

УДК 656.13+ УДК 621+502.7

Е. С. Сытник, канд. техн. наук, Б. В. Намаконов, канд. техн. наук**Автомобильно-дорожный институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Донецкий национальный технический университет» в
г. Горловка****РЕНОВАЦИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ КАК ИННОВАЦИОННАЯ
ТЕХНОЛОГИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИ УСТОЙЧИВОЙ
ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ**

Реновация технических изделий в автотранспортной отрасли открывает значительные экологические возможности для сокращения негативного воздействия транспорта на окружающую среду. В статье обоснованы экологические и экономические преимущества реновации, включая сокращение потребления первичных ресурсов, уменьшение объемов отходов и снижение выбросов загрязняющих веществ. Особое внимание уделено проблемам, препятствующим внедрению реновации в рамках государственной политики устойчивого развития. Реновация является важным элементом циркулярной экономики и может стать ключевым инструментом для достижения целей экологизации транспортной системы.

Ключевые слова: реновация, автомобильный транспорт, экология, ресурсоэффективность, устойчивое развитие

Введение

Современные экологические проблемы, в частности изменение климата, истощение природных ресурсов и ухудшение состояния окружающей среды, требуют немедленных и комплексных решений. Традиционный подход к промышленному производству и эксплуатации автомобильных транспортных систем, основанный на интенсивном использовании первичных ресурсов, оказался неустойчивой моделью, которая стала одной из причин масштабного ухудшения глобальной экологической ситуации.

По данным международных организаций, к 2060 году объем добычи природных ресурсов может увеличиться на 60 % [1], что приведет к резкому росту загрязнений и серьезным последствиям для экосистемы Земли. Существенную роль в этих процессах играет автотранспортная отрасль, которая потребляет значительные объемы ископаемого топлива и образует отходы различных категорий: твердых (продукты износа шин, тормозных систем, амортизационный лом), жидких (масла, отработанные технические жидкости, сточные воды) и газообразных (выбросы вредных веществ с отработавшими газами – CO, CO₂, NO_x, C_mH_n, твердые частицы) [2].

В такой ситуации становится очевидной необходимость поиска решений, которые позволят сократить экологический ущерб и рационально использовать природные ресурсы. Одним из наиболее эффективных путей снижения экологической нагрузки является реновация агрегатов, узлов и деталей автомобильного транспорта.

Реновация (лат. *renovatio* – обновление) представляет собой процесс восстановления отработанных технических изделий до их номинальных или даже улучшенных параметров. Этот подход позволяет существенно сократить объемы потребления первичных ресурсов, снизить выбросы загрязняющих веществ и продлить срок службы транспортных средств.

Целью статьи является обоснование экологических преимуществ реновации технических изделий в автотранспортной отрасли, а также разработка рекомендаций по внедрению эффективных методов снижения негативного воздействия автомобильного транспорта на экосистемы.

Основная часть

Современное техногенное воздействие на природную среду связано с несколькими ключевыми источниками, которые формируют до 95 % общего объема загрязнений. К ним относят стационарные (предприятия промышленности, сельского хозяйства и т. п.) и передвижные (транспорт) источники.

Основной вклад в загрязнение окружающей среды вносят стационарные промышленные объекты [3], к которым относятся металлургические комплексы, химические производства, машиностроительные заводы. Отличительные особенности таких предприятий:

- существенное потребление электроэнергии, основная часть которой вырабатывается из невозобновляемых источников (уголь, нефть, природный газ);
- образование значительных объемов выбросов, включая углекислый газ, оксиды азота и серы;
- генерирование огромного количества промышленных отходов, большая часть которых не подлежит переработке.

Автотранспортная отрасль занимает второе место по объему антропогенных выбросов в атмосферу. Основные загрязнители включают [4]:

- углекислый газ (CO_2) – парниковый газ, образующийся при сжигании углеводородного топлива;
- оксиды азота (NO_x), которые способствуют образованию смога и кислоты;
- твердые частицы, возникающие вследствие износа шин, элементов тормозных систем транспортных средств и дорожного покрытия.

Исходя из данных Международного энергетического агентства, транспортный сектор производит около 24 % мировых выбросов CO_2 [5]. Согласно [6], распределение выбросов углекислого газа (CO_2) в мировом транспортном секторе демонстрирует значительные различия между категориями транспорта (рисунок 1).

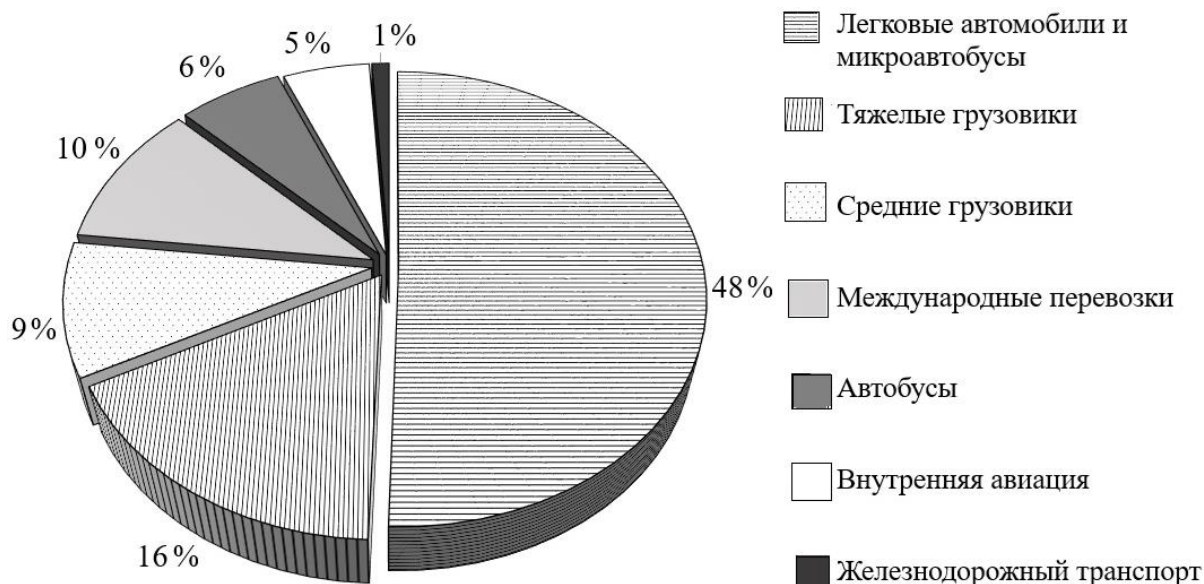


Рисунок 1 – Динамика выбросов CO_2 в различных отраслях транспорта

Лидирующую позицию занимает сектор легковых автомобилей и микроавтобусов, который дает 48 % всех транспортных выбросов CO_2 . Это делает его ключевым объектом для внедрения экологически устойчивых технологий. Сектор грузовых автомобилей (средние и тяжелые) отвечает за 25 % выбросов, что подчеркивает необходимость оптимизации логистики, использования альтернативных видов топлива и внедрения более экономичных двига-

телей. Значительная доля выбросов CO_2 (10 %) связана с международными перевозками, тогда как категория автобусов представлена относительно небольшой долей – 6 %. Однако оптимизация этого сектора, например через электрификацию автобусов, также способна оказать положительное влияние на экологию. Минимальный вклад железнодорожного транспорта (1 %) свидетельствует о его высокой экологической эффективности, что делает его важным звеном в развитии устойчивой транспортной системы.

Таким образом, наибольшее внимание следует уделить легковым автомобилям, микроавтобусам и грузовому автомобильному транспорту, которые суммарно производят 73 % выбросов CO_2 . Для снижения их экологической нагрузки необходим комплексный подход, включающий развитие альтернативных видов топлива (электричество, водород), переход на электротранспорт [7], популяризацию общественного транспорта и развитие каршеринга. Особое место в этом процессе занимает реновация технических изделий, позволяющая продлить срок службы транспортных средств, сократить потребление первичных ресурсов и минимизировать объемы выбросов загрязняющих веществ.

Восстановление узлов, деталей и агрегатов обеспечивает не только экологические, но и значительные экономические выгоды, что делает реновацию важным элементом формирования экологически устойчивой системы автомобильного транспорта. При этом важно учитывать, что производство компонентов транспортных средств тесно связано с деятельностью промышленного сектора и энергетической отрасли. Это требует внедрения экологически ориентированных технологий на всех этапах жизненного цикла транспортных средств.

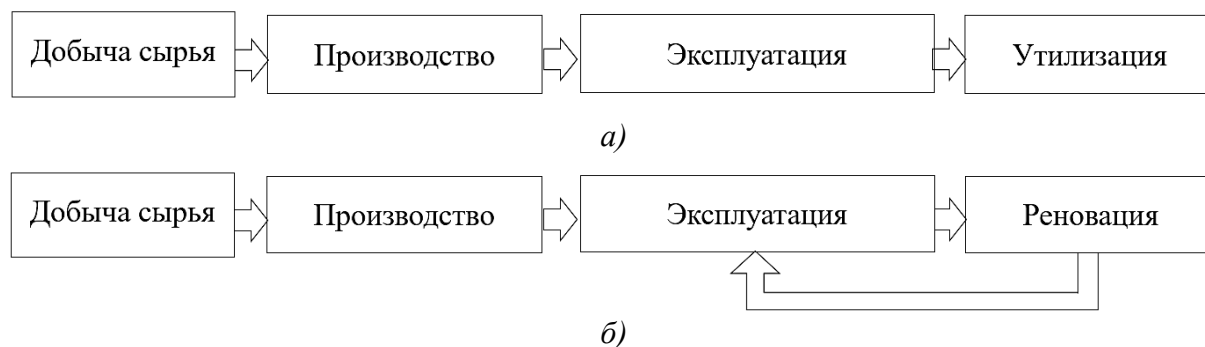
Энергетическая отрасль потребляет значительное количество мировых запасов угля, нефти и газа. По данным на 2024 г., около 81 % мирового энергетического баланса приходится на уголь, нефть и газ [8]. При сжигании топлива выделяется не только CO_2 , но и значительное количество теплового загрязнения, что увеличивает температуру воздуха вблизи промышленных зон [9].

Машиностроительные предприятия, потребляющие до 90 % добываемых энергетических ресурсов, генерируют масштабные выбросы на всех этапах жизненного цикла изделий. От добычи сырья до утилизации продукции происходит существенное загрязнение атмосферы, почвы и водоемов [10]. В атмосферу попадают вредные вещества, среди которых диоксид серы, оксид углерода, шестивалентный хром, в почву – цианиды, свинец, ртуть, и кадмий, которые оказывают пагубное влияние на растения и организм человека [11]. Приведенные сведения подтверждают важность перехода к более экологически устойчивым производственным процессам, включая реновацию технических изделий.

Анализ схем жизненного цикла деталей с реновацией и без нее (рисунок 2) показывает ключевые различия, которые существенно влияют на экологические и экономические показатели:

- сокращение добычи сырья (в безреновационном цикле на каждый жизненный цикл детали требуется добыча новых природных ресурсов; в цикле с реновацией необходимость добычи сырья сокращается, вследствие повторного использования технического изделия после его восстановления);
- уменьшение отходов (в безреновационном цикле необходима утилизация отходов системы автосервиса, часть которых сложно перерабатывать; реновация позволяет минимизировать отходы за счет восстановления деталей);
- повышение ресурсоэффективности (цикл с реновацией добавляет этап восстановления, который продлевает срок службы технического изделия, позволяя извлечь больше пользы из уже затраченных материалов и энергии);
- экономические преимущества (реновация снижает затраты на производство новых автокомпонентов, так как восстанавливаемая деталь требует меньшего количества сырья и энергии);

– снижение выбросов (выбросы загрязняющих веществ уменьшаются на этапе восстановления вследствие меньшей энергоемкости процесса по сравнению с производством новых технических изделий).



а) безреновационный цикл; б) цикл с реновацией

Рисунок 2 – Схема жизненного цикла детали

Итак, цикл с реновацией позволяет сократить экологическую нагрузку, уменьшить объемы отходов, продлить срок службы технических изделий и повысить эффективность использования ресурсов. Такой подход является ключевым элементом устойчивого развития и может существенно снизить негативное воздействие транспортной отрасли на окружающую среду.

Необходимость комплексного подхода к решению экологических проблем в автотранспортном секторе подтверждается его влиянием на глобальные экологические проблемы и согласуется с целями, изложенными в «Повестке действий на период до 2030 года для устойчивого развития» [12], разработанной ООН. Документ включает 17 целей устойчивого развития (ЦУР), направленных на улучшение качества жизни людей, сохранение природных ресурсов и развитие устойчивой экономики.

Основными экологическими и экономическими преимуществами реновации выступают следующие аспекты [13].

1. Экономия природных ресурсов. Для восстановления деталей требуется в 10–50 раз меньше материалов по сравнению с их производством из первичного сырья. Например, на реновацию коленчатого вала двигателя требуется всего 2,5 кг стали вместо 149 кг при производстве нового изделия.

2. Снижение загрязнения окружающей среды. Выбросы при реновации могут быть в сотни раз ниже, чем при производстве новых деталей.

3. Увеличение долговечности изделий. Современные технологии позволяют не только восстанавливать изделия, но и повышать их ресурс за счет применения новых материалов и методов обработки.

Следует отметить современные методы изготовления и восстановления деталей транспортных средств, основанные на создании трехмерных объектов из пластика или металла с помощью специального оборудования (3D-принтер) [14]. Эти процессы известны как аддитивные технологии, которые позволяют создавать физические объекты по электронной модели путем добавления материала слой за слоем. Основные достоинства данного инновационного метода включают в себя быстроту изготовления, безотходное производство и отсутствие швов и сварных соединений. Такие технологии позволяют получать сложные детали за короткие сроки, избегая потерь материала с возможностью создания изделий без дефектов, которые невозможно получить с использованием традиционных методов производства.

Укрупненная схема процесса реновации деталей (рисунок 3) отражает ключевые этапы процесса восстановления технических изделий.

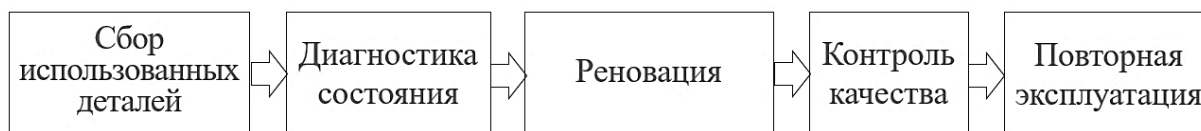


Рисунок 3 – Укрупненная схема процесса реновации деталей

Восстановление деталей автомобилей в процессе реновации представляет собой комплекс мероприятий, направленных на возвращение изношенных или поврежденных компонентов транспортного средства к рабочему состоянию. Этот подход позволяет экономить на замене деталей, продлить срок службы автомобиля, снизить экологическую нагрузку за счет сохранения уже использованных ресурсов и десятикратного сокращения невозобновляемых природных ресурсов при реновации.

Примеры успешного применения реновации в различных секторах экономики России включают:

- авиацию (восстановление турбин авиационных двигателей позволяет экономить до 30 % затрат на обслуживание флота) [15];
- автомобилестроение (капитальный ремонт двигателей снижает выбросы вредных веществ в десятки и сотни раз по сравнению с производством новых агрегатов) [13];
- машиностроение и металлургическое производство (ремонт технологического оборудования);
- энергетику (реновация элементов турбинных установок позволяет значительно продлить срок их службы) [16].

Реновация технических изделий позволяет сократить объемы добычи первичных ресурсов до 15 % от текущего уровня [13]. Это особенно актуально в условиях глобального истощения невозобновляемых природных ресурсов.

Несмотря на то, что реновация технических изделий обладает высоким технико-экономическим и экологическим потенциалом, ее развитие сдерживается рядом законодательных и социальных факторов:

- производители технических изделий не заинтересованы в реновации их продукции;
- отсутствие экономических стимулов для производителей, ориентированных на долговечность изделий;
- отсутствие регламентов и стандартов, определяющих требования к экологичности изделий;
- недостаточные налоговые льготы для производителей экологически чистой продукции;
- низкий уровень осведомленности населения и бизнеса о преимуществах реновации;
- преобладание культуры «одноразового мышления» в производстве и потреблении изделий.

Для эффективного внедрения реновации требуется комплексный подход на уровне государственной политики, включающий следующие шаги:

- разработку законодательной базы с установлением стандартов на экологичность изделий и обязательные требования к реновации;
- стимулирование предприятий, внедряющих реновационные технологии, налоговые льготы для экологичных производств;
- популяризацию реновации, в частности повышение уровня экологической грамотности через образовательные программы.

Ряд стран уже успешно интегрировали реновацию в свои производственные системы. В Европейском Союзе в рамках стратегии циркулярной экономики стимулируется восстановление и переработка продукции [17]. В Японии внедрены программы по продлению срока службы автомобилей через обязательную сертификацию и восстановление деталей [18].

Системное развитие циркулярной экономики и реновации возможно только при законодательной поддержке государства. Последнее предполагает:

- возможность эффективной реновации изделий, которая должна быть обязательным требованием их разработки и производства;
- в конструкции технических изделий следует предусматривать наряду с повышенной долговечностью, многократность его использования, высокую ремонтную и реновационную пригодность, глубокую конструкторско-технологическую преемственность;
- экологическую отработку изделия принять как обязательный показатель единой системы технологической подготовки производства (ЕСТПП);
- законодательно обязать производителя продукции обеспечить ее сопровождение в течение всего жизненного цикла: от производства до рециклинга;
- максимально ограничить производство одноразовой продукции;
- ввести реальные научно-обоснованные экологические налоги за использование невозобновляемых природных ресурсов;
- определить достойные льготы для экологически чистой продукции и технологии.

Заключение

Реновация – это важный шаг на пути к устойчивому развитию, который позволит повысить ресурсоэффективность транспортной отрасли и снизить ее негативное воздействие на окружающую среду. Реновация является наиболее эффективным направлением в плане экологизации техносферы. Ее массовое внедрение позволит существенно сократить экологические риски, обеспечить рациональное использование природных ресурсов и оптимизировать экологически устойчивую транспортную систему.

Список литературы

1. ИА Красная Весна. UNEP: люди смогут добывать до 160 млрд тонн природных ресурсов к 2060 году / ИА Красная Весна. – Текст : электронный // Красная Весна : [сайт]. – 2024. – 3 марта. – URL: <https://rossaprimavera.ru/news/9a937974> (дата обращения: 25.12.2024).
2. Липаев, А. А. О роли машиностроения в создании техносферы и проблемах управления его отходами / А. А. Липаев. – Текст : электронный // Управление техносферой. – 2021. – Т. 4, № 4. – С. 389–402. – DOI 10.34828/UdSU.2021.23.42.005. – EDN JGWDXL. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47531701>.
3. Циммерман, В. И. Воздействие отраслей промышленности на воздушную среду города / В. И. Циммерман, С. Э. Бадмаева. – Текст : электронный // Вестник КрасГАУ. – 2015. – № 4. – С. 3–6. – EDN RYHSND. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?edn=ryhsnd>.
4. Сытник, Е. С. Характеристика автомобильного транспорта как искусственного источника загрязнения окружающей среды / Е. С. Сытник. – Текст : электронный // Научно-технические аспекты развития автотранспортного комплекса 2023 : Материалы IX Международной научно-практической конференции (заочно-дистанционная) в рамках 9-го Международного научного форума Донецкой Народной Республики «Инновационные перспективы Донбасса: инфраструктурное и социально-экономическое развитие», Горловка, 25 мая 2023 года. – Горловка : Автомобильно-дорожный институт (филиал) ДонНТУ в г. Горловка, 2023. – С. 96–101. – EDN XRJLIX. – URL: <https://www.elibrary.ru/xrjlix> (дата обращения: 25.12.2024).
5. Кокорина, Т. Зеленое преобразование: самые экологичные технологии – 2024, которые меняют мир / Т. Кокорина. – Текст : электронный // Нож : [сайт]. – 2024. – 5 ноября. – URL: <https://knife.media/eco-technologies/> (дата обращения: 22.01.2025).
6. Распределение выбросов углекислого газа в мировом транспортном секторе, по отраслям. – Текст : электронный // Topic.ru : [сайт]. – 2024. – 3 ноября. – URL: <https://topic.ru/statistics/energy/emissions/raspredelenie-vybrosov-uglekislogo-gaza-v-mirovom-transportnom-sektore-po-otraslyam/> (дата обращения: 22.01.2025).
7. Сытник, Е. С. Электромобили как инновационное решение экологических проблем автомобильного транспорта и его инфраструктуры / Е. С. Сытник. – Текст : электронный // Донецкие чтения 2023: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности : Материалы VIII Международной научной конференции, Донецк, 25–27 октября 2023 года. – Донецк : Донецкий государственный университет, 2023. – С. 85–88. – EDN JGQPIC. – URL: <https://www.elibrary.ru/jgqplic>.
8. E²nergy. Уголь, нефть и газ до сих пор занимают около 80 % в мировой доле производства энергии / E²nergy. – Текст : электронный // E²nergy : [сайт]. – 2024. – 12 июля. – URL: <https://eenergy.media/news/30130> (дата обращения: 22.01.2025).

9. Дубровин, Е. Проблемы загрязнения атмосферы продуктами сгорания / Е. Дубровин, И. Дубровин. – Текст : электронный // Энергетика и промышленность России : [сайт]. – 2008 г., июль. – № 14(106). – URL: <https://www.eprussia.ru/epr/106/8253.htm> (дата обращения: 22.01.2025).
10. Сытник, Е. С. Анализ специфики экологических рисков и угроз в управлении техногенными отходами системы автосервиса / Е. С. Сытник. – Текст : электронный // Мир транспорта и технологических машин. – 2024. – № 4–1(87). – С. 56–64. – DOI 10.33979/2073-7432-2024-4-1(87)-56-64. – EDN MYYCHV. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=75253386>.
11. Автор24. Экологические проблемы машиностроения / Автор24. – Текст : электронный // Справочник от автор24 : [сайт]. – Дата последнего обновления 28.07.2024. – URL: https://spravochnick.ru/mashinostroenie/ekologicheskie_problemy_mashinostroeniya/ (дата обращения: 22.01.2025).
12. 17 Целей в области устойчивого развития ООН. – Текст : электронный // SkillsCenter : [сайт]. – 2019. – 30 сентября. – URL: <https://skillscenter.ru/17-tselej-v-oblasti-ustojchivogo-razvitiya-onn/> (дата обращения: 22.01.2025).
13. Намаконов, Б. В. Реновационно-экологическая концепция промышленного производства : монография / Б. В. Намаконов, Э. Л. Мельников ; ФГБОУВО «ДонНТУ». – Донецк : ДонНТУ, 2024. – 106 с. – EDN MZNBVP. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=68479206>. – Текст : электронный.
14. Токарева, Ю. Аддитивные технологии и их возможности / Ю. Токарева. – Текст : электронный // РБК Тренды : [сайт]. – Дата последнего обновления 16.12.2022. – URL: <https://trends.rbc.ru/trends/futurology/6284222d9a79472c8b9a67bc> (дата обращения: 22.01.2025).
15. Безъязычный, В. Ф. Анализ и направления совершенствования технологических и организационных проблем ремонта газотурбинных авиационных двигателей / В. Ф. Безъязычный, А. В. Смирнов. – Текст : электронный // Научные технологии в машиностроении. – 2020. – № 8(110). – С. 42–48. – DOI 10.30987/2223-4608-2020-8-42-48. – EDN ZIRFZB. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?edn=zirfzb>.
16. Сацкая, З. Турбины зарубежные, сервис российский / З. Сацкая. – Текст : электронный // Ритм машиностроения : [сайт]. – URL: <https://ritm-magazine.com/ru/public/turbiny-zarubezhnye-servis-rossiyskiy> (дата обращения: 22.01.2025).
17. Носко, П. А. Тенденции развития экономики замкнутого цикла в Европейском союзе / П. А. Носко. – Текст : электронный // Отходы и ресурсы : интернет-журнал. – 2019. – Т. 6, № 1. – С. 1–10. – DOI 10.15862/04ECOR119. – EDN VWIXJB. – URL: <https://resources.today/PDF/04ECOR119.pdf>.
18. PNZdrive. Toyota продлит срок службы своих автомобилей благодаря обновлению их до трех раз / PNZdrive. – Текст : электронный // Рамблер/авто : [сайт]. – 2022. – 9 января. – URL: https://auto.rambler.ru/news/47903819/?utm_content=auto_media&utm_medium=read_more&utm_source=copylink.

Е. С. Сытник, Б. В. Намаконов
Автомобильно-дорожный институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Донецкий национальный технический университет» в г. Горловка
Реновация технических изделий как инновационная технология формирования
экологически устойчивой транспортной системы

В условиях глобальных экологических проблем, связанных с изменением климата и истощением природных ресурсов, транспортная система играет ключевую роль как один из источников антропогенных выбросов. В статье исследуется реновация технических изделий как инновационный инструмент, способствующий формированию экологически устойчивой транспортной системы.

Особое внимание уделено экологическому воздействию автомобильного транспорта, который производит до 73 % выбросов углекислого газа в транспортной отрасли. Рассмотрены перспективы внедрения реновации, приведены примеры успешного применения реновации в различных отраслях включая автомобилестроение, где капитальный ремонт узлов и агрегатов позволяет снизить выбросы и уменьшить объем потребляемых ресурсов.

В статье также анализируются основные проблемы (экономические, технологические, законодательные, социальные), препятствующие широкому внедрению реновации. Приведены рекомендации для их преодоления, включая разработку стандартов экологической безопасности продукции, внедрение образовательных программ экологической грамотности и предоставление государственной поддержки.

В результате проведенного исследования сделан вывод о значимости реновации для достижения целей устойчивого развития в контексте повышения ресурсной эффективности транспортной отрасли и сокращения ее негативного воздействия на экологию. Авторы подчеркивают необходимость комплексного подхода к внедрению реновации, включая развитие инфраструктуры и стимулирование малых и средних предприятий, чтобы ускорить переход к устойчивой модели транспортного развития.

РЕНОВАЦИЯ, АВТОМОБИЛЬНЫЙ ТРАНСПОРТ, ЭКОЛОГИЯ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ, УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ

E. S. Sytnik, B. V. Namakonov
**Automobile and Road Institute (Branch) of the Federal State Budget Educational Institution
of Higher Education «Donetsk National Technical University» in Gorlovka**
**Renovation of Technical Products as an Innovative Technology for the Formation of the Environmentally
Sustainable Transport System**

In the context of global environmental problems associated with climate change and depletion of natural resources, the transport system plays a key role as one of the sources of anthropogenic emissions. The article examines the renovation of technical products as an innovative tool that contributes to the formation of an environmentally sustainable transport system.

Particular attention is paid to the environmental impact of road transport, which produces up to 73 % of carbon dioxide emissions in the transport sector. The prospects for the implementation of renovation are considered; the examples of the successful renovation in various industries, including the automotive industry, where major repairs of units and assemblies make it possible to reduce emissions and reduce the volume of resources consumed are given.

The article also analyzes the main problems (economic, technological, legislative, social) that hinder the widespread implementation of renovation. Recommendations for overcoming them, including the development of environmental safety standards for products, the introduction of educational programs on environmental literacy, and the provision of government support, are provided.

As a result of the study, it was concluded that renovation is important for achieving sustainable development goals in the context of increasing the resource efficiency of the transport industry and reducing its negative impact on the environment. The authors emphasize the need for a comprehensive approach to the implementation of renovation, including infrastructure development and stimulation of small and medium-sized enterprises, in order to accelerate the transition to a sustainable model of transport development.

RENOVATION, MOTOR TRANSPORT, ECOLOGY, RESOURCE EFFICIENCY, SUSTAINABLE DEVELOPMENT

Сведения об авторах:

Е. С. Сытник

SPIN-код РИНЦ: 2595-6775
AuthorID: 1209280
Телефон: +7 949 720-59-57
Эл. почта: ess007@bk.ru

Б. В. Намаконов

SPIN-код РИНЦ: 5382-5043
AuthorID: 866363
Телефон: +7 949 375-59-07
Эл. почта: bnamakonov@mail.ru

Статья поступила 03.02.2025

© Е. С. Сытник, Б. В. Намаконов, 2024

*Рецензент: С. В. Никульшин, канд. техн. наук, доц.,
Автомобильно-дорожный институт
(филиал) ДонНТУ в г. Горловка*