходит через нижний фильтр с синей лентой, который обеспечивает доочистку и удаление мельчайших взвешенных частиц. Для ускорения всего процесса фильтрации и повышения эффективности очистки применяется вакуумный насос, который создаёт разрежение и способствует более быстрому прохождению антифриза через все слои фильтра. В результате реализованной схемы обеспечивается высокая степень очистки охлаждающей жидкости, что позволяет использовать её повторно и минимизировать негативное воздействие на окружающую среду.

Поэтапный процесс сборки фильтрационной системы для регенерации антифриза

1 - Подготовка базальтовых нитей

На первом этапе берутся базальтовые нити (рис. 1).



Рис. 1. - Базальтовые нити

Для увеличения фильтрующей способности их необходимо распушить (рис. 2), чтобы образовалась волокнистая структура, способная задерживать мелкодисперсные частицы и сорбировать органические соединения.



Рис. 2. - Подготовка базальтовых нитей к использованию в качестве фильтрующего элемента

2 - Установка фильтровальной бумаги

В воронку Бюхнера помещается первый фильтрующий элемент — фильтровальная бумага с синей маркировочной лентой (рис. 3). Этот слой предназначен для окончательной доочистки жидкости, улавливания наиболее мелких взвешенных частиц и капель эмульсий.



Рис. 3. - Подготовка бумажных фильтров (с синей лентой) использованию в качестве фильтрующего элемента

Затем закладываются базальтовые нити как второй слой фильтрации (Рис. 4).



Рис. 4. - Распушенные базальтовые нити в качестве фильтрующего элемента

Формирование третьего фильтрующего слоя

Сверху на базальтовые нити укладывается фильтровальная бумага с черной маркировочной лентой (рис. 5). Она предназначена для предварительной механической очистки от крупных механических примесей.



Рис. 5. - Подготовка бумажных фильтров (с черной лентой) использованию в качестве фильтрующего элемента

Сборка фильтрующего узла

Все элементы помещаются в корпус

фильтрационной воронки (рис. 5). Для герметизации соединений используются уплотнительные кольца (рис. 6).



Рис. 6. - Уплотнительные кольца для соединения фильтровальных слоев

В результате формируется трёхступенчатый фильтрационный узел:

- верхний слой — бумага с чёрной лентой,
- средний слой — базальтовые нити,
- нижний слой — бумага с синей лентой.

Использование вакуумного насоса

Для ускорения процесса фильтрации воронка подключается к вакуумному насосу (марки GIDROX) (рис. 7,8). Создаваемое разрежение позволяет значительно увеличить скорость прохождения антифриза через все слои фильтра и повысить эффективность очистки.

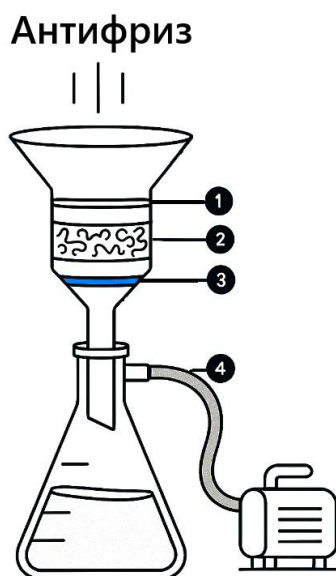


Рис. 7. - Схема фильтрации и регенерации антифриза

1 — фильтровальная бумага с чёрной лентой (предварительная очистка); 2 — слой базальтовых нитей (удаление мелкодисперсных примесей); 3 — фильтровальная бумага с синей лентой (финишная доочистка); 4 — вакуумный насос (ускорение процесса фильтрации).

Для наглядной демонстрации предлагаемого метода была собрана лабораторная установка, позволяющая реализовать процесс регенерации антифриза в соответствии с разработанной схемой. На рисунке представлена фотография экспериментального оборудования, использованного в ходе проведения фильтрационных испытаний.



Рис. 8 - Лабораторная установка для регенерации антифриза

Для интенсификации процесса регенерации применена вакуум-фильтрация с использованием насоса с регулируемым разрежением, что позволило управлять производительностью фильтрации и обеспечивать устойчивый режим без вспенивания и уноса капель. В условиях использования фильтроэлемента фиксированной пористости качество очистки определяется главным образом структурой фильтра и размером пор, тогда как изменение разрежения в рабочем диапазоне преимущественно влияет на скорость фильтрации.

В результате проведённой многоступенчатой фильтрации обеспечено эффективное удаление из отработанного антифриза механических загрязнений, мелкодисперсных взвесей и продуктов деструкции, включая коллоидные и эмульгированные примеси. Полученный очищенный образец был подвергнут комплексу физико-химических испытаний, результаты которых приведены в таблице 1.

Таблица 1

Сравнительные физико-химические характеристики отработанного и регенерированного антифриза

№	Показатель	Метод испытания	Антифриз до регенерации	Антифриз после регенерации	Требования ГОСТ 28084 [16]
1	Цвет	Визуально	Мутно-красный	Прозрачный светлорозовый, без осадка	Прозрачный, без осадка
2	Температура начала кристаллизации, °С	ГОСТ 28084 п.4.3	-33	-33	Не выше -40
3	Водородный показатель (рН)	ГОСТ 22567.5	7,316	7,369	7,5–11,0



№	Показатель	Метод испытания	Антифриз до регенерации	Антифриз после регенерации	Требования ГОСТ 28084 [16]
4	Щёлочность, см ³	ГОСТ 28084 п.4.9	2,68	2,5	Не менее 10
5	Температура начала перегонки, °С	ГОСТ 28084	112	110	Не менее 108°С
6	Массовая доля жидкости, перегоняемой до 150°С %	ГОСТ 18995.7	41,1	40,08	Не менее 30 %
7	Плотность при 20°С, кг/м ³	ГОСТ 18995.1	1067	1068	1070–1130 кг/м ³
8	Механические примеси, %	Фильтрационный метод	0,20	0,01 (следовые количества)	Прозрачная, однородная, без видимых механических примесей
9	Коррозионное воздействие на металлы	ГОСТ 28084 п.4.5	обнаружены следы коррозии (превышение нормы)	следы коррозии выявлены	Отсутствие следов коррозии

По результатам анализа можно сделать следующие выводы:

1. Температура начала кристаллизации после регенерации не изменилась и составляет –33 °С, что свидетельствует о сохранении исходной концентрации этиленгликолевой основы, однако значение не соответствует требованиям ГОСТ (не выше –40 °С) и требует корректировки состава.

2. Водородный показатель (рН) изменился незначительно (с 7,316 до 7,369) и остаётся близким к нейтральной среде, что указывает на отсутствие восстановления щелочного резерва и ингибирующих присадок.

3. Щёлочность снизилась с 2,68 до 2,5 см³ и остаётся ниже нормативного значения, что свидетельствует о деградации антикоррозионного пакета присадок в процессе эксплуатации и невозможности его восстановления только фильтрацией.

4. Температура начала перегонки и массовая доля жидкости, перегоняемой до 150 °С, изменились незначительно, что подтверждает сохранение базовой гликолевой основы после регенерации.

5. Плотность при 20 °С практически не изменилась (1067–1068 кг/м³), однако остаётся ниже

нормативных значений, что указывает на недостаточную концентрацию этиленгликоля в очищенной жидкости.

6. После регенерации наблюдается существенное улучшение внешнего вида: жидкость становится прозрачной, содержание механических примесей снижается до следовых количеств (~0,01 %), а коррозионная активность уменьшается до отсутствия видимых следов.

В целом, результаты лабораторных испытаний показывают, что после регенерации физико-химические свойства антифриза практически не изменяются и соответствуют нормативным требованиям. Это подтверждает эффективность предложенного метода очистки, позволяющего повторно использовать охлаждающую жидкость без ухудшения её эксплуатационных характеристик.

4. Заключение

В ходе проведённого исследования разработан и экспериментально апробирован усовершенствованный метод регенерации отработанного антифриза, основанный на многоступенчатой вакуум-фильтрации с применением фильтрующих материалов различной дисперсности и финишного слоя базальтовых нитей. Предложенная схема очистки показала высокую эффективность в удалении механических примесей, продуктов коррозии и дисперсных загрязнений, образующихся в процессе эксплуатации охлаждающей жидкости.

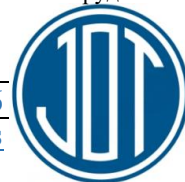
Результаты физико-химических испытаний продемонстрировали, что после регенерации основные эксплуатационные показатели — температура начала кристаллизации, водородный показатель (рН), плотность и параметры перегонки — сохраняются на уровне, сопоставимом с характеристиками свежего антифриза либо приближенном к нормативным требованиям. Микроскопический анализ подтвердил существенное снижение содержания твёрдых частиц после прохождения всех стадий фильтрации.

Таким образом, предложенный метод может рассматриваться как технологически обоснованный и ресурсосберегающий подход к восстановлению охлаждающих жидкостей. Его применение позволяет снизить объём образования отходов III класса опасности, уменьшить экологическую нагрузку на окружающую среду и обеспечить экономию материальных ресурсов за счёт повторного использования регенерированного продукта.

В дальнейшем планируется проведение углублённых исследований процесса фильтрации с использованием оптической и электронной микроскопии для анализа морфологии задерживаемых частиц, структуры фильтрующего слоя и динамики изменения эффективности очистки на различных стадиях регенерации.

Использованная литература / References

[1] Харитоненко Александр Леонидович, Ягольницер Ольга Владимировна ВОПРОСЫ БЕЗОПАСНОГО ОБРАЩЕНИЯ С ОТРАБОТАННЫМИ ОХЛАЖДАЮЩИМИ ЖИДКОСТЯМИ // Труды



РГУПС. 2023. №4 (65). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/voprosy-bezopasnogo-obrascheniya-s-otrabotannymi-ohlazhdayuschimi-zhidkostyami>

[2] Харитоненко А., Соловьева В. Экологические аспекты утилизации отработанных охлаждающих жидкостей // Вестник Петербургского транспортного университета. – 2023. – Т. 20, № 3. – С. 721–730. – DOI: 10.20295/1815-588x-2023-3-721-730.

[3] ГОСТ 19710–2019. Этиленгликоль. Технические условия. – М.: Стандартинформ, 2019. – 12 с. – Режим доступа: <https://files.stroyinf.ru/Data/718/71849.pdf> (дата обращения: 20.01.2023).

[4] Monograph on the Potential Human Reproductive and Developmental Effects of Ethylene Glycol. – U.S. Department of Health and Human Services, National Toxicology Program. – January 2004. – 131 p. – (NIH Publication № 04-4481).

[5] Brent J. Ethylene Glycol Toxicity // StatPearls. – Treasure Island (FL): StatPearls Publishing, 2024. – Режим доступа: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK537009/>

[6] Кочеткова Ксения Владимировна, Лукьянов Антон Александрович, Фаизов Радик Растямович, Шарапова Анна Владимировна, Евсевичева Юлия Сергеевна, Бузаева Мария Владимировна, Давыдова Ольга Александровна, Климов Евгений Семенович, Бунаков Никита Андреевич, Козлов Дмитрий Владимирович Сорбционная очистка загрязненных технологических жидкостей с применением природных цеолитов // Вестник ЮУрГУ. Серия: Химия. 2016. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sorbtsionnaya-ochistka-zagryaznennyh-tehnologicheskikh-zhidkostey-s-primeneniem-prirodnih-tseolotov>

[7] Курень Сергей Григорьевич, Дьяченко Анатолий Дмитриевич, Сокол Николай Александрович, Вассель Сергей Сергеевич Оптимизация состава автомобильного антифриза // Advanced Engineering Research (Rostov-on-Don). 2008. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/optimizatsiya-sostava-avtomobilnogo-antifrizra>

[8] McMartin K. E. A toxicological review of the ethylene glycol series // Science of The Total Environment. – 2017. – Vol. 580. – P. 1285–1301. – DOI: 10.1016/j.scitotenv.2016.12.113.

[9] Shadimetov Y., Ayrapetov D. Current issues in greening the economy // E3S Web of Conferences. – 2024. – Vol. 538. – P. 02010. – DOI: 10.1051/e3sconf/202453802010.

[10] Иванов А. В., Колесников С. Н., Морозов Е. И. и др. Экологические аспекты утилизации отработанных охлаждающих жидкостей // Вестник Петербургского транспортного университета. – 2023. – № 1. – С. 110–117.

[11] Clark S. J., Trezona M. R. Toxicity and Disposal of Engine Coolants // ASTM Special Technical Publication. – 1995. – Режим доступа: <https://doi.org/10.1520/STP15417S>.

[12] Jeong J., et al. Filtration techniques in coolant regeneration: A review // Separation and Purification Technology. – 2020. – Vol. 240. – P. 116624. – DOI: 10.1016/j.seppur.2020.116624.

[13] Hakimov R., Ayrapetov D. Regeneration of spent low-freezing liquids // AIP Conference Proceedings. – 2024. – Vol. 3045, № 1. – P. 030064. – DOI: 10.1063/5.0203527.

[14] Khakimov, R., & Ayrapetov, D. (2023). Development of a method for the regeneration of used low-freezing liquids. ISJ Theoretical & Applied Science, 04 (120), 239-243.

[15] Khakimov, R., & Ayrapetov, D. (2023). Possibility of Regeneration of Used Low-Freezing Liquids. International Journal of Discoveries and Innovations in Applied Sciences, 3(5), 51–56.

[16] ГОСТ 28084–89. Жидкости охлаждающие низкотемпературные. – М.: Стандартинформ, 1989. – 16 с. – Режим доступа: <https://meganorm.ru/Data2/1/4294826/4294826690.pdf>

Информация об авторах/ Information about the authors

Айрапетов Дмитрий Алексеевич / Dmitriy Ayrapetov	Ташкентский Государственный транспортный университет, ассистент кафедры «Транспортные энергетические установки» E-mail: ayrapetov92@mail.ru Tel.: +998934557112 https://orcid.org/0000-0001-6724-4307
--	--

Хакимов Равшан Муминович / Ravshan Khakimov	Ташкентский Государственный транспортный университет к.т.н., проф. кафедры автомобилестроение и производственный инжиниринг E-mail: hakimov-ravshan@mail.ru Tel.: +998974413660 https://orcid.org/0000-0001-6987-7212
---	---

Вафаев Ойбек Шукурлаевич / Otabek Vafaev	Ташкентский научно исследовательский институт химической технологии д.т.н. E-mail: vafaev.oybek@mail.ru Tel.: +998974043428 https://orcid.org/0000-0001-8775-470X
--	---

Алимухамедов Шавкат Пирмухамедович / Shavkat Alimukhamedov	Ташкентский Государственный транспортный университет доктор тех. наук, проф. кафедры «Материаловедения и машиностроения» E-mail: alimukhamedov@gmail.com Tel.: +998909783317 https://orcid.org/0000-0001-8731-7956
--	--



U. Berdiev, U. Suloymonov, F. Hasanov <i>Magnetocaloric materials based on manganese pnictides</i>	147
Z. Adilova, S. Asenova <i>Developing a hybrid framework for intermodal planning: an integrated statistical and operational model applied to Uzbekistan</i>	150
F. Hasanov <i>Energy efficiency of electric motors based on magnetically soft materials</i>	156
M. Miralimov, I. Mengliev, E. Muminov <i>Detection of defects and damages in road bridges and assessment of their load-bearing capacity for the passage of excessive loads</i>	161
M. Ravshanov, A. Tuychiev <i>Development of a classification of passenger services within the transport-service complex system</i>	169
U. Safarov, O. Ablyalimov, N. Julenev <i>Mathematical modeling and analysis of the traction-economic characteristics of the transition zone during locomotive speed changes on Uzbekistan railways</i>	174
D. Airapetov, R. Khakimov, O. Vafaev, Sh. Alimukhamedov <i>Experimental assessment of multi-stage vacuum filtration in the restoration of performance properties of spent engine coolants</i>	179