ISSN 2219-8180 (Print); ISSN 2518-7899 (Online)

# ВІСНИК ДОНЕЦЬКОЇ АКАДЕМІЇ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ

# VÌSNIK DONEC′KOÏ AKADEMÌÏ AVTOMOBÌL′NOGO TRANSPORTU

№3
2016

## Науковий журнал

**Транспортні технології**

**Транспорт і двигуни внутрішнього згоряння**

**Надійність і довговічність механізмів машин**

**Проектування, будівництво та експлуатація автомобільних доріг**

Виходить 4 рази на рік

Видається з січня 2004 року

Донецьк
2016

ISSN 2219-8180 (Print); ISSN 2518-7899 (Online)

Засновник:
ДОНЕЦЬКА АКАДЕМІЯ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ

*ГОЛОВНИЙ РЕДАКТОР ЖУРНАЛУ* Енглезі І.П., ректор Академії, к.т.н., доцент

*ЗАСТУПНИК ГОЛОВНОГО РЕДАКТОРА* Сунцов М.В., д.х.н., професор

*ВІДПОВІДАЛЬНИЙ СЕКРЕТАР* Бєлов Ю.В., к.т.н., доцент

*ЧЛЕНИ РЕДАКЦІЙНОЇ КОЛЕГІЇ:*
Алексанров В.Д., Балабін І.В. (Російська Федерація), Бєлов Ю.В., Бєлоусов В.В., Братчун В.І., Власов В.М. (Російська Федерація), Гасанов Б.Г. (Російська Федерація), Доля А.Г., Зирянов В.В. (Російська Федерація), Кондрахін В.П., Макаров В.А. (Республіка Білорусь), Мєльнікова О.П., Міротін Л.Б. (Російська Федерація), Міщенко М.І., Паламарчук М.В., Пєнчук В.О., Сіл'янов В.В. (Російська Федерація), Солнцев О.О. (Російська Федерація), Чєпцов М.М., Шамота В.П., Шатров М.Г. (Російська Федерація)

Рекомендовано до друку вченою радою Донецької академії автомобільного транспорту Протокол № 3 від 24.11.2016 р.

**Свідоцтво про державну реєстрацію:** серія КВ № 15 936-4408 ПР від 02.12.2009 р., видане Міністерством юстиції України.
Видання внесено до Переліку наукових фахових видань України, в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук, постановою президії ВАК України від 10 лютого 2010 р. № 1-05/1 (технічні науки).
Видання зареєстровано і обробляється в міжнародних наукометричних системах РІНЦ (Російська Федерація), «Index Copernicus» (Польща), «Google Scholar».
Електронна версія видання надається у вільний доступ на власному сайті журналу «Вісник Донецької академії автомобільного транспорту», на платформі Наукової електронної бібліотеки eLibrary.ru та на сайті Національної бібліотеки України імені В.І. Вернадського.
Видання відображається у реферативній базі даних «Україніка наукова».

У журнал увійшли статті співробітників, магістрантів, аспірантів та докторантів Донецької академії автомобільного транспорту та інших навчальних закладів

За достовірність фактів, цифр, точність імен та прізвищ несуть відповідальність автори статей.

Матеріали номера друкуються мовою оригіналу

Видавець: ПП «Рекламно-видавнича фірма «Молнія»
Адреса: вул. Октября, 22 а, м. Донецьк, 83030

Адреса засновника та редакції: пр. Дзержинського, 7, м. Донецьк, 83086
тел.: +38 (062) 345-21-90; e-mail: nauka@diat.edu.ua, rector@diat.edu.ua;
сайт журналу: http://journal.diat.edu.ua/

Видання публікується з 2004 р.:
2004-2009 рр. – Вісник Донецького інституту автомобільного транспорту
з 2009 р. – Вісник Донецької академії автомобільного транспорту

**© Вісник Донецької академії автомобільного транспорту, 2016**

ISSN 2219-8180 (Print); ISSN 2518-7899 (Online)

# ВЕСТНИК ДОНЕЦКОЙ АКАДЕМИИ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА

# VESTNIK DONECKOJ AKADEMII AVTOMOBIL′NOGO TRANSPORTA

№3
2016

## Научный журнал

**Транспортные технологии**

**Транспорт и двигатели внутреннего сгорания**

**Надежность и долговечность механизмов машин**

**Проектирование, строительство и эксплуатация автомобильных дорог**

Выходит 4 раза в год

Издается с января 2004 года

Донецк
2016

ISSN 2219-8180 (Print); ISSN 2518-7899 (Online)

Учредитель:
ДОНЕЦКАЯ АКАДЕМИЯ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА

*ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР ЖУРНАЛА* Энглези И.П., ректор Академии, к.т.н., доцент

*ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА* Сунцов Н.В., д.х.н., профессор

*ОТВЕТСТВЕННЫЙ СЕКРЕТАРЬ* Белов Ю.В., к.т.н., доцент

*ЧЛЕНЫ РЕДАКЦИОННОЙ КОЛЛЕГИИ:*
Александров В.Д., Балабин И.В. (Российская Федерация), Белов Ю.В., Белоусов В.В., Братчун В.И., Власов В.М. (Российская Федерация), Гасанов Б.Г. (Российская Федерация), Доля А.Г., Зырянов В.В. (Российская Федерация), Кондрахин В.П., Макаров В.А. (Республика Беларусь), Мельникова Е.П., Миротин Л.Б. (Российская Федерация), Мищенко Н.И., Паламарчук Н.В., Пенчук В.А., Сильянов В.В. (Российская Федерация), Солнцев А.А. (Российская Федерация), Чепцов М.Н., Шамота В.П., Шатров М.Г. (Российская Федерация)

Рекомендовано к печати ученым советом Донецкой академии автомобильного транспорта Протокол № 3 от 24.11.2016 г.

**Свидетельство о государственной регистрации:** серия КВ № 15 936-4408 ПР от 02.12.2009 г., выдано Министерством юстиции Украины.
Издание включено в Перечень научных специализированных изданий Украины, в которых могут публиковаться результаты диссертационных работ на соискание научных степеней доктора и кандидата наук постановлением президиума ВАК Украины от 10 февраля 2010 года № 1-05/1 (технические науки).
Издание зарегистрировано и обрабатывается в международных наукометрических системах РИНЦ (Российская Федерация), «Index Copernicus» (Польша), «Google Scholar».
Электронная версия издания предоставляется в свободный доступ на собственном сайте журнала «Вестник Донецкой академии автомобильного транспорта», на платформе Научной электронной библиотеки eLibrary.ru и на сайте Национальной библиотеки Украины имени В.И. Вернадского.
Издание отображается в реферативной базе данных «Українiка наукова».

В журнал вошли статьи сотрудников, магистрантов, аспирантов и докторантов Донецкой академии автомобильного транспорта и других учебных заведений

За достоверность фактов, цифр, точность имен и фамилий несут ответственность авторы статей.

Материалы номера печатаются на языке оригинала

Издатель: ЧП «Рекламно-издательская фирма «Молния»
Адрес: ул. Октября, 22 а, г. Донецк, 83030

Адрес учредителя и редакции: пр. Дзержинского, 7, г. Донецк, 83086
тел.: +38 (062) 345-21-90; e-mail: nauka@diat.edu.ua, rector@diat.edu.ua;
сайт журнала: http://journal.diat.edu.ua/

Издание публикуется с 2004 г.:
2004-2009 гг. – Вестник Донецкого института автомобильного транспорта
с 2009 г. – Вестник Донецкой академии автомобильного транспорта

**© Вестник Донецкой академии автомобильного транспорта, 2016**

ISSN 2219-8180 (Print); ISSN 2518-7899 (Online)

# BULLETIN OF THE DONETSK ACADEMY OF AUTOMOBILE TRANSPORT

№3
2016

## Scientific journal

**Transport technology**

**Transport and internal combustion engines**

**Reliability and durability machines mechanisms**

**Design, construction and operation of roads**

Published every three months

Founded in January 2004

Donetsk
2016

ISSN 2219-8180 (Print); ISSN 2518-7899 (Online)

Founder:
DONETSK ACADEMY OF AUTOMOBILE TRANSPORT

*EDITOR-IN-CHIEF* Englezi I.P., Rector of the Academy, Candidate of Engineering Sciences, Docent

*DEPUTY CHIEF EDITOR* Suntsov M.V., Doctor of Chemical Sciences, professor

*EXECUTIVE SECRETARY* Belov Y.V., Candidate of Engineering Sciences, Docent

*EDITORIAL BOARD MEMBERS:*
Aleksandrov V.D., Balabin I.V. (Russian Federation), Belov Y.V., Belousov V.V., Bratchun V.I., Vlasov V.M. (Russian Federation), Gasanov B.G. (Russian Federation), Dolya A.G., Zyryanov V.V. (Russian Federation), Kondrahin V.P., Makarov V.A.( Republic of Belarus), Melnikova O.P., Mirotin L.B. (Russian Federation), Mishchenko N.I., Palamarchuk N.V., Penchuk V.A., Silyanov V.V. (Russian Federation), Solntsev A.A. (Russian Federation), Cheptsov M.M., Shamota V.P., Shatrov M.G. (Russian Federation)

Recommended for publication by the Academic Council of Donetsk Academy of Automobile Transport
Protocol number 3 of 24.11.2016

**State registration certificate:** series number KV №15 936-4408 PR from 02.12.2009, Issued by the Ministry of Justice Ukraine
The publication is included in the list of scientific professional editions of Ukraine, which can be published results of dissertations for obtaining a doctor's degree and Ph.D., SAC Ukraine Presidium Decree of 10 February 2010. № 1-05 / 1 (Engineering)
Magazine is registered and processed in the international scientometric systems RINTS (Russian Federation), «Index Copernicus» (Poland), "Google Scholar».
The electronic version of of edition is provided free access to their own online journal "Bulletin of Donetsk Academy of Automobile Transport" on the platform of the Scientific Electronic Library Online eLibrary.ru and the National Library of Ukraine named after V.I. Vernadsky.
The publication appears in a summary database "Ukrainika science."

The magazine includes articles staff, undergraduates, postgraduates and doctoral Donetsk Academy of Automobile Transport and other educational institutions.

The reliability of the facts, numbers accuracy of the names are responsible the authors papers.

Materials of number are printed by the language of original

Publisher: PE "Advertising and Publishing Company" Molniya "
Address: Str. Oktyabrya, 22 a, Donetsk, 83030

Address founder and editorial: ave. Dzerzhinskoho, 7, Donetsk, 83086
Tel .: +38 (062) 345-21-90; e-mail: nauka@diat.edu.ua, rector@diat.edu.ua;
Website Magazine: http://journal.diat.edu.ua/

Edition is being published since 2004:
2004-2009 – Вісник Донецького інституту автомобільного транспорту
since 2009 – Вісник Донецької академії автомобільного транспорту

**© Bulletin of the Donetsk academy of automobile transport, 2016**

# ЗМІСТ

## Транспортні технології

Александров В.Д., Соболь О.В., Соболєв А.Ю. **Антіожеледні реагенти та засоби боротьби з ожеледдю** ..... 10

Володарець М.В., Петрушина А.В. **Перспективи удосконалення перевезень швидкопсувних вантажів при посиленні інформатизації перевізного процесу** ..... 16

Ксенчук О.П., Селюков В.М. **Значення індикативного планування в концепції стратегічного розвитку міського громадського транспорту** ..... 23

Покровська О.Д. **Терміналістика як дослідження транспортно-складських систем** ..... 30

## Транспорт і двигуни внутрішнього згоряння

Сунцов М.В., Сунцов О.М. **Про природу виникнення обертонів при коченні шини автомобіля** ..... 37

Мойся Д.Л., Недосєкін В.Б. **Аналіз повороткості автопоїзда з керованим напівпричепом** ..... 48

## Проектування, будівництво та експлуатація автомобільних доріг

Грицук А.І. **Покращення процесів утилізації і використання теплової енергії тепловими акумуляторами фазового переходу в процесах їх використання** ..... 56

**Правила подання та оформлення статей** ..... 69

**Порядок рецензування статей** ..... 71

ISSN 2219-8180 (Print); ISSN 2518-7899 (Online)

# СОДЕРЖАНИЕ

## Транспортные технологии

Александров В.Д., Соболь О.В., Соболев А.Ю. **Антигололедные реагенты и средства борьбы с гололедом** ..... 10

Володарец Н.В., Петрушина А.В. **Перспективы совершенствования перевозок скоропортящихся грузов при усилении информатизации перевозочного процесса**..... 16

Ксенчук А.П., Селюков В.М. **Значение индикативного планирования в концепции стратегического развития городского общественного транспорта**..... 23

Покровская О.Д. **Терминалистика как исследование транспортно-складских систем** ..... 30

## Транспорт и двигатели внутреннего сгорания

Сунцов Н.В., Сунцов А.Н. **О природе возникновения обертонов при качении шины автомобиля**..... 37

Мойся Д.Л., Недосекин В.Б. **Анализ поворачиваемости автопоезда с управляемым полуприцепом**..... 48

## Проэктирование, строительство и эксплуатация автомобильных дорог

Грицук А.И. **Улучшение процессов утилизации и использования тепловой энергии тепловыми аккумуляторами фазового перехода в процессе их использования**..... 56

**Правила представления и оформления статей**..... 69

**Порядок рецензирования статей** ..... 71

# CONTENTS

## Transport technology

Aleksandrov V.D., Sobol O.V., Sobolev A.Yu. **Deicing reagents and means of fight with ice** .....10

Volodarets M.V., Petrushina A.V. **Prospects for improving the transportation of perishable goods at strengthening the computerization**.....16

Ksenchuk A.P., Selyukov V.M. **The value of indicative planning in the concept of strategic development of urban public transport** .....23

Pokrovskaya O.D. **Terminalistics as the study of transport and warehousing systems**.....30

## Transport and internal combustion engines

Suntsov N.V., Suntsov A.N. **On the nature of the overtones rolling of the tires**.....37

Moisia D.L, Nedosekin V.B. **The problems of handling multilink train with controlled semitrailer** .....48

## Design, construction and operation of roads

Gritsuk A.I. **Improvements of processes of utilization and use of thermal energy by thermal accumulators of phase transition in the course of their use** .....56

**Submission rules and guidelines** .....69

**The order of reviewing articles** .....71

ISSN 2219-8180 (Print); ISSN 2518-7899 (Online)

*УДК 546.226'221*

***АЛЕКСАНДРОВ В.Д., д.х.н., профессор, СОБОЛЬ О.В., к.х.н., доцент,***
***СОБОЛЕВ А.Ю., ст. преподаватель***
***ГОУ ВПО Донбасская национальная академия строительства и архитектуры, г. Макеевка***

# АНТИГОЛОЛЕДНЫЕ РЕАГЕНТЫ И СРЕДСТВА БОРЬБЫ С ГОЛОЛЕДОМ

*На основании анализа патентной литературы приведены отличительные особенности антигололедных реагентов (АГР), применяемых для борьбы с гололедом и снежными отложениями на поверхностях автомобильных дорог, взлетно-посадочного полотна аэродромов, с наледями на автомобилях, самолетах и строительных конструкциях, так как обмерзание ведет к катастрофам в автомобильном транспорте и авиации, ломает линии электропередач, препятствует работе вентиляционных стволов шахт, газоперекачивающих станций, гидротехнических затворов и т.д. Приведены составы наиболее эффективных АГР и способы их применения.*
***Ключевые слова:*** *антигололедные реагенты, лед, снег, наледи, асфальтобетон, автомобильные дороги, аэродромы, автомобили, самолеты*

## Постановка проблемы

Агрессивное действие льда на техногенных и природных объектах является серьезной проблемой во всем мире. Задачи борьбы с обледенением приборов и устройств актуальны для многих отраслей промышленности.

Лед в силу своих физических особенностей способствует разрушению оборудования и строительных конструкций, ухудшению их характеристик и качества и, в конечном счете, влияет на их долговечность и безопасность. Обмерзание ведет к катастрофам в автомобильном транспорте и авиации, ломает линии электропередач, препятствует работе вентиляционных стволов шахт, газоперекачивающих станций, гидротехнических затворов и т. д [1-4].

В зимний период на автомобильных дорогах и на взлетно-посадочных полосах аэропортов образуется гололед и снежно-ледяные отложения. Они значительно уменьшают сцепление колес автомобилей и шасси самолетов с материалом покрытий дорог, что приводит к различным аварийным ситуациям. Так, ключевым моментом при авиаперелетах является взлет и посадка, т.е. взаимодействие шасси с полотном взлетно-посадочной полосы, особенно в зимний период. Борьба с зимней скользкостью на автомобильных дорогах, в основном, ведется с помощью посыпки песка и технической соли, что учитывая доступность и низкую стоимость этого природного конденсата, достаточно обосновано. Однако соль обладает отрицательным свойством разъедать материалы, с которыми она вступает во взаимодействие. Это цементный бетон, асфальт, асфальтобетон и др. Соль, попадая на детали автомобиля, провоцирует коррозию, нарушает герметичность некоторых элементов и выводит их из строя.

## Цель статьи

Учитывая множество негативных факторов, связанных с использованием технической соли в качестве средства от гололеда на улицах и дорогах, разрабатываются противогололедные альтернативные химические соединения и их смеси – антигололедные реагенты (АГР).

АГР – это вещество для быстрой химической реакции, в состав которого входят различные неорганические и органические соединения. Наиболее распространенными разновидностями АГР являются соль техническая (галит), айсмелт (смесь натрия и хлорида кальция), магнесальты, хлористый кальций, песково-солевая смесь, гранитная и кварцевая крошка и т.д.

Тем не менее, постоянно идет поиск новых АГР и способов их эффективного использования [5-7].



**Рис.1. Гололед и снежно-ледяные отложения на покрытии автомобильной дороги (http://auto.tsn.ua/news/mchs-preduprezhdaet-voditeley-o-gololede.html).**

**Основной раздел**

Перечислим составы некоторых реагентов, хорошо зарекомендовавших себя в «борьбе» с гололедом на автомобильных дорогах. Это соединения хлора с кальцием, натрием и модифицированным магнием [http://goon.ru/doc/2013/205277]; смесь ацетатов натрия (37,0-68,8%), магния (6,2-30,6%) и воды (15,0-35%) [патент РФ №2331729, опубл. 20.08.2008], уксусная кислота плюс сырье для получения ацетата натрия [патент РФ №2239687, опубл. 10.11.2004], ацетат натрия плюс металл [патент РФ №2239687, опубл. 08.11.2008], гидроксид натрия плюс ацетат натрия и вода [патент РФ №2293157, опубл. 10.02.2007], ацетат магния (13-17%)+ацетат калия (8-16%)+гидрокарбонат калия (5-8%)+карбонат калия (2-6%)+вода [патент РФ №2500708, опубл. 10.12.2013] и др.

Еще одним направлением для технологии борьбы с гололедом является разработка противогололедных асфальтобетонных покрытий. Например, битумная смесь [патент РФ №2167118, опубл. 20.05.2011] относится к производству дорожно-строительных материалов, а именно к смесям из камня с противогололедной добавкой. Материал обрабатывается органическим вяжущим (битумом) и рекомендуется для покрытий с шероховатой поверхностью.

В патентах [RU №2304193, E01C7/26] предлагаются способ и вещество для предотвращения образования гололеда автомобильных дорог в зимний период. Для этого на поверхность дороги наносят средство, которое содержит противогололедный реагент, заключенный в оболочку охрупчивающего при охлаждении материала. Из заявки DE-A2426200 известен смешанный материал, в состав которого входит асфальтовяжущее вещество с компонентами противогололедного реагента. При применении такого материала указанные компоненты внедряются в дорожное покрытие и распределяются по всей толщине. По мере истирания дорожного покрытия

ISSN 2219-8180 (Print); ISSN 2518-7899 (Online)

такие компоненты оказываются на его поверхности, при этом указанная оболочка разрушается под действием создаваемой автомобильными шинами нагрузки и из нее высвобождается противогололедное вещество. В заявках [EP-A153269 и DE-A129621] предлагаются АГМ в виде смеси с битумным вяжущим и с солями, понижающими температуру плавления льда, а также гидрофобные компоненты, такие как полиуритен. В работе [заявка на патент Германия № 101174373] предлагается битумная эмульсия, содержащая АГМ, которая разбрызгивается на покрытие автомобильной дороги до наступления морозов. Эмульсия в битумной массе постепенно высвобождается из нее в результате охрупчивания битума при понижении температуры и сопровождающего такое охрупчивание образование микротрещин, а также в результате истирания битумного покрытия.

Антигололедные реагенты имеют одно общее свойство – понижать температуру плавления льда. Это важно для регулирования процессов превращений фазовых переходов типа плавление-кристаллизации, гидратации-дегидратации в том или ином температурном интервале. В снежную, слякотную погоду реагенты чаще всего используются твердые, а в сухую и морозную погоду – жидкие вещества. При попадании твердого реагента на поверхность снега его кристаллы начинают активно впитывать влагу из окружающей среды. При гидратации выделяется теплота, которая способствует растоплению снега. Образовавшаяся из растопленного снега, льда и реагента масса называется рассолом. Именно раствор АГР растапливает лед и предотвращает возникновение гололедных образований. При этом лучшим является тот состав (по-видимому, эвтектический) рассола, который при наиболее низкой температуре расплавляет большое количество снега и льда.



**Рис.2. Обработка взлетно-посадочного полотна аэродрома (http://www.gazeta.ru/social/2013/12/17/5807777.shtml, А. Филиппов).**

Для аэродромов наиболее энергоемким и дорогостоящим процессом является удаление гололедных образований и повышение фрикционных свойств покрытий. Многие антигололедные препараты недостаточно эффективны, поскольку вызывают разрушение бетона и вызывают ко-

ррозию аэродромной техники и оборудования. Отличительной особенностью препаратов, используемых для бетонных покрытий взлетно-посадочных полотен аэродромов, от реагентов, применяемых в борьбе с гололедом на асфальтобетонных автомобильных дорогах, является наличие органических комплексообразователей в составе традиционных солевых АГР. В качестве коплексообразователей применяют глицерин [патент РФ №2302441 опубл. 10.07.2007], диэтиленгликоли, этиленгликоли, пропиленгликоли и их смеси [Патент РФ №2196796 С09К3/18, №2259383 опубл. 20.08.2014, №2488619 опубл. 27.07.2012] и т.п.

Одним из самых распространенных АГР в настоящее время является Нордвэй – эффективное жидкое вещество для аэродромных покрытий. Он отвечает всем требованиям технических условий для авиационно-космических материалов, установленных международными стандартами по противообледенительным средствам.

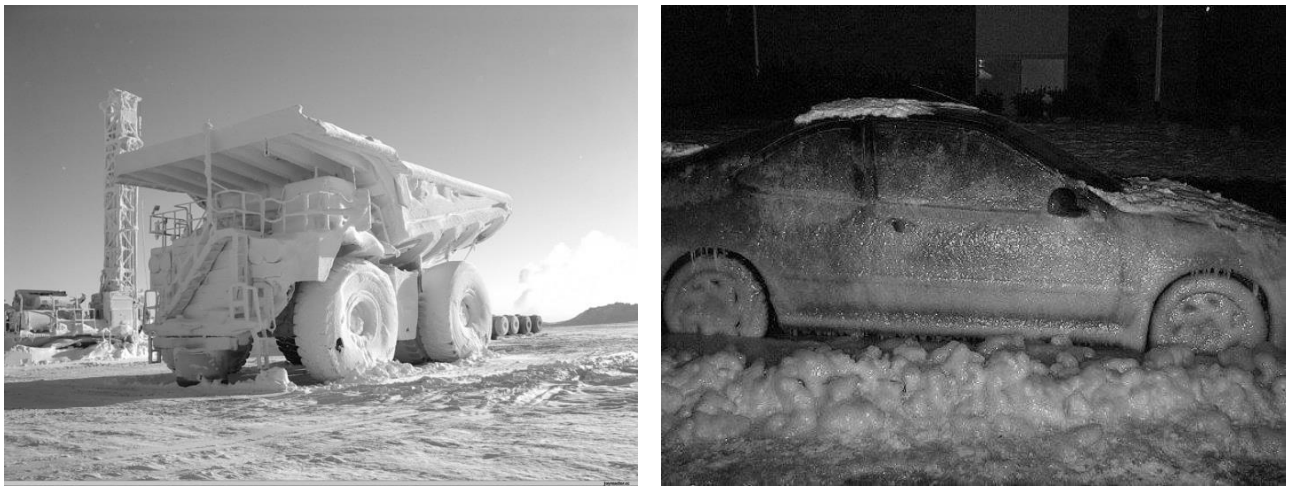


**Рис.3. Обледеневшие транспортные средства (http://hi-news.ru/auto/html).**

Противогололедные средства применяют не только для их нанесения на дороги. Их применяют также для размораживания наледей, образующихся на транспортных средствах, либо для их защиты от возможного обмораживания.

Например, обледенение самолета во время нахождения его на земле отличается от обледенения в полете. Если в полете лед образуется лишь на лобовых частях самолета, то на земле лед покрывает большую часть его поверхности: всю верхнюю часть крыльев и оперенья, а также поверхность фюзеляжа. Главная опасность заключается в развитии на обледеневших поверхностях преждевременных срывных явлений, что грозит на этапе взлета и набора высоты нарушением характеристик устойчивости и управляемости самолета [8].

Основным средством, используемым в мировой практике для защиты воздушных судов от наземного обледенения являются противообледенительные жидкости (ПОЖ), которые обеспечивают удаление льда, снега, измороси, инея. Например, известны ПОЖ, состоящие из подогретой смеси гликоля, воды и загустителя [PCT/W №093/24543, 1998], [RU-C1-2100398, 1997], [RU-C1-2141990, 1999] и многие другие. Аналогичные ПОЖ используются и для обработки автомобилей, в основном двигателей, стекол и пр.

ISSN 2219-8180 (Print); ISSN 2518-7899 (Online)



**Рис.4. Защита от обледенения самолета (https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Aeroflot_Airbus_A330-200_de-icing_Pereslavtsev.jpg)**

**Вывод**

Таким образом, на основании анализа патентной литературы приведены отличительные особенности антигололедных реагентов (АГР), применяемых для борьбы с гололедом и снежными отложениями на поверхностях автомобильных дорог, взлетно-посадочного полотна аэродромов, с наледями на автомобилях и самолетах. Приведены составы наиболее эффективных АГР и способы их применения.

**Список литературы**

**1. Мазур И.И., Молдаванов О.И., Шишов В.Н. Инженерная экология. – Москва, «Высшая школа», т. 1,2. 1996. – 133 с.**

**2. Алексеев В.Р., Маевский А.А. Некоторые рекомендации по уменьшению скользкости на автомобильных дорогах в зимний период. Вып.80. М.: МГИ, 1996. - С. 192-193.**

**3. Подольский В. П. Экологические аспекты зимнего содержания дорог.. Воронеж: ВГАСА. 2000. - 152 с.**

**4. Борисюк Н.В. Влияние вязкости растворов реагентов на величину коэффициента сцепления шины с дорожным покрытием. Сб. науч. тр.: Стр-во и экс-ция авт. дорог: проблемы и перспективы развития - М. МАДИ, 2004. 174 с.**

**5. Веюков Е.В. Технологии производства и применения антигололедных щебеночно-мастичных асфальтобетонов для покрытий лесовозных дорог. Фундаментальные исследования. Москва: Изд-во РАЕ, 2012. - №11, Ч. 4 - С. 917-921.**

**6. Исаев А. В. Уплотняемость щебеночно-мастичных асфальтобетонных смесей с противогололедными добавками. Казанская наука. Казань: Казанский издательский дом, 2010. - № 8, Выпуск 1. - С. 75-79.**

**7. Гриневич С.В., Лысенко В.Е. Антигололедный наполнитель для асфальтобетонных смесей// Сб. науч.тр.: Труды РосдорНИИ, вып.9 -М.: ГП РосдорНИИ, 1994.-С.95-100**

**8. Трунов О.К. Безопасность взлета в условиях обледенения. – М: ГНИИГАР, 1995. – с. 17.**

**Александров В.Д., Соболь О.В., Соболєв А.Ю. Антіожеледні реагенти та засоби боротьби з ожеледдю**

***Анотація.*** *На підставі аналізу патентної літератури наведені відмінні риси антіожеледніх реагентів (АОР), застосовуваних для боротьби з ожеледдю та сніжними відкладаннями на поверхнях автомобільних доріг, злітно-посадочного полотна аеродромів, з полоями на автомобілях, літаках і будівельних конструкціях, тому що обмерзання веде до катастроф в автомобільному транспорті та авіації, ламає лінії електропередач, перешкоджає роботі вентиляційних стовбурів шахт, гідротехнічних затворів і т.д. Наведені сполуки найбільш ефективних АОР і способи їхні застосування.*

***Ключові слова:*** *антіожеледні реагенти, лід, сніг, полої, асфальтобетон, автомобільні дороги, аеродроми, автомобілі, літаки*

**Aleksandrov V.D., Sobol O.V., Sobolev A.Yu. Deicing reagents and means of fight with ice**

***Abstract.*** *On the basis of the analysis of patent literature distinctive features of the deicing reagents, applied to fight against ice and snow deposits on the surfaces of highways, a runway cloth of airfields from a sleet are given in cars, planes and building constructions as frosting leads to disasters in the motor transport and aircraft, breaks power lines, interferes with work of ventilating trunks of mines, gas-distributing stations, hydrotechnical locks, etc. Structures of the most a effective deicing reagents, and modes of their application are brought.*

***Keywords:*** *deicing reagents, ice, snow, frost, asphalt concrete, highways, airfields, cars, planes*

*Стаття надійшла до редакції 11.09.2016 р.*

ISSN 2219-8180 (Print); ISSN 2518-7899 (Online)

*УДК 656.2*

***ВОЛОДАРЕЦ Н.В., к.т.н., доцент,***
***Донецкая академия автомобильного транспорта***
***ПЕТРУШИНА А.В., старший преподаватель,***
***Донецкий институт железнодорожного транспорта***

# ПЕРСПЕКТИВЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПЕРЕВОЗОК СКОРОПОРТЯЩИХСЯ ГРУЗОВ ПРИ УСИЛЕНИИ ИНФОРМАТИЗАЦИИ ПЕРЕВОЗОЧНОГО ПРОЦЕССА

*В статье выполнен анализ состояния перевозок скоропортящихся грузов, выявлены факторы, негативно влияющие на востребованность железнодорожного хладотранспорта, а так же определены возможные варианты повышения конкурентоспособности перевозок «холодных» грузов на основе усовершенствования информационного обеспечения перевозочного процесса*
***Ключевые слова:*** *скоропортящиеся грузы, рефрижераторный подвижной состав, перевозочный процесс, информатизация, хладотранспорт, информационные ресурсы*

**Постановка проблемы**

Потребность в совершенствовании основной транспортной услуги – процесса перемещения – всегда остается актуальной. Развитие грузового бизнеса железнодорожной составляющей единой транспортной системы должно обеспечиваться предоставлением качественных и конкурентоспособных по цене услуг, внедрением высокоскоростных инновационных технологий, в том числе и в сфере организации единого информационного пространства перевозочного процесса. Одна из стратегических задач железнодорожной отрасли любого государства – включение железнодорожной транспортной системы в общемировую, создание максимально прозрачного и доступного на всех уровнях процесса перевозки. Это, в свою очередь, требует решения задачи полноценного информационного обеспечения интермодальных перевозок между Россией, странами Балтии и Европой с вливанием транзитного грузопотока стран Азиатско-Тихоокеанского региона. В структуре грузов, охваченных интермодальными перевозками, особое место занимают скоропортящиеся грузы (СПГ).

Актуальность темы обусловлена необходимостью повысить спрос грузоотправителей-производителей пищевых продуктов или транспортных логистических компаний-посредников на перевозку скоропортящихся грузов в специализированном подвижном составе. При этом следует учитывать необходимость сохранения качества перевозимой скоропортящейся продукции, соблюдения сроков доставки, повышения доверия к рефрижераторному подвижному составу, в частности железнодорожному, снижения уровня транспортной составляющей в конечной стоимости перевозимого груза.

**Цель статьи**

Цель работы – проанализировать состояние перевозок «холодных» грузов и рассмотреть вариант увеличения конкурентоспособности железнодорожного хладотранспорта путем усиления информатизации перевозочного процесса.

**Основной раздел**

Перевозка скоропортящихся грузов (СПГ) – стратегически значимый элемент, одно из звеньев непрерывной холодильной цепи (НХЦ) в структуре транспортной логистики, которое ста-

вит перевозчика в жесткие рамки в части соблюдения сроков доставки грузов, обеспечения их сохранности и качества. Грузопоток СПГ обладает специфическими свойствами и качествами, в основе которых лежат химико-биологические процессы, свойственные органическим веществам. Непрерывные процессы жизнедеятельности, приводящие к необратимым изменениям качества продукта (скоропортящегося груза) требуют от всех участников транспортно-логистической цепи строгого соблюдения технологии перевозки и хранения, и оперативного реагирования на любые изменения в процессе продвижения СПГ в непрерывной холодильной цепи.

Существенное влияние на технологию перевозок СПГ оказывает распыленность пунктов зарождения грузопотоков, сезонность, несогласованность процессов погрузки-выгрузки, связанная с неритмичным подходом судовых партий в пункты перевалки, вынужденная необходимость обратного пробега изотермического подвижного состава в порожнем состоянии, предпочтение универсального подвижного состава изотермическому вследствие удешевления такой перевозки.

На стабильность рынка перевозок СПГ влияют факторы, приведенные на рисунке 1.




**Рис. 1. Факторы, влияющие на колебания рынка перевозок скоропортящихся («холодных») грузов**

Учитывая, что автомобильный хладотранспорт в основном используется на короткие расстояния и осуществляет перевозку небольших объемов грузов (в основном розничных партий в реализационные холодильники), то перевозка таких СПГ, как рыба и рыбопродукты из районов Крайнего Севера, плодоовощи и ранняя зелень из Крыма и южных регионов России, консервная продукция из Беларуси, импортная скоропортящаяся продукция из морских и речных портов, остается прерогативой железнодорожного хладотранспорта.

В выступлении вице-премьера ОАО «РЖД» В.Н. Морозова на Международной научно-практической конференции «Логистика перевозок скоропортящихся грузов и других товаров народного потребления», состоявшейся в Москве 25 марта 2010 г. [1] отмечается, что перед железнодорожным холдингом стоит ряд проблем, требующих совместного решения всеми участниками транспортного рынка, а именно:

ISSN 2219-8180 (Print); ISSN 2518-7899 (Online)

– несоответствие структуры парка специальных транспортных средств, используемых для перевозки скоропортящихся пищевых продуктов на железнодорожном транспорте, и их общего количества структуре грузопотоков, характеру межстанционных корреспонденций и размерностью отправок скоропортящихся грузов в рыночных условиях хозяйствования субъектов-участников перевозочного процесса;

– физическое старение и выбывание по истечению срока службы изотермических вагонов;

– невосполняемость парка изотермических вагонов специальными вагонами нового поколения;

– отсутствие контроля качества находящихся в эксплуатации изотермических вагонов и контейнеров;

– дефицит вагонов-термосов с надлежащими теплотехническими качествами, а также цистерн для перевозок наливных продовольственных грузов;

– низкие темпы внедрения новых технологий перевозок наливных продовольственных грузов, в частности, во флекси-танках и танк-контейнерах;

– недостаточная контейнеризация перевозок скоропортящихся грузов, особенно в части внедрения рефконтейнеров с автономным энергоснабжением.

Отмеченные проблемы актуальны и на данный момент.

Основными причинами задержек доставки СПГ авторы [2] называют следующие:

– невозможность таможенного досмотра грузов на пограничных станциях в связи с отсутствием на пунктах таможенного контроля складов для хранения скоропортящейся продукции;

– повышенные требования к цепи поставки СПГ со стороны клиентов;

– недостаточное развитие современных информационных логистических технологий взаимодействия всех участников.

Авторы [3] отмечают, что к 2020 году ожидается снижение объемов перевозок мяса птицы и свинины на 500 тыс. т, фруктов – до 120 тыс. т, рыбы – до 800 тыс. т. Это обуславливается развитием собственного производства и снижением объемов импортных грузов, а так же физической и моральной изношенностью парка рефрижераторного подвижного состава, обеспечивающего строгий режим «холодной» перевозки. По словам П. Иванкина, в 2010 году занимавшего пост Генерального директора ОАО «Рефсервис», к началу 2010-го заканчивается срок службы почти всех вагонов постройки ГДР и у 70% 5-вагонных секций производства СССР (в последние годы постройки нормативный срок службы изотермических вагонов был сокращен до 25 лет). Практически в 2010 году в изотермическом парке вагонов останется 1196 вагонов-термосов и 2500 грузовых вагонов-секций, всего 3646 грузовых вагонов, что в 2,7 раза меньше парка вагонов, находившихся в эксплуатации в 2003 году [4].

При этом мировая тенденция в сфере перевозок рефрижераторных грузов свидетельствует об увеличении роста объемов данного сегмента транспортного рынка. По данным информационного портала о грузоперевозках и логистике «АТИ-Медиа» [5] аналитики прогнозировали ускорение роста рынка глобальных перевозок рефрижераторных грузов водным транспортом в 2015 году, сообщает Journal of Commerce со ссылкой на исследование британского аналитического агентства Drewry. Тенденция обозначилась в 2014 году, и несколько крупнейших контейнерных перевозчиков представили программы инвестирования в рефсуда и холодильное оборудование. CMA CGM Group – транспортная судоходная компания со штаб-квартирой в Марселе (Франция), занимающаяся контейнерными морскими перевозками и являющаяся третьим в мире морским контейнерным перевозчиком, предложила дунайский сервис, обслуживающий рынки Азии, Турции и Черноморского побережья контейнеровозами, имеющими по 1458 слотов для рефконтейнеров. Компания объявила планы дальнейшего развития сервиса для рефрижераторных грузов в преддверии завершения проекта расширения Панамского канала.

Тот же новостной портал сообщает, что в порту Грейнджмут (Шотландия) на крупнейшем контейнерном терминале Великобритании в 2015 году предполагалось увеличить мощности для обработки рефрижераторных контейнеров со свежими продуктами, экспортируемых и импортируемых в Шотландии (пресс-служба владельца порта - компании Forth Ports Limited) [6]. Шотландия является экспортером свежих продуктов – картофеля, сыра, рыбы и морепродуктов – на рынки по всему миру. Forth Ports Limited инвестировала средства в расширение инфраструктуры электроснабжения в порту Грейнджмут, увеличив точки питания со 126 до 432 для рефрижераторных контейнеров, так как контейнерам со свежими продуктами необходимо электричество сразу по прибытию на терминал, для погрузки на суда или доставки рефрижераторных контейнеров автотранспортом по всей Шотландии.

По данным газеты «Гудок» от 09.08.2016 года, пресс-служба ОАО «РЖД» сообщает: «Первый рефрижераторный поезд отправлен из Даляня назначением на станцию Орехово-Зуево Московской железной дороги 8 августа. В ходе тестовой отправки осуществляется перевозка шести 40-футовых контейнеров с плодоовощной продукцией. На протяжении всего пути следования контейнеры подключены к дизель-генераторному вагону для поддержания необходимой температуры» [7]. Делается акцент на том, что при выходе сервиса на рабочую мощность возможна регулярная еженедельная отправка до 4-х рефрижераторных поездов.

Таким образом, ставка на дальнейший рост объемов перевозок «холодных» грузов делается, и возможными путями привлечения внимания клиентуры именно к железнодорожному хладотранспорту является контейнеризация парка изотермического подвижного состава, модернизация существующего парка вагонов-рефрижераторов, применение безлюдных технологий на основе усиления информатизации процесса перевозки за счет внедрения интеллектуальных систем управления. Последние являются наиболее перспективными с точки зрения возможностей современных IT-технологий.

В транспортной логистике широко применяются следующие информационные ресурсы [8]:

– системы профессиональной мобильной радиосвязи (ПМР) – системы двусторонней сухопутной подвижной радиосвязи, использующие диапазон ультракоротких волн (УКВ). Сети ПМР используются ограниченными группами пользователей, объединенными по профессиональному признаку. Это могут быть сети оперативного, диспетчерского, административно-хозяйственного, производственно-технологического и т.п. назначения. Они используются транспортными и производственными предприятиями, силовыми структурами и т.д. Именно поэтому сети ПМР часто называют ведомственными и корпоративными сетями радиосвязи;

– системы сотовой связи. Заложенные в основу различных стандартов сотовой связи технические принципы их построения позволяют решать с их помощью задачи местоопределения абонентов. Эта услуга представляет особый интерес для таких пользователей, как: курьерские службы и службы посыльных, грузоотправители и перевозчики; торговые и сервисные компании, компании, занимающиеся прокатом автомобилей и др.;

– спутниковые технологии – спутниковые системы связи (ССС), спутниковые радионавигационные системы (СРНС) и диспетчерские системы коммерческого управления транспортом (ДСКУТ). Многие логистические компании оснащают свои транспортные средства приемниками спутниковых радионавигационных систем GPS (Global Positioning System) или ГЛОНАСС (Глобальная Навигационная Спутниковая Система), благодаря которым они сами, будучи за тысячи километров, могут контролировать перемещение грузов их клиентов по земному шару и предоставлять клиентам такую возможность, например, на Web-сайте в режиме реального времени. Эти технологии используются в системах обеспечения безопасности движения воздушного и водного транспорта, мониторинг и управление дальними транспортными и грузовыми перевозки, связь и навигация на железнодорожном транспорте, обеспечение деятельности различ-

ISSN 2219-8180 (Print); ISSN 2518-7899 (Online)

ных служб в чрезвычайных ситуациях и др. Например, спутниковая система ДСКУТ для автомобильного транспорта Euteltracs обеспечивает высоконадежную и удобную двустороннюю текстовую связь диспетчера со всеми своими водителями в любой точке европейского континента в любое время суток, а также постоянное наблюдение за их движением по карте автодорог на экране компьютера и телеметрический контроль состояния груза.

Рассмотрим на примерах, какие услуги на основе современных информационных ресурсов могут предложить транспортные логистические компании в сфере обеспечения своевременной доставки грузов, в том числе и скоропортящихся.

На основании данных сайта rail-locator.com компания «СТМ» (г. Санкт-Петербург) предлагает множество вариантов слежения и позволяет отслеживать местоположение вагонов и контейнеров по территории 16 стран. Менеджмент компании отмечает, что максимально полная информация поступает оперативно и регулярно, обеспечивается отображение местоположения подвижной единицы на карте. Система доступна из любой точки мира с любого устройства, подключенного к сети Интернет. Инновационный сервис компании под названием «Rail-Локатор» обладает следующими возможностями:

– максимально полная информация (кроме местоположения вагонов и контейнеров, «Rail-Локатор» предоставляет данные о состоянии подвижного состава, времени и месте последней операции, грузе, маршруте);

– оперативное обновление информации: определение местоположения подвижного состава за 5-10 минут, обновление информации до одного раза в час в зависимости от страны;

– отображение местоположения вагона или контейнера на карте;

– справки о паспорте, остаточном ресурсе и ремонтах вагона без дополнительной оплаты;

– гибко настраиваемый интерфейс, позволяющий настроить отображение нужной и актуальной для каждого пользователя информации в удобном виде;

– множество видов слежения, что позволяет каждому найти удобный для себя вариант определения местоположения подвижного состава с необходимой частотой обновления информации;

– самую широкую географию слежения, включающую 16 стран: Россия, Беларусь, Украина, Казахстан, Латвия, Литва, Эстония, Молдова, Финляндия, Грузия, Азербайджан, Узбекистан, Киргизия, Туркмения, Таджикистан, Монголия;

– не имеет привязки к определенному рабочему месту и доступен с любого устройства, подключенного к Интернету.

По данным сайта vagon.info фирма «АТ Сервис» (г. Днепропетровск, Украина) оказывает сервис-услугу «Вагон.INFO» и предоставляет следующие виды информационных услуг: поиск вагонов и слежение за вагонами с грузами клиента по их инвентарному номеру по дорогам Украины, России и других стран СНГ и Балтии. Режимы контроля:

– рейс вагона с грузом;

– рейс с изменением назначения (переадресовкой);

– постоянное слежение за собственными и арендованными вагонами;

– разовая справка о текущей дислокации вагона (поиск вагона) на территории Украины или Российской Федерации.

Слежение за вагонами, назначенными на данного получателя по территории Украины. Режимы контроля:

– группы вагонов в поездах с информацией об отправителе, но без пономерной детализации (по всей территории Украины);

– пономерная информация о вагонах (для отдельных украинских дорог).

Из вышесказанного следует, что перечень предоставляемых информационных услуг довольно обширен, однако не отражает в полной мере специфики технологического процесса и форс-мажорных ситуаций, возникающих в пути следования со специализированным подвижным составом, к которому относятся вагоны-рефрижераторы и изотермические вагоны. Данные компании являются частными, работающими на собственную прибыль; отмечается, что к услугам таких компаний зачастую обращаются и государственные перевозчики. При этом отмечается, что ОАО «РЖД» – одна из наиболее информатизированных государственных структур РФ [9], в собственности которой находится компания "Трансгелеком", эксплуатирующая и обслуживающая крупнейшую в России волоконно-оптическую линию связи протяженностью более 50 тыс. км. Уровень телекоммуникационных технологий на железнодорожном транспорте позволяет говорить о возможности практической реализации Транспортной стратегии России в сфере информационного обеспечения для всех видов транспорта.

Отметим, что именно государственный холдинг, обеспечивающий технологию перевозок и имеющий соответствующие ресурсы (организационные, информационные, технологические, технические, правовые), может обеспечить своевременное реагирование на форс-мажорную ситуацию, возникшую в перевозочном процессе. Одним из эффективных рычагов воздействия на подобные ситуации является развитие информационной логистики (E-Logistics) на базе возможностей «РЖД» с учетом современных возможностей телематики – например, при использовании глобальной системы определения местоположения транспортных средств на основе спутниковой связи (GPS), задачи которой в сфере усиления конкурентоспособности железнодорожного хладотранспорта можно расширить до контроля соблюдения режимов перевозок СПГ в изотермическом подвижном составе.

## Список литературы

**1. Выступление первого вице-президента ОАО «РЖД» В.Н. Морозова на Международной научно-практической конференции «Логистика перевозок скоропортящихся грузов и других товаров народного потребления», Москва, 25 марта 2010 г.**

**2. Симушков А.М. Организация взаимодействия видов транспорта при перевозках скоропортящихся грузов с применением сквозного объема общей информацией / А.М. Симушков, М.В. Забадыкина // ISSN 1815-588X. Известия ПГУПС. – 2012. - №1. – С.18-23.**

**3. Ворон О.А. Аспекты совершенствования железнодорожных перевозок скоропортящихся грузов в составе непрерывной холодильной цепи / О.А. Ворон, И.Г. Морчиладзе // Транспорт Российской Федерации. – 2014. - №1(50). – С.40-45.**

**4. «Скоропортам» – спецвагон, а не особые условия [Электронный ресурс] – режим доступа http://www.morvesti.ru/analitics/detail.php?ID=26316.**

**5. Аналитики прогнозируют ускорение роста рынка перевозок рефрижераторных грузов в 2015 году [Электронный ресурс] – режим доступа http://ati.su/Media/News.aspx?HeadingID=13&ID=58241.**

**6. Порт Грейнджмут инвестирует в поддержку экспортеров и импортеров свежих продуктов Шотландии [Электронный ресурс] – режим доступа http://www.autotrust.info/Media/News.aspx?ID=67525&HeadingID=13.**

**7. «ТрансКонтейнер» и «РЖД Логистика» запустили сервис по перевозке скоропортящихся грузов из Китая в Россию на рефрижераторных поездах [Электронный ресурс] – режим доступа http://www.gudok.ru/news/?ID=1346489.**

**8. Информационные ресурсы транспортной логистики [Электронный ресурс] – режим доступа http://studopedia.ru/8_78774_informatsionnie-resursi-transportnoy-logistiki.html**

**9. Российский транспорт рвется в ИТ-бой [Электронный ресурс] – режим доступа http://www.cnews.ru/reviews/free/transport2006/articles/info/.**

ISSN 2219-8180 (Print); ISSN 2518-7899 (Online)

**Володарець М.В., Петрушина А.В. Перспективи удосконалення перевезень швидкопсувних вантажів при посиленні інформатизації перевізного процесу**

***Анотація.*** *У статті виконаний аналіз стану перевезень швидкопсувних вантажів, виявлені фактори, які негативно впливають на затребуваність залізничного холодотранспорту, а також визначені можливі варіанти підвищення конкурентоспроможності перевезень «холодних» вантажів на основі удосконалення інформаційного забезпечення перевізного процесу*

***Ключові слова:*** *швидкопсувні вантажі, рефрижераторний рухомий склад, перевізний процес, інформатизація, холодотранспорт, інформаційні ресурси*

**Volodarets M.V., Petrushina A.V. Prospects for improving the transportation of perishable goods at strengthening the computerization**

***Abstract.*** *This article gives an analysis of the state of perishable goods transportation, identified factors affecting the demand for railway refrigerated transport, and identifies possible options for increasing the competitiveness of transport 'cold' cargo on the basis of improvement information support in the transportation process.*

***Keywords:*** *perishable goods, refrigerated rolling stock, transportation process, informatization, refrigerated transport, informational resources*

*Стаття надійшла до редакції 25.09.2016 р.*

***УДК 656.13***

***КСЕНЧУК А.П., к.т.н., доцент,***
***Калининградский государственный технический университет;***
***СЕЛЮКОВ В.М., ст. преподаватель,***
***Балтийская государственная академия рыбопромыслового флота,***
***Калининград, Российская Федерация***

# ЗНАЧЕНИЕ ИНДИКАТИВНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ В КОНЦЕПЦИИ СТРАТЕГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ГОРОДСКОГО ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА

*Статья рассматривает негативные тенденции в развитии городского общественного пассажирского транспорта. Рассмотрены методы разработки и механизмы внедрения концепции повышения эффективности и качества транспортных услуг, предоставляемых предприятиями пассажирского транспорта, с учетом их конкурентной позиции в рамках стратегии развития г. Калининграда. Предложена концепция развития городского пассажирского транспорта с применением индикативного планирования. Определено, что стратегическая программа развития городского общественного транспорта должна состоять из набора разработанных целенаправленных концепций, содержащих индикативные функции. Стратегические программы должны формировать вектор направленности действий участников программы, согласовывать взаимодействия концепций и контролировать выполнения задач, поставленных в программе. Приведен пример использования метода индикативного планирования и управления на пассажирском транспорте г. Калининграда.*
***Ключевые слова:*** *пассажирский транспорт, транспортные услуги, эффективность и качество, стратегическая программа, индикативное планирование, вектор направленности.*

Городской пассажирский транспорт, одна из социально - значимых отраслей городского хозяйства, играет значительную роль в обеспечении качества жизни городского населения. Пожалуй, это один из немногих секторов экономики, результаты которого в полной мере ощущают на себе все жители города.

Такие показатели, как уровень обеспечения транспортной подвижности и уровень транспортной доступности, становятся важнейшими показателями качества жизни населения. Рост объёмов пассажирских перевозок и дорожного движения, происходит в условиях отставания темпов развития дорожной инфраструктуры.

В результате перегруженности улично-дорожных сетей в г. Калининграде и на подходах к ним снижаются скорость и регулярность доставки пассажиров. Снижение скоростей движения в свою очередь ведёт к повышению на 20-30% себестоимости перевозок, росту транспортной составляющей в конечной стоимости транспортных услуг.

Рост задержек при перевозках пассажиров ведёт к резкому увеличению потерь свободного времени населения, снижению качества его жизни, что порождает социальную напряжённость.

В настоящее время в г. Калининграде участники дорожного движения теряют в течение суток от 30 до 60 минут своего времени из-за низких скоростей движения и простоев в случае возникновения транспортных заторов.

ISSN 2219-8180 (Print); ISSN 2518-7899 (Online)

1. Негативные тенденции в развитии городского пассажирского транспорта

На наш взгляд, несмотря на действия городских властей по стабилизации ситуации на предприятиях городского пассажирского транспорта г. Калининграда, в последние годы сформировались следующие устойчивые негативные тенденции:

– снижение качества транспортного обслуживания населения при росте подвижности населения;

– сокращение провозных возможностей городского пассажирского транспорта, не компенсируемое ростом привлечения автобусов малой вместимости (маршруток) и автомобилизацией населения;

– прогрессирует физическое и моральное старение парка транспортных средств (автобусов), резко увеличивающее текущие затраты на их эксплуатацию и снижающее безопасность перевозок;

– снижение эффективности работы муниципальных предприятий городского пассажирского транспорта;

– снижение эффективности работы коммерческих транспортных предприятий городского пассажирского транспорта;

– повышение бюджетных расходов на обеспечение работы городского пассажирского транспорта при неполной компенсации расходов предприятий по перевозке пассажиров;

– недостаток пропускной способности основной улично-дорожной сети г.Калининграда для обеспечения требуемой подвижности городского населения;

– и как следствие снижение средней скорости движения пассажирского транспорта.

Учитывая специфику транспорта, как инфраструктуры, его роль в устойчивом развитии общества не однозначна. Особенно это касается городского общественного пассажирского транспорта [4].

Таким образом, развитие и становление городского пассажирского транспорта требует разработки новых концепций общественного развития, отражающих современные тенденции.

2. Стратегическое развитие городского общественного транспорта

Рассмотрим методы разработки и механизмы внедрения концепции повышения эффективности и качества транспортных услуг, предоставляемых предприятиями пассажирского транспорта, с учетом их конкурентной позиции в рамках стратегии развития г.Калининграда.

В концепции должны быть учтены рекомендации по формированию стратегии в сфере городских пассажирских перевозок, обеспечивающие гарантированное и эффективное удовлетворение потребностей населения в безопасных и качественных транспортных услугах.

Необходимо провести исследования деятельности предприятий городского пассажирского транспорта и возможность воздействия на эти предприятия через разработанные концепции, входящих в долгосрочные стратегически-ориентированные программы.

Воздействия на пассажирские предприятия помогут решить обозначенные ранее проблемы:

– достижение безубыточности работы;

– обеспечение потребностей городского населения в перевозках;

– повышение качества транспортного обслуживания населения;

– улучшение экологической обстановки.

Вместе с тем, разработку концепции сдерживает отсутствие соответствующего методического аппарата экономического обоснования.

По экономическому обоснованию концепции развития предприятий городского пассажирского транспорта целесообразно использовать стратегическое (экономическое) программирования.

Программирование включает определение системы приоритетов социально-экономического развития объекта программирования (страны, региона, муниципального образования, предприятия) на долгосрочную перспективу, путей и механизмов реализации приоритетов.

В основе нового методического подхода рассмотрим индикативное планирование при разработке концепций стратегических программ.

Характерной особенностью индикативного планирования является отказ от директивности, командно-распределительных функций в пользу индикативности, т.е. установления партнерских отношений властных структур с различными субъектами хозяйствования и общественностью [2].

Согласно индикативного планирования, планирование и реализация планов должны осуществляться на основе рыночных стимулов и регуляторов, по возможности позитивно корректируя перспективную траекторию социально-экономического развития, выполняя функцию общегосударственного маркетинга, информируя хозяйствующие субъекты относительно емкости транспортного рынка, потенциала транспортных предприятий и спроса пассажирские услуги.

Основные функции индикативного планирования (управления) заключаются в предоставлении информации о реализации государственных программ, мотивации хозяйствующих субъектов для участия в этих программах, объединять и ориентировать все заинтересованные стороны.

Такой подход формирует единый вектор развития всех активных сил, расположенных на территории г.Калининграда для развития транспорта общего пользования , способствует развитию гражданина с инновационной культурой, который имеет возможность влиять и участвовать в управлении городским пассажирским транспортом.

Основной функцией индикативного планирования является информационно-ориентирующая, которая одновременно выступает и как мотивационная функция [1].

Общую систему разработки стратегических программ иллюстрирует схема, представленная на рис. 1. Из нее следует, что стержнем процесса является стратегический блок.

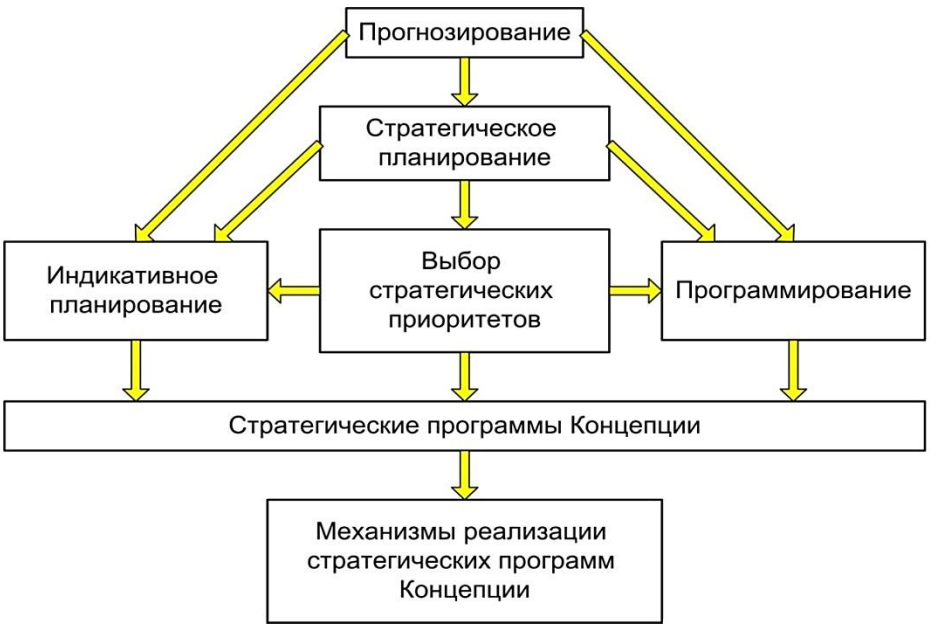



**Рис. 1. Схема разработки стратегических программ**

ISSN 2219-8180 (Print); ISSN 2518-7899 (Online)

Основными составляющими экономического обоснования стратегических программ развития городского пассажирского транспорта являются:

– разработка концептуальных основ стратегии развития;

– декомпозиция стратегии по отдельным решаемым задачам;

– обоснование методического аппарата решаемых задач;

– разработка стратегических программ для решения наиболее приоритетных задач и выработка механизма их реализации.

3. Концепция развития городского пассажирского транспорта

Важнейшим вопросом концептуального характера является повышение качества транспортного обслуживания за счет, прежде всего, обоснования пропорций развития различных видов городского транспорта в целях развитие конкуренции на рынке городских пассажирских перевозок и модернизации действующей основной городской улично-дорожной сети.

Рассмотрим структуру концепции повышения эффективности и качества транспортных услуг комплексом предприятий общественного пассажирского транспорта с учетом его конкурентной позиции в рамках стратегии развития г.Калининграда.

Необходимость разработки концепции повышения эффективности и качества транспортных услуг комплексом предприятий общественного пассажирского транспорта связана с определением приоритетов его развития. Общий вид концепции развития городского пассажирского общественного транспорта приведен на рис. 2.




**Рис. 2. Концепция развития городского пассажирского общественного транспорта**

На данной схеме нет механизма реализации концепции, так как при разработке концепции не предусмотрен метод индикативного планирования.

Рассмотрим схему концепция развития городского пассажирского общественного транспорта с функциями индикативного управления (рис. 3).

Администрация города при помощи таких функций индикативного планирования, как информативность и мотивация, воздействуют на исполнительные субъекты и источники финансирования, которые в свою очередь осуществляют преобразования: транспортной инфраструктуры (модернизация улично-дорожной сети); подвижного состава; системы управления транспортом.

Контроль за осуществлением задач концепции происходит по обратной связи от пассажиров-потребителей транспортных услуг и от участников дорожного движения.




**Рис. 3. Концепция развития городского пассажирского общественного транспорта с функциями индикативного управления**

4. Пример реализации концепции с индикативным планированием

В конце 2012 года по просьбе министерства развития инфраструктуры Правительства Калининградской области на кафедре «Автомобильный транспорт и сервис автомобилей» Балтийской государственной академии была разработана концепция «Развития общественного рельсового транспорта города Калининграда».

Авторы концепции: к.т.н., доцент, кафедра «АТиСА» БГАРФ Ксенчук А.П., к.п.н., доцент, декан транспортного факультета БГАРФ Соболин В.Н., ст.преподаватель кафедры «АТиСА» Селюков В.М.

При разработке концепции использованы методы индикативного планирования.

Концепция была представлена главе городского округа «Город Калининград» Ярошуку А.Г. и губернатору Калининградской области Цуканову Н.Н. Концепция получила двухстороннее одобрение, что зафиксировано обоюдным протоколом.

ISSN 2219-8180 (Print); ISSN 2518-7899 (Online)

В протоколе предложено провести конкурс на право проведения экономического обоснования и расчетов. Конкурс для хозяйствующих субъектов по внедрению предложений концепции. Использовался метод индикативного планирования и управления.

Перечислим некоторые реализованные предложения концепции.

1. Завершено строительство эстакады для проезда с ул. Генерала Челнокова (микрорайона «Сельма») на Советский проспект в г. Калининграде;

2. Открыто движение автомобильной дороги с микрорайона «Сельма» на Объездное шоссе г. Калининграда (Окружная дорога).

3. Организовано движение рельсобуса по железнодорожной ветке по маршруту «ст. Киевская-Северный вокзал» связавшая Балтийский район города с центром г. Калининграда. Продолжительность поездки сократилась в 5 раз при стоимости проезда равной одной поездке в городском автобусе.

4. Построен железнодорожный остановочный пункт «Сельма» в микрорайоне «Сельма» обеспечивающий доставку пассажиров из микрорайона в центр г. Калининграда за 5 минут. Стоимость проезда равна одной поездке в городском автобусе.

**Выводы**

Стратегическая программа развития общественного транспорта в г. Калининграде должна состоять из набора разработанных целенаправленных концепций содержащих индикативные функции. Стратегическая программа должна формировать вектор направленности действий участников программы, согласовывать взаимодействия концепций и контролировать выполнения задач поставленных в программе.

Такой подход к развитию городского общественного транспорта формирует единый вектор развития всех активных сил, расположенных на территории г. Калининграда, способствует развитию гражданина с инновационной культурой, который имеет возможность влиять и участвовать в управлении городским пассажирским транспортом.

**Список используемой литературы**

**1. Вертакова Ю.В. Индикативное управление устойчивым развитием региона: монография. LAMBERT, Academic Publishing, 2011. 351 с.**

**2. Долматович И.А., Головизина О.А. Региональное индикативное планирование: организационно-функциональные аспекты [Электронный ресурс]. Ярославский государственный университет. Ярославль, 2012. http://ukros.ru/wp-content/uploads/2012/08/ .**

**3. Рекомендации по разработке государственной научно-технической политики субъектов Российской Федерации [Электронный ресурс] / Министерство промышленности, науки и технологий РоссийскойФедерации.URL: http://regions.extech.ru**

**4. Электронное научное издание «Ученые заметки ТОГУ» 2012, Том 3, № 1, С. 136 – 141.**

**Ксенчук О.П., Селюков В.М. Значення індикативного планування в концепції стратегічного розвитку міського громадського транспорту**

***Анотація.*** *Стаття розглядає негативні тенденції в розвитку міського громадського пасажирського транспорту. Розглянуто методи розробки та механізми впровадження концепції підвищення ефективності та якості транспортних послуг, які надаються підприємствами пасажирського транспорту, з урахуванням їх конкурентної позиції в рамках стратегії розвитку м. Калінінграда. Запропонована концепція розвитку міського пасажирського транспорту із застосуванням індикативного планування. Визначено, що стратегічна програма розвитку міського громадського транспорту повинна складатися з набору розроблених цілеспрямованих концепцій, що містять індикативні функції. Стратегічні програми повинні формувати вектор спрямованості дій учасників програми, погоджувати взаємодії концепцій і контролювати виконання завдань, поставлених у програмі. Наведено приклад використання методу індикативного планування і управління на пасажирському транспорті м. Калінінграда.*

***Ключові слова:*** *пасажирський транспорт, транспортні послуги, ефективність та якість, стратегічна програма, індикативне планування, вектор спрямованості.*

**Ksenchuk A.P., Selyukov V.M. The value of indicative planning in the concept of strategic development of urban public transport**

***Abstract****. The article examines negative tendencies in the development of urban public passenger transport. The methods of formulation and mechanisms of implementation of the concept of improving the efficiency and quality of transport services provided by enterprises of passenger transport, taking into account their competitive position in the development strategy of Kaliningrad. The concept of development of city passenger transport with the use of indicative planning. Determined that the strategic program of development of public transport should be developed from a set of targeted concepts containing the indicative function. The strategic programme should form a direction vector of actions of the program participants, to coordinate the interaction between concepts and to control execution of the tasks set in the program. An example use of the method of indicative planning and management in the passenger transportation in Kaliningrad.*

***Keywords:*** *passenger transport, transportation service, efficiency and quality, strategic program, indicative planning, an orientation vector.*

*Стаття надійшла до редакції 11.10.2016 р.*

ISSN 2219-8180 (Print); ISSN 2518-7899 (Online)

***УДК 656.073: 658.8***

***ПОКРОВСКАЯ О.Д., к.т.н., доцент;***
***Сибирский государственный университет путей сообщения, г. Новосибирск***

# ТЕРМИНАЛИСТИКА КАК ИССЛЕДОВАНИЕ ТРАНСПОРТНО-СКЛАДСКИХ СИСТЕМ

*Предпринята попытка охарактеризовать терминалистику как новое, эволюционное направление транспортной и логистической научной мысли. Дан понятийный аппарат, а также краткое описание ее методологии. Разработан понятийный аппарат терминалистики, отражающий ключевые положения методологии управления транспортно-складскими системами.*
*Обоснована научно-практическая актуальность оформления знаний о логистических объектах в самостоятельное научное направление для комплексного исследования, а также для рационального проектирования, эксплуатации и управления транспортно-складскими системами любой сложности.*
***Ключевые слова**: транспортно-складские системы, терминалистика, логистическая инфраструктура*

**Постановка задачи**

Роль транспортно-складских систем (ТСС) в доставке грузов трудно переоценить. От их бесперебойной работы и слаженного взаимодействия видов транспорта в них зависит эффективность всей транспортно-логистической системы страны. Очевидно, что такая сложнейшая задача, как комплексное проектирование и развитие терминально-складской инфраструктуры должна решаться с учетом всей группы взаимосвязанных вопросов: «подключения» к транспортной сети и транспортным коридорам, эффективного взаимодействия участников процесса перевозок и др.

**Цель работы**

В рамках данной работы проводится исследование терминальных сетей (далее – ТС), в частности, описание терминалистики как нового научного направления. В данной статье предлагается новая теория исследования, рационального построения и развития терминальных сетей в целом и транспортных узлов в частности – теория терминалистики. Терминалистика представляет собой интегрированное научное направление логистики [1].

**Основная часть**

Введем ряд определений.

Транспортно-складская система (ТСС) – это любой логистический объект (ЛО), свойства которого описываются; или же несколько логистических объектов, например, терминальная сеть как совокупность ЛО и транспортно-экономических связей между ними, или же более крупные логистические системы, такие как логистический район (грузовая деревня, логистический хаб…) или логистическая область (гейтвей…). При этом от качества решений, принятых на самом низшем уровне формирования ТСС (создание простейших складов на опорных железнодорожных станциях), зависит эффективность и успешность работы всей терминально-складской инфраструктуры железнодорожного транспорта. Это связано с тем, что вопросы проектирования, формирования и развития узловых элементов терминально-складской инфраструктуры – логистических объектов (ЛО) различного вида (склады, терминалы, логистические центры и др.) – должны решаться комплексно, во взаимосвязи построения складских комплексов и их эффективного «подключения» к инфраструктуре транспортного узла.

Логистические объекты (ЛО) – это объекты транспортно-складской инфраструктуры, сосредоточенные по совокупности признаков в пространственно определенном районе и физически выполняющие логистическое обслуживание различных клиентов в системе доставки груза от начального поставщика до конечного потребителя. Железнодорожный ЛО – объект терминально-складской инфраструктуры железнодорожного транспорта, выполняющий функции узлового элемента терминально-логистической системы по техническому обеспечению и практическому выполнению услуг погрузки, выгрузки, хранения и распределения грузов, включая доведение грузов до конечного потребителя, при взаимодействии с участниками системы доставки и другими видами транспорта.

Терминальная сеть (ТС) – совокупность логистических объектов (ЛО) i-того типа и транспортных участков U протяженностью L, обслуживаемых унимодально (j) или мультимодально (j'), для эффективной организации грузопереработки в процессе перевозки и доставки груза от клиента 1 (грузоотправителя) к клиенту 2 (грузополучателю). Состав ТС – это совокупность определенного количества ЛО, размещенных на некотором количестве участков сети *U*, обладающих определенными параметрами для обеспечения перевозок.

Отдельные области логистической науки дают представление о работе ЛО и его месте в цепях поставок односторонне: логистика запасов – об искусстве управления запасами в ЛО, логистика складирования – о вопросах эффективного размещения товаров на складе и оптимизации складского хозяйства, логистика закупок – об эффективных способах управления закупками и материальными потоками, логистика транспорта – о взаимодействии видов транспорта в узлах, выборе вида транспорта для обслуживания ЛО. Безусловно, все эти и многие другие вопросы организации работы транспортных узлов равно важны, но, к сожалению, не систематизированы в интегрированное направление, позволяющее рассматривать указанные вопросы не локально, а комплексно.

Таким образом, от современной транспортной науки требуется комплексное исследование ТСС, включая оптимальное проектирование их состава.

Логика словообразования термина «терминалистика» следующая. Для удобства применения термина предложен английский эквивалент понятия. Интеграция понятий «Terminal» (от англ. терминал) + logistics (от англ. логистика) = terminalistics. Под терминалистикой предлагается понимать терминальную логистику, логистику инфраструктуры транспортно-логистических узлов и терминальных сетей) (the infrastructural logistics of transport and logistical hubs and terminal networks).

Терминалистика – наука об организации, проектировании, управлении, структуре и конфигурации сетей грузовых терминалов, включая вопросы количества и дислокации узлов, функционально-технологического состава, прогнозной и экспертной оценки, с учетом потоковых процессов транспортно-технологического, экономического происхождения и связанного мультипликативного эффекта работы терминальных сетей [1].

В отличие от логистики, рассматривающей в качестве предмета все виды потоков, независимо от их происхождения в цепи доставки, терминалистика ограничивает предмет изучения только потоками, порождаемыми и преобразуемыми в логистической инфраструктуре [2]. В фокусе внимания терминалистики, таким образом, как следует из ее названия, находятся терминалы, транспортно-логистические узлы и др. объекты логистической инфраструктуры. Это показано на рис.1.

К основным задачам, которые может решать терминалистика, относятся:

1) проектирование терминальных сетей, включая определение ее структуры, количества и дислокации узлов (грузовых терминалов), внутренней модульной структуры, функционального и технического оснащения терминалов;

ISSN 2219-8180 (Print); ISSN 2518-7899 (Online)

2) выбор вида (сочетания видов) транспорта для реализации транспортного обслуживания терминальных сетей, построение и расчет рациональных схем доставки грузов (включая мультимодальную) через терминальную сеть, интегрированную в сеть транспортных коридоров;

3) разработка альтернативных вариантов транспортно-логистического обслуживания регионов;

4) экономическая экспертная полифакторная оценка эффективности работы ТС [4].




**Рис. 1. Объект изучения терминалистики в системе междисциплинарных научно-практических знаний [3]**

Терминалистика формирует комплексную методологию исследования ЛО, основываясь на связанных и базовых теориях. В качестве связанных теорий выступают техника и технология работы склада, а также региональная экономика. Базовыми теориями выступают логистические. Так, внешняя логистика предполагает проектирование терминальных сетей, а внутренняя – проектирование узловых ЛО терминальных сетей: терминалов, транспортных узлов.

На рис.2 показано междисциплинарное положение терминалистики как нового научного направления. Структура смежных дисциплин в виде сот показывает (в зависимости от близости к терминалистике) методический инструментарий и общие теоретические основы с терминалистикой.

Парадоксально, что при ключевой роли логистических объектов (ЛО) различной сложности и функциональной роли в цепях поставок, их огромном и постоянно растущем количестве (от складов с минимумом функций до логистических центров провайдеров полного цикла) отсутствует комплексная междисциплинарная научная доктрина, фокусирующая свое внимание на всестороннем изучении таких объектов – от классификационной типологии и вопросов пространственно-количественного формирования терминальных сетей до проектирования и эксплуатации логистических центров в цепях поставок всех уровней. Комплексность такого направления

означает рассмотрение не только какого-то фрагмента многогранной деятельности транспортных узлов, но и сущности ЛО во всех проявлениях и взаимосвязи решаемых вопросов.




**Рис. 2. Междисциплинарное положение терминалистики**

Так, существующие научные направления рассматривают только узкую группу проблем, связанных с организацией эффективной работы ЛО, не уделяя должного внимания остальным его «ипостасям». Например, дисциплина «*Транспортно-грузовые системы*» уделяет внимание только техническому аспекту функционирования транспортных узлов, включая проектирование грузовых фронтов, маневровых площадок, технологию и организацию работы погрузо-разгрузочной техники, технические расчеты производственных и складских мощностей. Даже *логистика* дает довольно скудные обзоры множества типов и дефиниций транспортных узлов, почти не рассматривает историю возникновения ЛО (в частности, складов, терминалов, терминальных перевозок).

*Экономическая география* – построение пространственного каркаса транспортно-логистических комплексов, увязка логистических мощностей с инфраструктурой транспортных коридоров.

ISSN 2219-8180 (Print); ISSN 2518-7899 (Online)

*Экономика транспорта* – экономические аспекты повышения эффективности и инвестиционной привлекательности транспортных узлов, маркетинговые исследования, способы взаимодействия с клиентурой.

*Региональная экономика* – вопросы кластеризации и построения глобальных логистических систем.

Вместе с тем, условия работы транспортных объектов изменились. Очевидно, что перечисленными выше аспектами область исследования транспортных узлов не может и не должна ограничиваться. Фокус известных направлений логистической науки связан с конкретными функциональными областями логистики – складирование, управление запасами, транспортировкой – и не включает в рассмотрение комплекс указанных функций. В то же время развитие современного рынка давно поставило перед наукой и практикой вопросы комплексного оказания транспортно-логистического и складского сервиса. Объективное требование времени – клиентоориентированность сервиса, логистические технологии работы, работа в одно окно, предоставление бесшовной сквозной услуги. Этим требованиям должна отвечать и система теоретических основ проектирования и развития транспортных узлов как логистических объектов [5].

Комплексность транспортно-логистического и складского сервиса, в свою очередь, актуализирует группу таких взаимосвязанных вопросов, как: количество, дислокация и зоны обслуживания транспортных узлов; эффективное сочетание видов транспорта для обслуживания транспортных узлов; концепция формирования и проектирования транспортных узлов; содержательное и параметрическое описание работы транспортных узлов, классификация и идентификация транспортных узлов, систематизация и расширение знаний в области логистики (аспект пространственного формирования терминальных сетей как совокупности транспортных узлов) и мн. др.

Это, в свою очередь, требует актуализации имеющегося научно-практического опыта в сфере проектирования и эксплуатации транспортных узлов в части логистического аспекта. Следует переходить к комплексным решениям логистики «под ключ», – тому, к чему давно уже пришли провайдеры полного цикла. Обновление, группировка функциональных областей логистики объективно требует оформления в эволюционный уровень развития логистики как науки ее комплексное, междисциплинарное направление – терминалистику.

Этапы фрагментарного развития отдельных областей логистики (логистики информации, запасов, складирования, транспорта) уже пройдены. В новом, современном мире логистика выходит на сетевой, комплексный уровень развития указанных областей во взаимосвязи. И именно в транспортных узлах фокусируются, пересекаются все эти сферы.

В простейшем случае положение терминалистики как полидисциплинарного направления в общенаучной системе можно изобразить на рис.3.

Усложнение ассортимента логистического сервиса, множество подходов к организации работы транспортных узлов, повышение качественных требований объективно требуют оформления в самостоятельную отрасль всех знаний о транспортных узлах с позиций современной логистики.

Таким образом, концентрированное оформление в самостоятельную методологию всех знаний о ТСС позволит принимать экономически и технологически обоснованные решения по проектированию терминально-складской инфраструктуры в комплексе задач перевозки и хранения грузов, начиная от концепции управления перевозочным процессом через ТС и заканчивая комплексными программами транспортно-логистического развития отдельных регионов и всей страны.

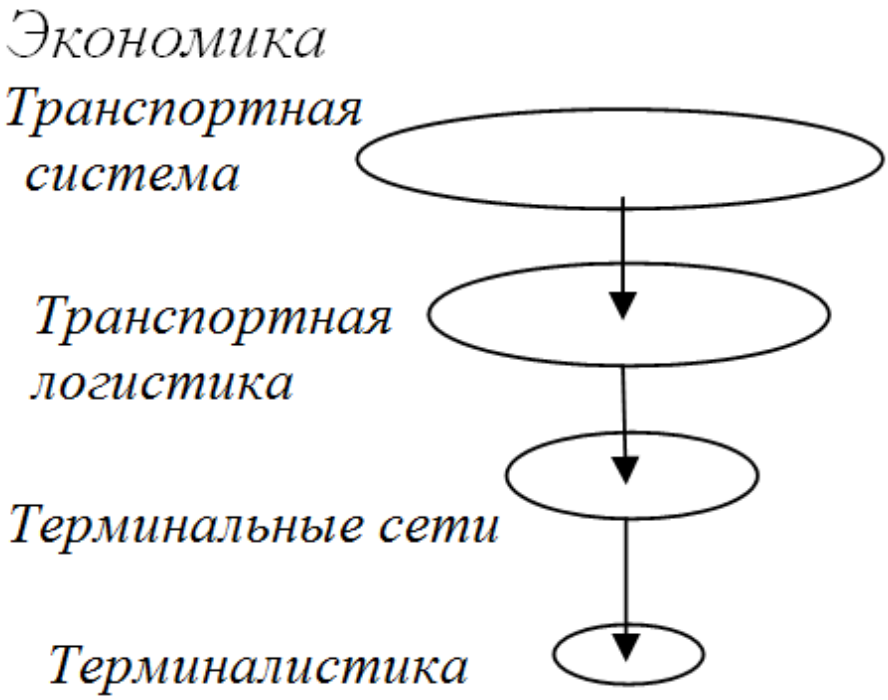



**Рис. 3. Системные взаимосвязи терминалистики как нового научного направления**

**Выводы**

1. Определено междисциплинарное положение терминалистики как самостоятельного интегрированного направления логистики, выделенного из общей теории логистики и управления процессами перевозок в эволюционную теорию транспортно-складских систем.

2. Разработан понятийный аппарат терминалистики, отражающий ключевые положения методологии управления транспортно-складскими системами.

3. Представлены визуальные схемы, отражающие место новой теории в системе известных научных теорий. Показано отличие предлагаемой теории от существующих в научной литературе по транспорту и логистике.

4. Обоснована научно-практическая актуальность оформления знаний о логистических объектах в самостоятельное научное направление для комплексного исследования, а также для рационального проектирования, эксплуатации и управления транспортно-складскими системами любой сложности.

**Список литературы**

**1. Pokrovskaya O.D. Terminalistica as a new methodology for the study of transport and logistics systems of the regions [Текст] / O.D. Pokrovskaya // Sustainable economic development of regions Vol. 3/ ed. by L. Shlossman. – Vienna: "East West" Association for Advanced Studies and Higher Education GmbH, 2014. – 261 p. (see pp.154-177).**

**2. Маликов О. Б. Перевозки и складирование товаров в цепях поставок: монография [Текст] / О.Б. Маликов // М., ФБГОУ УМЦ на ж.-д. транспорте, 2014. – 436 с.**

**3. Покровская О.Д. Логистическое руководство: математические основы терминалистики, маркировка, классификация и идентификация логистических объектов железнодорожного транспорта [Текст] / О.Д. Покровская. – Казань: Изд-во «Бук», 2017. – 281 с.**

**4. Покровская О.Д. Классификация узлов и станций как компонентов транспортной логистики [Текст] / О.Д. Покровская// Вестник транспорта Поволжья. – 2016. – № 5 (59). – С. 77-86.**

**5. Покровская О.Д. Терминалистика как новое научное направление [Текст] / О.Д. Покровская // Путь науки. – 2014. – № 3 (3). – С.21-24.**

ISSN 2219-8180 (Print); ISSN 2518-7899 (Online)

**Покровська О.Д. Терміналістика як дослідження транспортно-складських систем**

**Анотація.** *Зроблено спробу охарактеризувати терміналістику як нове, еволюційний напрям транспортної та логістичної наукової думки. Дан понятійний апарат, а також короткий опис її методології. Розроблено понятійний апарат терміналістики, що відображає ключові положення методології управління транспортно-складськими сістемами. Обґрунтовано науково-практична актуальність оформлення знань про логістичних об'єктах в самостійний науковий напрям для комплексного дослідження, а також для раціонального проектування, експлуатації та управління транспортно-складськими системами будь-якої складності.*

**Ключові слова:** *транспортно-складські системи, терміналістика, логістична інфраструктура*

**Pokrovskaya O.D. Terminalistics as the study of transport and warehousing systems**

***Abstract.*** *An attempt wasmade to characterize terminalistics as a new, evolutionary direction of the transport and logistics of scientific thought. The conceptual apparatus were given, as well as a brief description of its methodology. The conceptual framework of terminalistics was developed to reflect the key position of methodology of management of transport and storage systems. It provides scientific and practical relevance of design knowledge about logistics facilities in an independent scientific direction for the integrated research, as well as for rational design, operation and management transport-warehousing systems of any complexity.*

***Keywords:*** *transport-warehousing systems, terminalistics, logistics infrastructure*

*Стаття надійшла до редакції 14.09.2016 р.*

***УДК 531. 629.113***

***СУНЦОВ Н.В., д.х.н., к.ф.-м.н., профессор;***
***СУНЦОВ А.Н., к.ф.-м.н., доцент;***
***Донецкая академия автомобильного транспорта***

# О ПРИРОДЕ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ОБЕРТОНОВ ПРИ КАЧЕНИИ ШИНЫ АВТОМОБИЛЯ

*В статье кроме основного тона колебаний подробно рассматриваются механизмы возникновения обертонов эластичного автомобильного колеса в области пятачка контакта с полотном дороги. Обертоны возникают в результате взаимодействия протектора шины с полотном дороги.*
***Ключевые слова:*** *автомобильный транспорт, шум, основной тон колебаний, обертоны.*

## Постановка проблемы

Данная статья является продолжением наших исследований природы возникновения шумов при вращении эластичного колеса автомобиля. В предыдущей работе нами уже обсуждался механизм появления основного тона колебаний шины во время ее деформации в момент прохождения пяточка контакта с дорогой. Отмечалось, что эти исследования чрезвычайно важны потому, что они связаны с работами по изучению коэффициента трения качения, с исследованиями возникновения волн, приводящих к появлению шума и участвующих в процессе распространения в шине выделяющейся тепловой энергии. Эти исследования связаны и с развитием теории устойчивости автомобиля [1-8].

## Цель статьи

В работе рассматривается причина появления кроме основного тона звуковых колебаний, которые возникают при качении эластичного колеса, но и обертонов. Обертоны возникают при взаимодействии ламелей (узоров) беговой дорожки с поверхностью полотна дороги.

## Основной раздел

Авторы данной статьи предлагают ввести 3 вида обертонов под следующими названиями: *шлепки, фуки и чмоки.*

### *1. Механизм возникновения основного тона*

В предыдущей статье мы установили, что колебания точек, лежащих на поверхности беговой дорожки при прохождении пяточка контакта $L$, являются вынужденными и квазигармоническими потому, что кинематика движения точки описывается с помощью функции "*синус*" или "*косинус*". Период $T_{вын}$ вынужденного колебания тесно связан со временем прохождения точкой пятачка контакта $L$. Таким образом, точка $C$ получает один импульс за время прохождения пятачка контакта, а потом происходят затухающие колебания. Период вынужденных колебаний точки $C$ соответствует выражению

$$T_{вын} = 2t = \frac{2L}{V} \qquad (1)$$

Тогда частота вынужденных колебаний

ISSN 2219-8180 (Print); ISSN 2518-7899 (Online)

$$\nu = \frac{1}{T_{вын}} = \frac{V}{2L} \tag{2}$$

Но *длина пяточка* контакта у *реальных* шин несколько *меньше*, чем это следует из геометрических соображений [9]. Длина контакта шины с твердой плоскостью поверхности составляет 0,75–0,85 от хорды. Чем больше *жесткость* оболочки, тем больше различие. У легковых машин жесткость шин меньше, чем у грузовых машин (параметр 0,85) [9]. Поэтому была введена поправка $\alpha_1$ (это уточнение учитывает уменьшение $L$ от геометрической хорды у реальной шины).

Длина пяточка контакта шины $L$ с дорогой *еще и уменьшается* при увеличении *скорости* движения автомобиля [7]. Это происходит от того, что эластичное колесо не успевает проседать и восстановить свою прежнюю форму полностью. Во время стоянки высота проседания шины максимальна и слабо изменяется до значения скорости 5 *км/ч*. При увеличении скорости от 5 до 75 *км/ч* длина пяточка уменьшается примерно на 26% [7].

Для случаев повышенной скорости мы можем так же ввели поправочный коэффициент $\alpha_2$, учитывающий дальнейшее уменьшение длины пяточка контакта во время увеличении скорости. Уменьшение величины $L_{ут}$ вплоть до скорости 80 *км/ч* в первом приближении можно считать линейным вследствие малости величины изменения.

$$L_{ут2} = \alpha_2 L_{ут1}, \tag{3}$$

где $L_{ут1} = \alpha_1 L$

Тогда, окончательно уточненная частота вынужденных колебаний равна

$$\nu_{ут2} = \frac{V}{2L_{ут2}} \tag{4}$$




**Рис. 1. Уменьшение длины пяточка контакта $L_{ут1}$ с увеличением скорости.**

Рисунок 1 получен согласно результатам исследований [7]. Длина реального пяточка контакта у шины уменьшается при увеличении скорости от 5 до 80 *км/ч* линейно на 75%. По этому графику нетрудно оценить длину пяточка при прочих скоростях.

Таким образом, была получена уточненная математическая зависимость для оценки частот основного тона вынужденных колебаний, возникающих при качении эластичного колеса по полотну дороги.

Так как за каждой точкой, лежащей на поверхности беговой дорожке, следует следующая точка, то это приводит к возникновению сплошного гула при вращении колеса с частотой $\nu_{ут2}$.

### *2. Механизм возникновения обертонов.*

Основные шумы при качении колеса, как уже было показано выше, происходят в результате колебаний поверхности беговой дорожки эластичного колеса. Они передаются корпусу автомобиля и образуют основной тон колебаний.

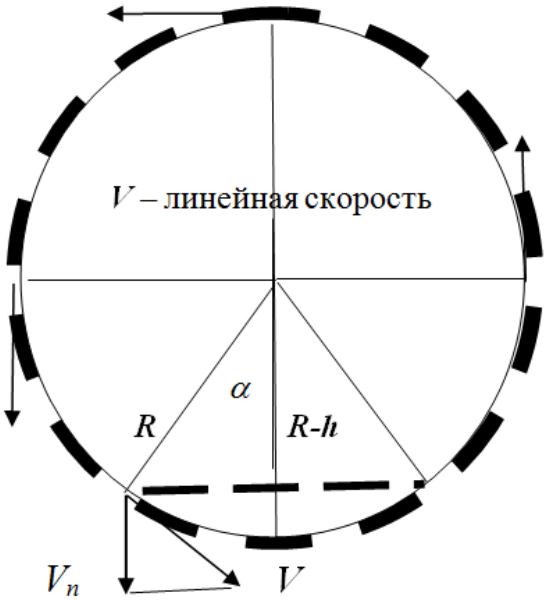



**Рис. 2. Схема взаимодействия узоров протектора с полотном дороги**

*$V_n$ – скорость столкновения с полотном дороги*

*Узоры протектора,* вследствие меньших размеров по сравнению с длиной беговой дорожки при взаимодействии с полотном дороги, создают дополнительные более высокочастотные колебания (назовем их условно *обертонами*). Рассмотрим это подробнее. Наряду с параметром *L* (длинна пятачка контакта шины с полотном дороги) введем параметр *l* (длина *пятачка узора протектора*).

При установившемся движении колеса материальные точки, лежащие на пяточке контакта, двигаются с линейной скоростью $V = \omega(R-h)$, которая равна скорости движения автомобиля относительно полотна дороги. Здесь $\omega$ – угловая скорость вращения колеса.

Для выяснения механизма появления обертонов необходимо оценить *вертикальную составляющую* линейной скорости $V_n$ (*скорость столкновения пяточка узора протектора с поверхностью полотна дороги*). Если бы не было проседания эластичной шины на величину *h*, то не было бы удара («*шлепка*») узора протектора о поверхность полотна дороги. Из рисунка 1 видно, что вертикальная составляющая линейной скорости $V_n$ изменяется от значения *V* до значения $V_n$ (в точке С1 – начало пятачка L).

ISSN 2219-8180 (Print); ISSN 2518-7899 (Online)

При приближении к точке $C_1$ *пятачок узора* начинает уже частично разворачиваться в горизонтальное положение под действием сил упругой деформации в области пяточка контакта $L$. В области точки $C_1$ происходит «*шлепок*». Участок узора протектора сжимается на небольшую величину благодаря малому коэффициенту сжатия резины. Сжатие самой *шины* возрастает (до точки $C_2$ , средины пятачка контакта), а затем уменьшается (до точки $C_3$ , конца пяточка). В пятачке контакта $L$ происходит *отскок* (отрыв) узора протектора от поверхности полотна. Если поверхность полотна дороги благоприятствует присасыванию резины к ее поверхности, то произойдет звуковой «*чмок*». В случае сухого асфальтобетона этот эффект ничтожен как по влиянию на величину коэффициента сопротивления качению, так и в создание шума.

Из рисунка 1 видно, что в точке «*шлепка*» величина

$$V_n = V \cdot Sin\alpha \tag{7}$$

Здесь в точке «*шлепка*» величина

$$Sin\alpha = \left\{ \frac{0,5L}{R} \right\} = \frac{L}{2R} \tag{8}$$

Таким образом,

$$V_n = V \cdot Sin\alpha = \omega\left(R - h\right) Sin\left(\frac{L}{2R}\right) \tag{9}$$

Мы имеем сложную функцию от многих параметров:

$$V_n = f\left(\omega, R, h, L, z\right), \tag{10}$$

где $z$ – параметр учитывающий зависимость громкости шлепка от индивидуальных свойств ударяющихся поверхностей и способности человеческого уха слышать эти частоты колебаний.

*Примечание.*

Таким образом, на уровень шума шин влияет состояние полотна дороги, вид рисунка протектора и его длина, размер пяточка контакта, свойства резины, наличие шипов, скорость движения.

При деформации шины в области пяточка контакта возникают поперечные колебания, которые создают *основной тон колебаний*. Они направлены перпендикулярно оси колеса и сотрясают корпус автомобиля. Колебания боковых поверхностей шины в области пяточка создают две поперечные волны, идущие в противофазе вдоль боковых поверхностей. Они направлены параллельно оси колеса и практически гасят друг друга и не сотрясают корпус автомобиля. Хотя на их образование затрачивается энергия, которая переходит со временем в теплоту.

*Шлепки* (*самые главные обертоны*) возникают в результате ударов ламелей о поверхность полотна дороги. Они неизбежны и чем больше проседание шины, тем больше вертикальная составляющая скорости точек беговой дорожки.

Если на дорожке сплошная поверхность без ламелей, то каждая точка беговой дорожки, сталкиваясь с полотном дороги, будет издавать звук (шлепок). В итоге мы слышим сплошной гул. Если на беговой дорожке находятся небольшие узоры (*ламели*), то мы слышим кратковременный шлепок длительностью равной времени прохождения узора в области пяточка контак-

та. Если узоры на дорожке имеют одинаковую длину, то возникают одинаковые по частоте звуки. Высота звуков зависит от скорости движения. Результирующая амплитуда таких колебаний сумме амплитуд.

*Фуки* возникают при выдавливании воздуха из-под поверхности шины автомобиля. Они по громкости самые слабые. Они могут возникать во время прохождения беговой дорожки от начала до средины пяточка контакта. Их можно ожидать при движении по мокрой дороге или в грязи.

*Чмоки* более громкие шумы. Они могут возникать при прохождении беговой дорожки второй половины пяточка контакта и, особенно в момент отрыва от полотна дороги. Разумеется, их образование эффективно при мокрой и грязной дороге.

### *3. Оценка шумов, возникающих при колебаниях шин различных фирм.*

В 2012 году журнал «*Авторевю*» (г. Москва) провел независимое тестирование шин, изготовленных десятью ведущими фирмами (Таблица 1). Результаты исследований разных параметров частично подтвердили, а в ряде случаях не полностью соответствовали рекламным проспектам производителей (60 и 80 *км/ч*) для десяти ведущих производителей летних покрышек.

Таблица 1

**Уровень внешнего шума (дБ) на скорости 60/80 км/ч**

| № | Производитель | Шум при *60 км\ч, дБ* | Шум при *80 км\ч, дБ* |
|---|---|---|---|
| 1 | *Bridgestone Ecopia EP100A* | 63,2 | 70,1 |
| 2 | *Pirelli Cinturato P* | 63,5 | 70,3 |
| 3 | *Continental ContiEcoContact 5* | 64,4 | 71,1 |
| 4 | *Nokian Hakka Green* | 65,0 | 71,0 |
| 5 | *Michelin Energy XM2* | 64,7 | 72,3 |
| 6 | *Michelin Energy Saver* | 64,7 | 72,5 |
| 7 | *Federal Formoza FD1* | 65,8 | 73,1 |
| 8 | *Kamma Euro – 236* | 66,2 | 72,9 |
| 9 | *Hankook Optimo K415* | 66,6 | 72,6 |
| 10 | *Goodyear Efficient Grip* | 64,2 | 75,0 |

Рассмотрим основные параметры шин, приведенных в таблице 1.

*1) Bridgestone Ecopia EP100A. 185/60 R15*



Дизайн рисунка протектора снижает уровень шума. Жесткость резины по Шору 64 *ед*. Масса 8,1*кг*. Производитель – Тайланд.
*Примечание*: Наименьшее значение шума.

ISSN 2219-8180 (Print); ISSN 2518-7899 (Online)

*2) Pirelli P1 Cinturato. 195/65 R15*



*Pirelli* – пятый по объему производитель шин в мире. Имеют высокий срок эксплуатации и хорошее сцепление с мокрым покрытием.
*Примечание*: Имеют низкое значение шума (второе место).

*3) Continental Conti Eco Contact 5. 185/65 R15*



Автомобиль с шинами европейского производителя.
*Conti Eco Contact 5* расходует топливо на три процента меньше.
*Примечание:* Третье место по уровню шума.

*4) Nokian Hakka Green. 185/60 R15 88H*



Масса 7,1 *кг.* Жесткость резины по Шору 64 *ед*.
Производитель – Финляндия.
*Примечание*: Третье – четвертое место по уровню шума.

*5) Michelin Energy XM2. 185/60 R15 84*



Масса 7,8 *кг.* Жесткость резины по Шору 62 *ед*.
Производитель – Великобритания.
*Примечание*: Третье – пятое место по уровню шума.

*6) Michelin Energy Saver. 185/65 R14*



Износостойкие, экономичные благодаря сильным молекулярным связям. Пониженное сопротивление качению, пониженный выброс углекислого газа.
*Примечание*: Третье – шестое место по уровню шума.

*7) Federal Formoza FD1. 185/55R*



Тайваньский бренд *Federal* и японская фирма *Bridgestone*. Утверждается, что шина хорошо управляется, акустично комфортна.
*Примечание*: Повышенная величина шума.

*8) KAMA EURO 236 185/60 R15*



Устанавливается на автомобили *Volkswagen Polo Sedan*
*Примечание*: Как видно из таблицы данных независимых опробований, шум от шины не отличается преимуществом от других.

*9) Hankook Optimo K415 185/60R15*



Протектор с четырьмя канавками обеспечивает эффективный отвод воды. Шина, как утверждает производитель, имеет рабочую поверхность, которая создает пониженный уровень шума. Производитель – Южная Корея.

*Примечание*: Как видно из таблицы данных независимого тестирования, шум от шины не имеет преимуществ относительно других шин.

*10) Goodyear Efficient Grip 185/60 R15 88H*



Масса 7,3*кг*. Жесткость резины по Шору 62 *ед*. Производитель – Франция.

*Примечание*: Шины воют, особенно на скорости 80 *км/ч* (75 *дБ*).

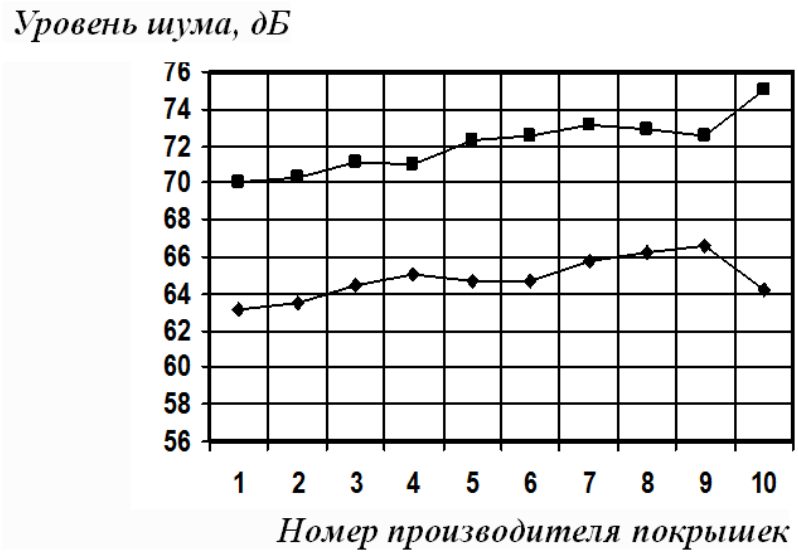



**Рис. 3. Уровень внешнего шума легковых летних покрышек на скорости 60/80 *км/ч* для десяти производителей, *дБ***

Проанализируем данные, приведенные в таблице 1 и рисунке 3.

Найдем отношения уровней шумов при скоростях 80 и 60 *км/ч:*

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 70,1/63,2=1,11; | 70,3/63,5=1,11; | 71,1/64,4=1,105; | 71/65=1,092; | 72,3/64,7=1,1175; |
| 72,5/64,7=1,12; | 73,1/65,8=1,1109; | 72,9/66,2=1,101; | 72,6/66,6=1,09; | 75/64,2=1,168. |

Выясняется, что все отношения близки между собою. Этого и следовало ожидать, так как в числителе и знаменателе стоят значения для одной и той же шины (один и тот же протектор). Различие лишь в скоростях. С увеличением скорости шум увеличивается для всех шин приблизительно в одинаковое число раз. Таким образом, выявляется роль *скорости* в увеличении шума. Найдем среднее значение ошибок для десяти рассматриваемых шин:

$$\frac{(1{,}11+1{,}11+1{,}105+1{,}092+1{,}1175+1{,}12+1{,}1109+1{,}101+1{,}09+1{,}168)}{10}=1{,}11044$$

Оценивая ошибки всех десяти значений и среднюю ошибку, получаем следующий результат. Величина отношений шумов для скоростей 80 и 60 *км/ч* составляет

ISSN 2219-8180 (Print); ISSN 2518-7899 (Online)

$$1{,}110 \pm 0{,}012\ (1{,}2\%). \tag{11}$$

Рассмотрим отношения частот колебаний шин с помощью нашей формулы, приведенной ранее

$$\nu = \frac{1}{T_{вын}} = \frac{V}{2L} \tag{12}$$

*Отношения* частот $\nu_1/\nu_2$ для скоростей 80 и 60 *км/ч* зависит только от отношения скоростей и не зависит от величины *L*. Для указанных скоростей оно одно если воспользоваться

$$\nu_1/\nu_2 = 80/60 = 1{,}333\ldots \approx 1{,}33$$

Но выше было показано, что величина изменяется и уточненное значение

$$L_{ут2} = \alpha_2 L_{ут1}, \tag{13}$$

где $L_{ут1} = \alpha_1 L$.

Тогда, окончательно уточненная частота вынужденных колебаний равна

$$\nu_{ут2} = \frac{V}{2L_{ут2}} \tag{14}$$

$\alpha_1 = 0{,}85$; $\alpha_2 = 0{,}8$ (для 60 *км/ч*) и 0,74 (для 80 *км/ч*).

Тогда

$$L_{ут1}\left(для\ 60 км/ч\right) = 0{,}85 \cdot 0{,}281 \cdot 0{,}8 = 0{,}2$$

$$L_{ут2}\left(для\ 80 км/ч\right) = 0{,}85 \cdot 0{,}281 \cdot 0{,}75 = 0{,}179\ м$$

$$\frac{\nu_{ут2(80)}}{\nu_{ут2(60)}} = \frac{80/\left(2 \cdot 0{,}179\right)}{60/\left(2 \cdot 0{,}179\right)} = \frac{223}{168} \approx 1{,}32$$

Величины отношений частот колебаний при 80 и 60 *км/ч* при использовании формулы (12) составляет 1,32, а отношения уровней шумов – 1,1. Совпадение на 84%

Величины отношений частот колебаний при 80 и 60 *км/ч* при использовании формулы (12) составляет 1,32, а отношения уровней шумов – 1,1. Совпадение на 84% (1,1/1,32 = 0,84). Причина расхождений состоит в том, что уровень шумов определялся специальным приспособлением – *шумомером*. Для измерения частоты сложного тона или шума используют специальные приборы – шумомеры. Звук, который воспринимается микрофоном, превращается в электрический сигнал, который пропускается через систему фильтров. Параметры фильтров подобраны так, что чувствительность шумомера на разных частотах близка к чувствительности человеческого уха. Чувствительность же уха человека неодинакова на разных частотах. Громкостью звука называют интенсивность (силу) слуховых ощущений.

Таким образом, независимое тестирование качества шин десяти производителей работниками журнала *«Авторевю»* в 2012 году частично подтвердили рекламные проспекты на шины, но и выявили недостатки. *Мелкие* узоры на протекторах лишь немного изменяют уровень шумов. Частота колебаний от этих небольших узоров, разумеется, незначительно *выше* частоты основного тона колебаний и *менее* интенсивна. *Основной тон* колебаний зависит в основном от *скорости* движения и определяется формулами $\nu = 1/T_{вын} = V/(2L)$. Для наглядности уровня шума рассмотрим таблицу, в какой приведены результаты исследований наилучшей шины.

Таблица 2

**Характеристики различных звуков.**

| Рассматриваемый звук | Интенсивность, $Вт/м^2$ | Уровень интенсивности, *дБ* |
|---|---|---|
| Порог чувствительности | $10^{-12}$ | 0 |
| Шепот | $10^{-9}$ | 30 |
| Негромкая музыка | $10^{-8}$ | 40 |
| Речь на расстоянии 1м | $10^{-7}$ | 50 |
| *Шина Bridgestone Ecopia EP100A* | $10^{-6}$ | 63,2*(при 60 км/ч*) |
| *Шина Bridgestone Ecopia EP100A* | $10^{-5}$ | 70(80 *км/ч*) |
| Шум мотора грузовика | $10^{-5}$ | 70 |
| Шумная улица | $10^{-5}$ | 70 |
| Крик | $10^{-4}$ | 80 |

Сравним рисунки протекторов самой тихой шины с более шумными.

*№1 EP100A. 185/60 R15*



**1 2 3 4**

*№7 FD1. 185/55R*

**1 2 3 4**



*№10. 185/60R15*

**1 2 3 4**



**Рис. 4. Рисунки протекторов шин**

ISSN 2219-8180 (Print); ISSN 2518-7899 (Online)

*Шины №7* более шумные, очевидно, из-за четких канавок посередине пятачков контакта (сравни с шиной №1). Имеются так же слабые дополнительные узоры. Все это способствует увеличению шума.

*Шины №10 подвываю*т, особенно на скорости 80 *км/ч* (75 *дБ*).

Промежуточные полоски, находящиеся посредине полос 1 и 4, довольно четкие и поэтому их наличием нельзя пренебрегать. Пятачки контакта уменьшаются приблизительно в два раза, и частота их шлепков о поверхность полотна дороги при вращении колеса возрастет в два раза.

Полосы 2 и 3 протектора имеют четкие полоски и их частота шлепков такая же, как и у других полос. Следует отметить, что полоса 3 имеет канавки не полностью пересекающие полосу протектора и поэтому шум от них должен быть слабее. Но нас в первую очередь должна интересовать причина повышенной шумности шины. Это, очевидно, связано с тем фактом, что частота шлепков от пятачков контакта возросла, а с увеличением частоты громкость восприятия шумов ухом человека возрастает. Поэтому наблюдается повышенный шум при скоростях 60 и 80*км/ч*, а при 80*км/ч* неприятное для уха завывание, которое быстро приводит к утомлению.

**Выводы**

1. В работе рассматривается в совокупности образование основного колебаний шины при взаимодействии эластичного колеса с полотном дороги и 3 видов обертонов (колебаний эластичного колеса под следующими названиями: *шлепки, фуки и чмоки*).

2. Произведена оценка шумов, возникающих при колебаниях шин различных фирм.

**Список литературы**

**1. Сунцов Н.В., Шамота В.П., Макаров В.А., Сунцов А.Н., Ефименко А.Н. К оценке величины коэффициента сопротивления качению колеса автомобиля // Вісник Донецької академії автомобільного транспорту. – 2009.- № 2 .- С. 75-79.**

**2. Сунцов Н.В., Макаров В.А.,Сунцов А.Н., Ефименко А.Н. О физике процессов определяющих величину коэффициента сопротивления качению колеса автомобиля // Вісник Донецької академії автомобільного транспорту. – 2011. № 2 .С. 78 - 81.**

**3. Сунцов Н.В., Макаров В.А., Сунцов А.Н., Ефименко А.Н., Моисеенко Р.Ю. Дифференциальные уравнения для коэффициента сопротивления качению колеса автомобиля и их решение // Вісник Донецької академії автомобільного транспорту. – 2011. - № 4 .- С. 83-89.**

**4. http: //ecologico. ru /2011/05.**

**5. Балабин И.В., Путин В.А., Чабунин И.С. Автомобильные и тракторные колеса и шины. – МГТУ «МАМИ», 2012. – 920с.**

**6. Макаров В.А., Дугельный В.Н. Повышение работоспособности автомобиля путем управления жесткостными характеристиками шины // Автомобильный транспорт, - Харьков:РИО ХГАДТУ,- 2000,- Вып.4.- С. 43 – 45.**

**7. Вербицкий В.Г. Бифуркационные множества и катастрофы в многообразиях стационарных состояний пневмаколесных машин // Прикл. Механика.- 1995.- 31, №3.- С.89 – 95.**

**8. Verbitskii V.G., Makarov V.A.,Sakhno V.P. Influense of the asymmetry of cornering forees on the static stability of two – axle vehie // International Fpplied Vechanics, 40, №11, 1304 – 1309 (2004).**

**9. http: //ecologico. ru /2011/05**

**10. http: // www. Anytyres. ru**

**11. Воронин В.В., Кондрашов В.Н., Тимаев Д.М. Механические характеристики автомобильных шин // Известия МГТУ «МАМИ» №2(10), 2010, С. 49.**

**Сунцов М.В., Сунцов О.М. Про природу виникнення обертонів при коченні шини автомобіля**

***Анотація.*** *У статті крім основного тону коливань докладно розглядаються механізми виникнення обертонів еластичного автомобільного колеса в області п'ятачка контакту з полотном дороги. Обертони виникають в результаті взаємодії протектора шини з полотном дороги.*

***Ключові слова:*** *автомобільний транспорт, шум, основний тон коливань, обертони*

**Suntsov N.V., Suntsov A.N. On the nature of the overtones rolling of the tires**

***Abstract.*** *In the article, except for the fundamental tone oscillations are considered in detail mechanisms of elastic overtones of a vehicle wheel in the area of the contact patch with the road surface. The overtones result from the interaction of the tire tread with the roadway.*

***Keywords:*** *road transport, noise, the main tone of oscillations, overtones*

*Стаття надійшла до редакції 17.10.2016 р.*

ISSN 2219-8180 (Print); ISSN 2518-7899 (Online)

*УДК 629.113*

***МОЙСЯ Д.Л., к.т.н., НЕДОСЕКИН В.Б., ст. пр.,***
***Донецкая академия автомобильного транспорта***

# АНАЛИЗ ПОВОРАЧИВАЕМОСТИ АВТОПОЕЗДА С УПРАВЛЯЕМЫМ ПОЛУПРИЦЕПОМ

*Рассматриваются проблемы управляемости двухзвенного автопоезда с управляемым полуприцепом. Выполнен синтез системы управления и получен закон изменения передаточного коэффициента механизма управления, который обеспечивает равенство радиусов траекторий движения задних колес полуприцепа и тягача. Рассмотрена методика определения передаточного отношения двойного привода управления полуприцепом через параметры движения автопоезда. Показано, что при определении передаточных отношений по предложенному закону автопоезд с длиннобазным полуприцепом выполняет требования относительно маневренности.*
***Ключевые слова:*** *автомобильный поезд, поворачиваемость, стационарный режим движения.*

## Введение

Одним из основных путей повышения производительности автомобильного транспорта является увеличение грузоподъемности автотранспортных средств, что в условиях ограниченных осевых нагрузок возможно за счет широкого использования автомобильных поездов. Автопоездам присущи высокие технико-экономические показатели грузоподъемности, скорости, использование собственной массы, мощности, которые разрешают их эксплуатировать с высокой интенсивностью. При этом их безопасная эксплуатация в большой степени зависит от свойств управляемости. Многие дорожные происшествия связаны с заносом и отклонением от заданной траектории движения автопоездов при совершении маневра. Поэтому при решении практических задач наибольший интерес представляет вопрос о сохранении таких динамических свойств системы тягач-полуприцеп, как устойчивость и управляемость [1, 2, 3].

## Постановка задачи.

В настоящей работе рассмотрены характеристики поворачиваемости как ведущего, так и ведомого звеньев; проанализированы условия, обеспечивающие безопасную эксплуатацию двухзвенного автопоезда с управляемым полуприцепом [4].

## Метод решения задачи

Для решения задачи приняты параметры системы:

$v$ – продольная составляющая центра масс тягача; $a$, $b$ – расстояние от центра масс тягача до центров передней (управляемой) оси и задней оси тягача; $c$ – расстояние от центра масс тягача до точки сцепки со вторым звеном; $d_1$ – расстояние от центра масс второго звена до точки сцепки с тягачом; $k_1$; $k_2$; $k_3$ – коэффициенты сопротивления уводу на осях; $\theta$ – угол поворота управляемого модуля; $m$, $J$ – масса и центральный момент инерции тягача; $v$, $u$ – продольная и поперечная проекции вектора скорости центра масс на оси, связанные с тягачом; $\omega$ – угловая скорость тягача, относительно вертикальной оси; $m_1$, $J_1$ – масса и центральный момент инерции второго звена; $v_1$, $u_1$ – продольная и поперечная проекции вектора скорости центра масс второго звена; $\varphi$ – угол складывания (угол между продольной осью тягача и полуприцепа); РСН – передаточное число механизма управления осью полуприцепа.

Используя методику анализа управляемости модели автомобиля [4, 5], углы увода на осях колес определяются:

$$\delta_1 = \theta - \frac{u + a\omega}{v}; \quad \delta_2 = \frac{-u + b\omega}{v}; \quad \delta_3 = \theta_1 + \frac{-u_1 + b_1\omega_1}{v_1} = PCH \cdot \varphi + \frac{v\varphi - (u - c\omega) + \omega L_1}{v}.$$

Линеаризованная система уравнений, определяющая стационарный режим движения двухзвенного автопоезда с управляемым полуприцепом

$$\begin{aligned} &-(m + m_1)\,\omega v + Y_1 + Y_2 + Y_3 = 0; \\ &a\,Y_1 - b\,Y_2 - c\,Y_3 + c\,m_1\,\omega v = 0; \\ &d_1\,m_1\,\omega v - Y_3\,L_1 = 0. \end{aligned}$$

Силы увода (линейные функции от углов увода на осях):

$$Y_1 = k_1\,\delta_1; \; Y_2 = k_2\,\delta_2; \; Y_3 = k_3\,\delta_3.$$

Разрешая систему, получено выражение для угловой скорости:

$$\omega = -\frac{k_1\,k_2\,l\,L_1\,v\,\theta}{((k_1\,a - k_2 b)\,L_1\,m + ((a + c)\,k_1 + (c - b)\,k_2)\,b_1\,m_1)\,v^2 - k_1\,k_2\,l^2\,L_1}$$

При установившемся движении по окружности заданного радиуса имеет место соотношение $\omega = \frac{v}{R}$, где $v$ – продольная составляющая скорости центра масс тягача, R – радиус траектории точки на продольной оси тягача, скорость которой направлена вдоль продольной оси тягача. Приравнивая правые части двух последних уравнений, получено **у**равнение поворачиваемости для модели двухзвенного автопоезда:

$$\theta = -\frac{(((a + c)\,b_1\,m_1 + a\,L_1\,m)\,k_1 - (b\,L_1\,m + (b - c)\,b_1\,m_1)\,k_2)\,v^2 - k_1\,k_2\,l^2\,L_1}{k_1\,k_2\,l\,L_1\,R}$$

Учитывая распределение масс по осям:

$$N_1 = \frac{b\,L_1\,m + (c - b)\,b_1\,m_1}{L_1\,l}; \; N_2 = \frac{(a + c)\,b_1\,m_1 + a\,m\,L_1}{L_1 l}; \; N_3 = \frac{m_1\,d_1}{L_1};$$

получено компактное уравнение поворачиваемости «приведенного тягача»

$$\theta = \frac{l}{R} + \left(\frac{N_1}{k_1} - \frac{N_2}{k_2}\right) Aus,$$

где $Aus = v^2/Rg$ – боковая составляющая ускорения центра масс тягача, в безразмерном виде.

График прямой поворачиваемости (см. рис. 1) получен для следующих численных значений параметров двухзвенного автопоезда с управляемым полуприцепом:

g = 9,81 м/с2; a = 4,217 м; b = 3,376 м; b1 = 2,93 м; d1 = 8,075 м; c = 3,376 м;

ISSN 2219-8180 (Print); ISSN 2518-7899 (Online)

m = 6417 кг; m1 = 41846 кг; k1 = 100000 Н; k2 = 300000 Н; k3 = 300000 Н;
J = 27521 кг м2; J1 = 932923 кг м2.

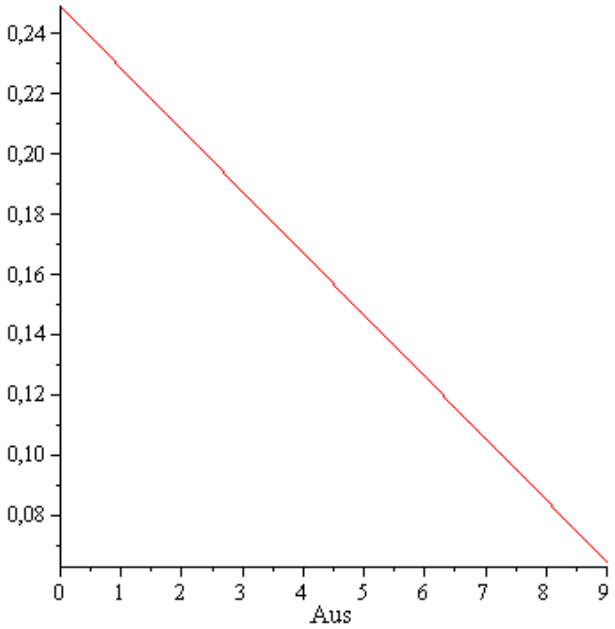



**Рис.1. Диаграмма поворачиваемости двухзвенного автопоезда (θ – угол поворота управляемых колес тягача как функция Aus·g – боковой составляющей ускорения центра масс тягача, получено для значения R=30,5 м)**

Аналогично получено выражение для угла складывания (ведущее звено автопоезда движется по окружности заданного радиуса R):

$$\phi = \frac{1}{1+PCH}\left(-\frac{L_1+c-b}{R}+\left(\frac{m_1 d_1}{L_1 k_3}-\frac{(a+c)b_1 m_1 + a L_1 m}{L_1 l k_2}\right)Aus\right)$$

или в безразмерном виде:

$$\phi = \frac{1}{1+PCH}\left(-\frac{L_1+c-b}{R}+\left(\frac{N_3}{k_3}-\frac{N_2}{k_2}\right)Aus\right)$$

Угол наклона прямой «складывания» определяется выражением $\frac{N_3}{k_3}-\frac{N_2}{k_2}$ (подобно градиенту недостаточной поворачиваемости $\frac{N_1}{k_1}-\frac{N_2}{k_2}$ из уравнения поворачиваемости), значение угла складывания при достаточно малой скорости *v* задается соотношением $-\frac{L_1+c-b}{R}$, что аналогично углу Аккермана $\frac{l}{R}$. Для различных радиусов получаем семейство параллельных прямых. На рисунке 2 представлен график прямой «складывания», соответствующий R = 30,5 м.

Из соотношения для угла складывания следует, что при достаточно малых скоростях движения при введении управления осью полуприцепа (PCH>0, $\theta_1$<0 – ось полуприцепа повернута по ходу часовой стрелки) угол складывания остается отрицательным (ведомое звено ориенти-

ровано во внутреннюю сторону), но его абсолютное значение уменьшается. Если –1<PCH<0, тогда $\theta_1>0$, а угол складывания растет по абсолютной величине, оставаясь отрицательным.

Далее представлен алгоритм определения передаточного отношения механизма управления поворотной осью полуприцепа.

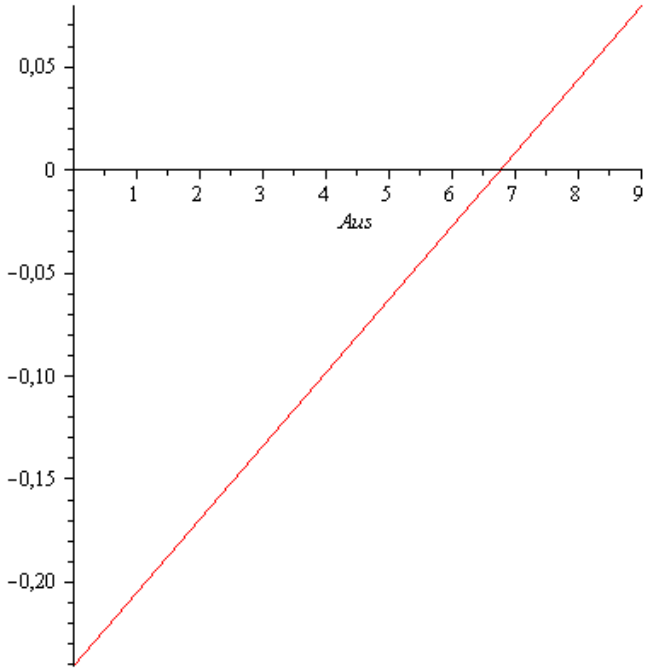



**Рис. 2. Угол складывания как функция Aus·g - боковой составляющей ускорения центра масс тягача (получено для значения передаточного коэффициента PCH=0,5)**

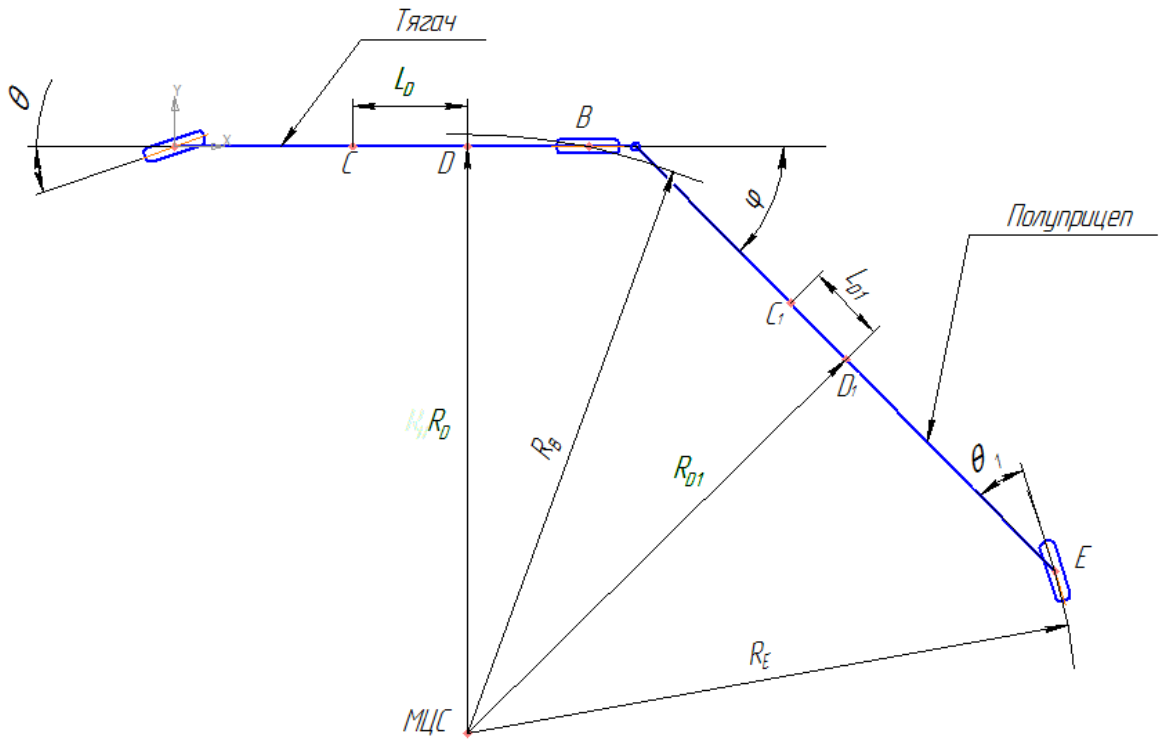



**Рис.3. Схема двухзвенного автопоезда с управляемым полуприцепом.**

Цель введения управления полуприцепом – уменьшение коридора движения, что обеспечивает необходимую маневренность, например, при движении по кольцевому участку, для этого должно выполняться равенство $R_B = R_E$.

ISSN 2219-8180 (Print); ISSN 2518-7899 (Online)

Алгоритм определения передаточного отношения механизма управления поворотной осью полуприцепа:

1. Определить множество стационарных режимов в общем виде, решая систему линеаризированных уравнений, определяющих стационарный режим (см. ранее).

Решение данной системы дает следующие значения фазовых переменных в общем виде:

$$u = \frac{k_1\left(-v^2(m\,a\,L_1 + m_1\,b_1\,(a+c)) + l\,b\,k_2\,L_1\right)v}{v^2((b\,k_2 - a\,k_1)(m\,L_1 + m_1\,b_1) - c\,m_1\,b_1(k_1+k_2)) + l^2 k_1 k_2\,L_1 + 2\,k_1\,k_2\,L_1\,a\,b}\cdot\theta;$$

$$\omega = -\frac{k_1\,k_2\,l\,L_1\,v}{((k_1\,a - k_2 b)\,L_1\,m + ((a+c)\,k_1 + (c-b)\,k_2)\,b_1\,m_1)\,v^2 - k_1\,k_2\,l^2\,L_1}\cdot\theta;$$

$$\varphi = -\frac{(((-b_1\,k_3(a+c) + d_1\,k_2\,l)\,m_1 - k_3\,a\,m\,L_1)\,v^2 + ((l-c)\,a + (b+c)\,b - l)\,k_2\,k_3\,L_1)k_1}{(1+PCH)\,k_3(((m_1\,b_1 + m\,L_1)(k_2\,b - k_1 a) - m_1\,k_2\,L_1\,c)\,v^2 + k_1\,k_2\,l^2\,L_1)}\cdot\theta.$$

2. Определить радиусы движения характерных точек полуприцепа:

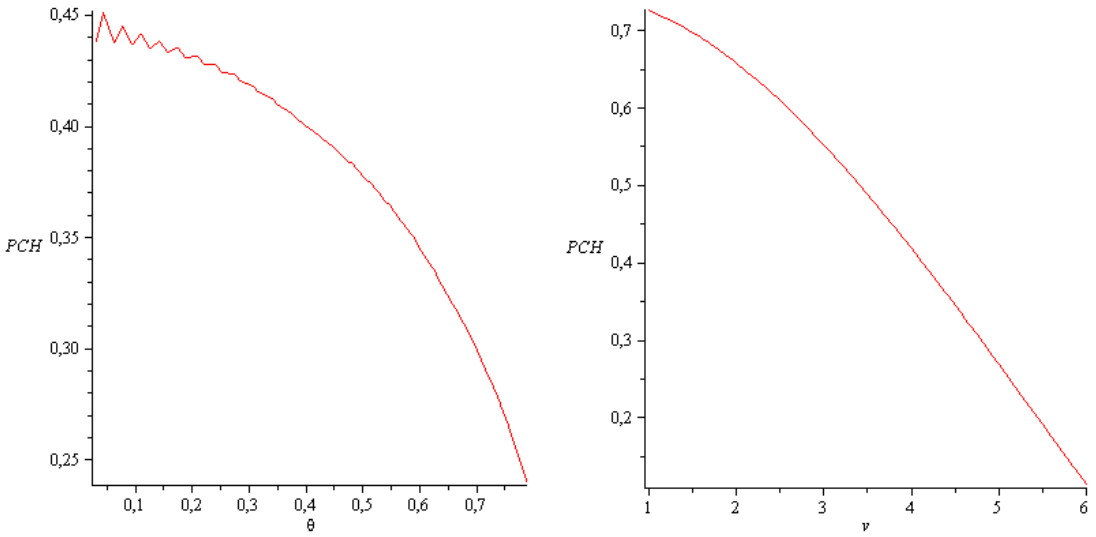
$$R_D = \frac{v}{\omega};\quad L_D = \frac{u}{\omega};\quad R_{D1} = \frac{v_1}{\omega};\quad L_{D1} = \frac{u_1}{\omega}.$$

3. Определить радиусы движения характерных точек полуприцепа:

$$R_B = \sqrt{R_D{}^2 + (CB - L_D)^2};\quad R_E = \sqrt{R_{D1}{}^2 + (C_1E - L_{D1})^2}.$$

4. Приравнять полученные радиусы и разрешить данное уравнение относительно передаточного отношения механизма управления осью полуприцепа (PCH):

Для численных значений параметров двухзвенного автопоезда с управляемым полуприцепом, приведенных ранее, соответствуют следующие графики изменения передаточного отношения механизма управления осью полуприцепа.




*а) при скорости v=5 м/с.* *б) при угле поворота θ=0,75 рад.*

**Рис. 4. Графики изменения передаточного отношения механизма управления осью полуприцепа**

*(а – зависимость от θ; б – зависимость от v)*

Рассмотрим частный случай – движение двухзвенного автопоезда с управляемым полуприцепом на малой скорости, при которой боковое ускорение практически отсутствует, а значит и углы увода практически отсутствуют. Так же для данного автопоезда точка сцепки совпадает с осью ведущих колес тягача, т.е. $b=c$.

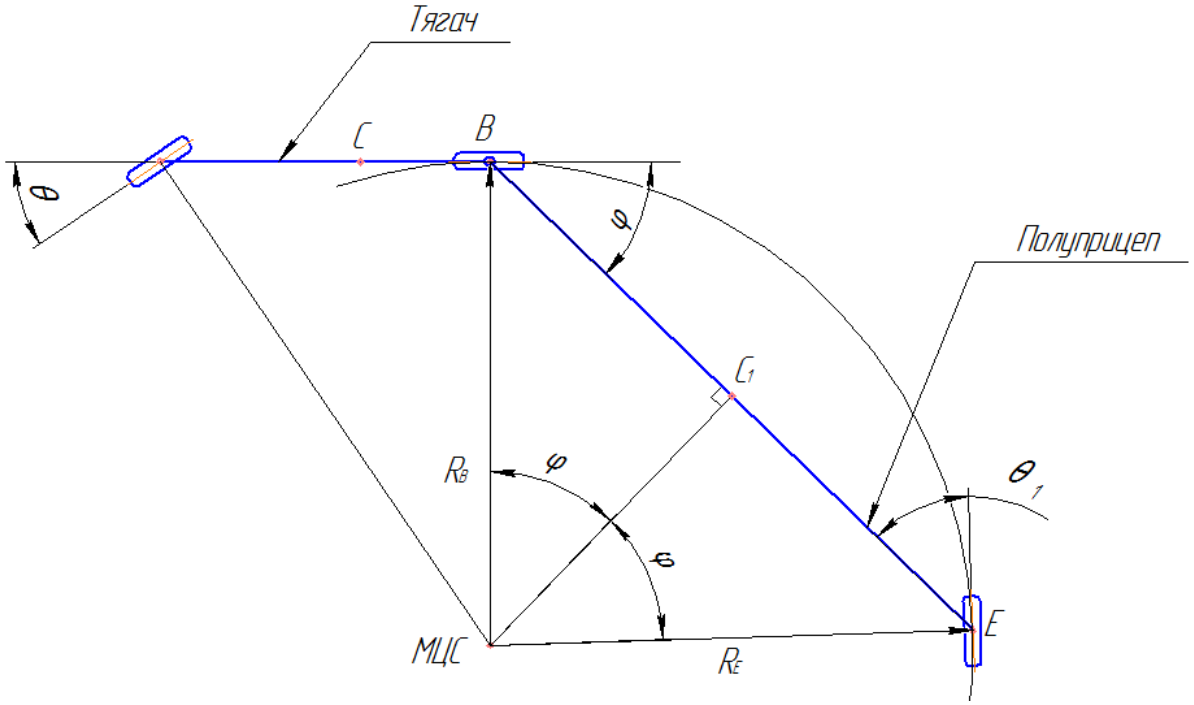



**Рис.5. Схема двухзвенного автопоезда с управляемым полуприцепом (частный случай).**

При движении данного автопоезда траектория т.В должна совпадать с траекторией т.Е, а значит эти точки лежат на дуге одной окружности. Так как увод отсутствует продольные плоскости колес расположены по касательной к траектории движения. Для изображённого автопоезда выполняется равенство $\varphi^{УПР}=\theta_1$, что соответствует передаточному отношению РСН = 1.

Рассмотрев геометрию системы можно записать выражение:

$$\frac{BE}{2}=R\cdot\sin\varphi^{УПР} \quad \textit{или} \quad \frac{L_1}{2}=R\cdot\sin\varphi^{УПР}. \tag{1}$$

Ранее было получено аналитическое выражение угла складывания $\varphi^{УПР}$:

$$\varphi^{УПР}=\frac{1}{1+PCH}\left(-\frac{L_1+c-b}{R}+\left(\frac{N_3}{k_3}-\frac{N_2}{k_2}\right)Aus\right).$$

Учитывая принятые для частного случая допущения $Aus\approx 0$, $b=c$, получим выражение:

$$\varphi^{УПР}=\frac{L_1}{(1+PCH)R}. \tag{2}$$

Если выражение (1) линеаризовать, а в выражение (2) подставить РСН = 1, то получим одинаковые выражения:

ISSN 2219-8180 (Print); ISSN 2518-7899 (Online)

$$\frac{L_1}{2} = R \cdot \varphi^{УПР} \text{ и } \varphi^{УПР} = \frac{L_1}{2 \cdot R} \quad (3)$$

Геометрическое исследование схемы автопоезда полностью подтверждает аналитические расчеты производимые при помощи программного пакета «Maple».

Если рассмотреть классический двухзвенный автопоезд, то при малых скоростях выражение, определяющее угол складывания имеет вид:

$$\phi^{НУПР} = \frac{L_1}{R} \quad (4)$$

Анализируя выражения (3) и (4) приходим к выводу, что для линейной модели двухзвенного автопоезда при наличии управления на малых скоростях угол складывания в два раза меньше чем у классического двухзвенника, а значит коридор прохождения поворота уменьшается.

**Выводы**

Получено уравнение поворачиваемости линейной модели двухзвенного автопоезда с управляемым полуприцепом, которое совпадает в безразмерной форме с уравнением поворачиваемости приведенного тягача; для угла складывания получено линейное уравнение - аналог уравнения поворачиваемости, введение управления полуприцепом значительно уменьшает угол складывания, а следовательно и габаритную ширину коридора прохождения автопоездом поворота.

Из графиков на рисунке 4 следует, что рекомендованное значение передаточного числа механизма управления осью полуприцепа РСН = 0,33, которое обеспечивает примерное равенство радиусов качения центров задней оси тягача и полуприцепа в диапазоне скорости движения до 5 м/с и угла поворота управляемых колес тягача в интервале 25°–45°.

**Список литературы**

**1. Волков В.П. Автомобиль: теория эксплуатационных свойств: Учебное пособие / В.П. Волков, А.П. Кравченко. - Луганськ: Ноулидж, 2008. - 300 с.**

**2. Бажинов А.В. Надежность автомобильных поездов: Монография / А.В. Бажинов, А.П. Кравченко. – Луганск: Ноулидж, 2009. – 412 с.**

**3. Кравченко А.П. Развитие теории обеспечения эксплуатационной надежности автопоездов / А.П. Кравченко // Вестник Красноярского государственного технического университета. Транспорт. – Красноярск: КГТУ, 2005. – Вып. 39. – С. 606 – 615.**

**4. Лобас Л.Г. Качественные и аналитические методы в динамике колесных машин / Л.Г. Лобас, В.Г. Вербицкий. – Киев: Наук. думка, 1990 – 232 с.**

**5. Кравченко А.П. К вопросу анализа управляемости нелинейной модели автомобиля / А.П. Кравченко, В.Г. Вербицкий, М.И. Загороднов, В.А. Банников, О.П. Сакно, А.Н. Ефименко, Н.А. Турчина // Наукові вісті Далівського університету. Електронне наукове фахове видання. – 2010. – № 1.**

**Мойся Д.Л., Недосєкін В.Б. Аналіз повороткості автопоїзда з керованим напівпричепом**

***Анотація.*** *Розглядаються проблеми керованості дводанкового автопоїзда з керованим напівпричепом. Виконано синтез системи управління і отриманий закон зміни передаточного коефіцієнта механізму управління, який забезпечує рівність радіусів траєкторій руху задніх коліс напівпричепа і тягача. Розглянуто методику визначення передаточного відношення подвійного приводу управління напівпричепом через параметри руху автопоїзда. Показано, що при визначенні передаточних відношень за запропонованим законом автопоїзд з довгобазовим напівпричепом виконує вимоги щодо маневреності.*

***Ключові слова:*** *автомобільний поїзд, обертальність, стаціонарний режим руху.*

**Moisia D.L., Nedosekin V.B. The problems of handling multilink train with controlled semi-trailer**

***Abstract.*** *Made synthesis management system and received the law of change of the transmission ratio control mechanism which ensures the equality of the radii of the trajectories of the semitrailer and the tractor rear wheels. The method of determining the transmission ratio of dual-drive control parameters through the semitrailer train movement. It is shown that in the determination of gear ratios for the proposed law with long-trailer semi-trailer complies with the requirements regarding maneuverability.*

***Keywords:*** *car train, steering, steady driving mode.*

*Стаття надійшла до редакції 27.10.2016 р.*

ISSN 2219-8180 (Print); ISSN 2518-7899 (Online)

*УДК 621.43+621.43.016.4-57+536.421+541.6:541.183*

***ГРИЦУК А.І.***
***Донбаська академія будівництва і архітектури***

# ПОКРАЩЕННЯ ПРОЦЕСІВ УТИЛІЗАЦІЇ І ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ ТЕПЛОВИМИ АКУМУЛЯТОРАМИ ФАЗОВОГО ПЕРЕХОДУ В ПРОЦЕСАХ ЇХ ВИКОРИСТАННЯ

*У статті описано особливості забезпечення процесів для максимально повної утилізації і використання теплової енергії тепловими акумуляторами фазового переходу в процесах їх використання. Розглянуті основні схемні і конструктивні рішення для можливого їх використання в конструкції машин при будівництві і реконструкції автомобільних доріг.*
***Ключові слова:*** *багатосекційний тепловий акумулятор, фазовий перехід, теплоакумулюючий матеріал, схема, енергетична установка, машина.*

**Постановка проблеми**

З метою забезпечення раціонального використання паливно-енергетичних ресурсів, захисту оточуючого середовища та формування заданого температурного стану енергетичних установок транспортних засобів і дорожніх машин в процесах експлуатації актуальними є технології теплового акумулювання на основі теплової енергії фазового переходу в речовинах рідина ↔ тверде тіло [1–10]. Теплоакумулюючі матеріали (ТАМ) широко використовуються в машинах і механізмах в умовах експлуатації для забезпечення підтримання встановлених температур при зберіганні техніки і в процесах передпускової теплової підготовки. Крім того, при розробці і дослідженні систем комбінованого прогріву теплової підготовки енергетичних установок з двигунами внутрішнього згорання ставиться основна вимога до їх створення – зменшення витрати палива і шкідливих викидів при підтриманні температури енергетичної установки або транспортного засобу при вимкненому двигуні в межах температур «гарячого пуску» при низьких температурах оточуючого повітря в реальних умовах експлуатації [3].

**Мета статті**

Метою представленої роботи є аналіз основних схемних і конструктивних рішень та особливостей робочих процесів забезпечення теплової підготовки для максимально повної утилізації і використання теплової енергії тепловими акумуляторами фазового переходу в конструкції машин при будівництві і реконструкції автомобільних доріг в процесах їх технологічного використання.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій**

У проведених роботах В.Д. Левенберга, М.М. Карнаухова, В.О. Вашуркіна, С.Д. Гуліна, А.А. Сорокіна, Н.В. Глухенко, В.В. Шульгіна, С.О. Яковлєва, І.А. Ільчука, М.І. Куколєва, Ю.К. Куколєва, В.Д. Александрова, В.П. Волкова, Ю.Ф. Гутаревича,, І.В. Грицука, А.М. Гущина, O. Schatz, M. Kytö, A. Pellikka та інших [1–10] виконано наукове обґрунтування і розроблено методики розрахунку, створення і дослідження теплових акумуляторів для забезпечення теплової підготовки енергетичних установок дорожніх машин і об’єктів інфраструктури в умовах низьких температур навколишнього середовища.

**Основний розділ**

Особливість роботи теплового акумулятора (ТА) полягає в його адаптованості до відповідної температурного забезпечення, що забезпечується температурною фазового переходу теплоакумулюючого матеріалу (ТАМ) [1, 3, 4–6].

Для максимально повної утилізації в ТА теплової енергії відпрацьованих газів (ВГ) енергетичних установок машин з двигунами внутрішнього згорання (ДВЗ), що використовуються в дорожньому будівництві відомі різні технічні рішення. Їх особливість полягає в поступовому використанні різних накопичених градієнтів температур з усього інтервалу робочих температур ВГ дорожніх машин з ДВЗ в умовах експлуатації.

Відомо технічне рішення [11–16], при якому в умовах низьких температур використовують багатосекційний (у розглянутому випадку у складі 3 секцій) ТА фазового переходу. Для такого ТА необхідні фазоперехідні ТАМ [1–10] різних категорій: середньо- і низькотемпературні, які повинні мати стійкість до тривалої роботи в діапазоні температур 120 – 500 °С, тобто робочої температури відпрацьованих газів ДВЗ дорожніх машин.

Багатосекційний тепловий акумулятор (БТА) фазового переходу [11–16] містить теплоізольований вакуумований циліндричний корпус зі знімною кришкою, що має вхідний і вихідний отвори, впускну і випускну труби, блок капсул, заповнених однаковим теплоакумулюючим матеріалом і виконаних з коаксіально розташованих циліндрів з утворенням між ними кільцевих зазорів для проходу рідкого теплоносія. Він містить не менше двох блоків капсул з різним теплоакумулюючим матеріалом, розміщених в одному вакуумованому корпусі, має спільні вхідний і вихідний трубопроводи, причому впускні труби блоків капсул пов'язані перепускними трубами з вхідним трубопроводом, а випускні труби блоків капсул пов'язані перепускними трубами з впускними трубами блоків з більш низьким діапазоном робочих температур і на кожній перепускний трубі встановлено запірний клапан.

Такий БТА дозволяє здійснювати відбір теплової енергії від відпрацьованих газів ДВЗ дорожніх машин в більш широкому температурному діапазоні і тим самим накопичувати і утримувати більшу кількість теплової енергії, а також забезпечує вибірковість діапазону робочих температур.

При здійсненні пошуку ТАМ, з категорії низькотемпературних, для багатосекційних ТА варто враховувати, що при низьких температурах (менше 100°С) у випускному колекторі ДВЗ дорожньої машини починається процес конденсації вологи. При взаємодії вологи з компонентами газового потоку утворюються кислоти, в основному сірчиста і сірчана, які осаджуються на стінках випускного колектора й руйнують їх. Це явище в техніці називають «холодною корозією». Щоб уникнути «холодної корозії» колектора, необхідно тримати нижній інтервал температур працюючого ТАМ для БТА у межах 100–120°С. Для більшого акумулювання теплової енергії верхня межа температури ТАМ повинна бути 500–525°С, тобто відповідати найбільшій температурі відпрацьованих газів ДВЗ дорожньої машини в умовах експлуатації. Однак, як правило, необхідний температурний максимум при практичному використанні теплової енергії, що відводиться, становить близько 350°С, тому дана величина й прийнята за верхню межу температури в описаному ТАМ. Таким чином, посекційно працюючі значення температур для ТАМ БТА наступні: 1 секція 300–350°С; 2 секція 200–250°С; 3 секція 100–120°С. Умовно роботу в умовах експлуатації системи прогрівання на основі БТА можливо розділити на декілька режимів: режим 1 – подача гарячого повітря в об’єм порожнини картера двигуна дорожньої машини (прогрівання картера і деталей двигуна; працюють секції 1 і 2 ТА); режим 2 – прогрів системи охолодження і мащення двигуна дорожньої машини (секція 3 ТА); режим 3 – комбінований.

На рис. 1 наведено схему багатосекційного теплового акумулятора фазового переходу [12, 14, 15]. Тепловий акумулятор (БТА) фазового переходу складається з вакуумованого корпусу 1,

ISSN 2219-8180 (Print); ISSN 2518-7899 (Online)

знімної кришки 2, що має вхідні 3, 4, 5 і вихідні 6, 7, 8 отворів, в які запресовані впускні 9, 10, 11 і випускні 12, 13, 14 труби блоків. У середині корпусу знаходяться блоки 15, 16, 17, що складаються з коаксіально розташованих циліндричних капсул 18 із зазорами 19 для проходу рідини. Вся конструкція теплообмінника змонтована на знімній кришці 2, яка закріплена за допомогою болтового з'єднання 20 до кільця 21, привареного до корпусу. Регулювати кількість тепла, що подається, дозволяє наявність на перепускних трубах запірних клапанів 22, 23, 24, 25, 26.

БТА працює наступним чином (див. рис. 1). При роботі ДВЗ дорожньої машини потік ВГ поступає через вхідний трубопровід у впускну трубу 9, потім проходить через кільцеві канали 19, виходить з блоку 15 з середнєтемпературним ТАМ (350°С) у випускну трубу 12 і далі, проходячи послідовно через впускні 10, 11 і випускну 13 трубу до блоку з низькотемпературним ТАМ (120°С), виходить через вихідний трубопровід 14. При цьому ТАМ, що знаходиться в циліндрових капсулах 18, нагрівається в твердій фазі до температури плавлення, плавиться, а потім нагрівається в рідкій фазі до відповідної температури, при якій настає теплова рівновага між ним і відпрацьованими газами. Збереження теплоти здійснюється за рахунок наявності вакуумованого корпусу 1. Кришка 2 з вхідними 3, 4, 5 і вихідними 6, 7, 8 отворами знімається і кріпиться за допомогою болтового з'єднання 20 до привареного до корпусу кільця 21. Процес віддачі БТА теплової енергії в загальному випадку здійснюється шляхом прокачування теплоносія через трубопровід 14, впускні і випускні труби блоків 17, 16, 15, кільцеві зазори 19 і трубопровід 9. При цьому відбувається обернений фазовий перехід, в результаті якого ТАМ кристалізується і віддає раніше накопичену енергію теплоносію. У якості теплоносія в режимі прогрівання ДВЗ дорожньої машини використовується повітря, робоча рідина системи охолодження і (або) мащення або вода (в залежності від робочого блоку БТА), що нагріваються робочими блоками 15, 16 і 17. Регулювання кількості теплового потоку, що подається, здійснюється перепускними запірними клапанами 22, 23, 24, 25, 26 (технологічні комунікації теплоакумулюючих блоків і систем ДВЗ дорожньої машини умовно не показано). Пристрій розрахований на роботу при температурі довкілля до мінус 45°С. Теплоносій нагрівається і передає теплову енергію деталям двигуна. Варто відзначити, що бортовий БТА може працювати як на нагрів, так і на охолодження і забезпечує температурну стабілізацію теплових процесів шляхом «запозичення» невистачаючої або «скидання» зайвої теплоти.

Крім цього, для покращення параметрів робочих процесів прогрівання двигуна дорожньої машини використовуються й інші технологічні рішення. Основні можливі рішення, у порівнянні з уже відомими, що вбачаються доцільними в порядку перспектив розвитку систем прогріву ДВЗ дорожньої машини, полягають у наступному:

– керування температурним впливом у фіксованих межах при здійсненні процесу передпускового і післяпускового прогріву ДВЗ дорожньої машини в багатосекційному ТА;

– використання зовнішніх джерел енергії для підігріву двигуна дорожньої машини й підтримання характерних властивостей БТА;

– використання зовнішніх джерел енергії або рекуперації енергії для підігріву двигуна дорожньої машини й підтримання характерних властивостей БТА.

В означеному напрямку створення і реалізації можливих технологічних рішень існують наступні розробки.

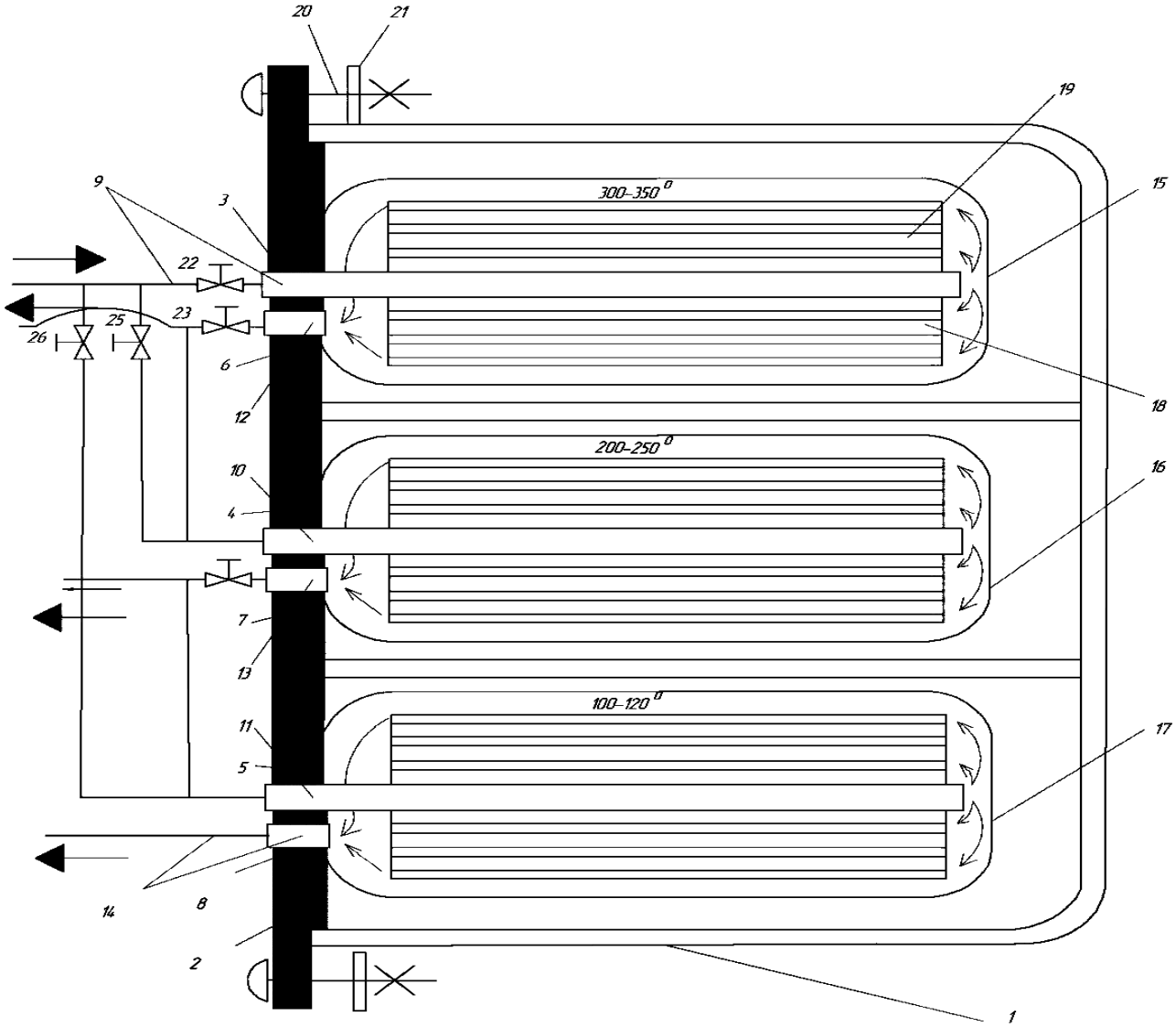



**Рис. 1. Схема багатосекційного теплового акумулятора фазового переходу [12, 14, 15]**

Багатосекційний тепловий акумулятор фазового переходу [11] складається з вакуумованого корпусу 1 (рис. 2), знімної кришки 2, що має вхідні 3, 4, 5, 6 і вихідні 7, 8, 9, 10 отвори, в які встановлені впускний трубопровід газоподібного теплоносія 11, впускні 12, 13 і випускні 15, 16, 17 трубопроводи блоків, впускний 14 і випускний 18 трубопроводи рідинного теплоносія. До впускного трубопроводу газоподібного теплоносія 11 примикає повітряний трубопровід 51, який забезпечений нагнітаючим насосом 47 і запірним клапаном 41. Усередині корпусу знаходяться блоки секцій 19, 20, 21, що складаються з циліндричних коаксіально розташованих капсул, заповнених фазоперехідним теплоакумулюючим матеріалом 22 з кільцевими зазорами 23 для проходу газоподібного теплоносія (відпрацьовані гази ДВЗ). Крім цього, в блоці секції 21 встановлені нагрівальні елементи 24 рідинного теплоносія блоку секції з більш низьким діапазоном робочих температур. Вся конструкція теплообмінника змонтована на знімній кришці 2, яка закріплена за допомогою болтових з'єднань 25 до елементів кріплення корпусу 26, встановлених на самому корпусі.

ISSN 2219-8180 (Print); ISSN 2518-7899 (Online)

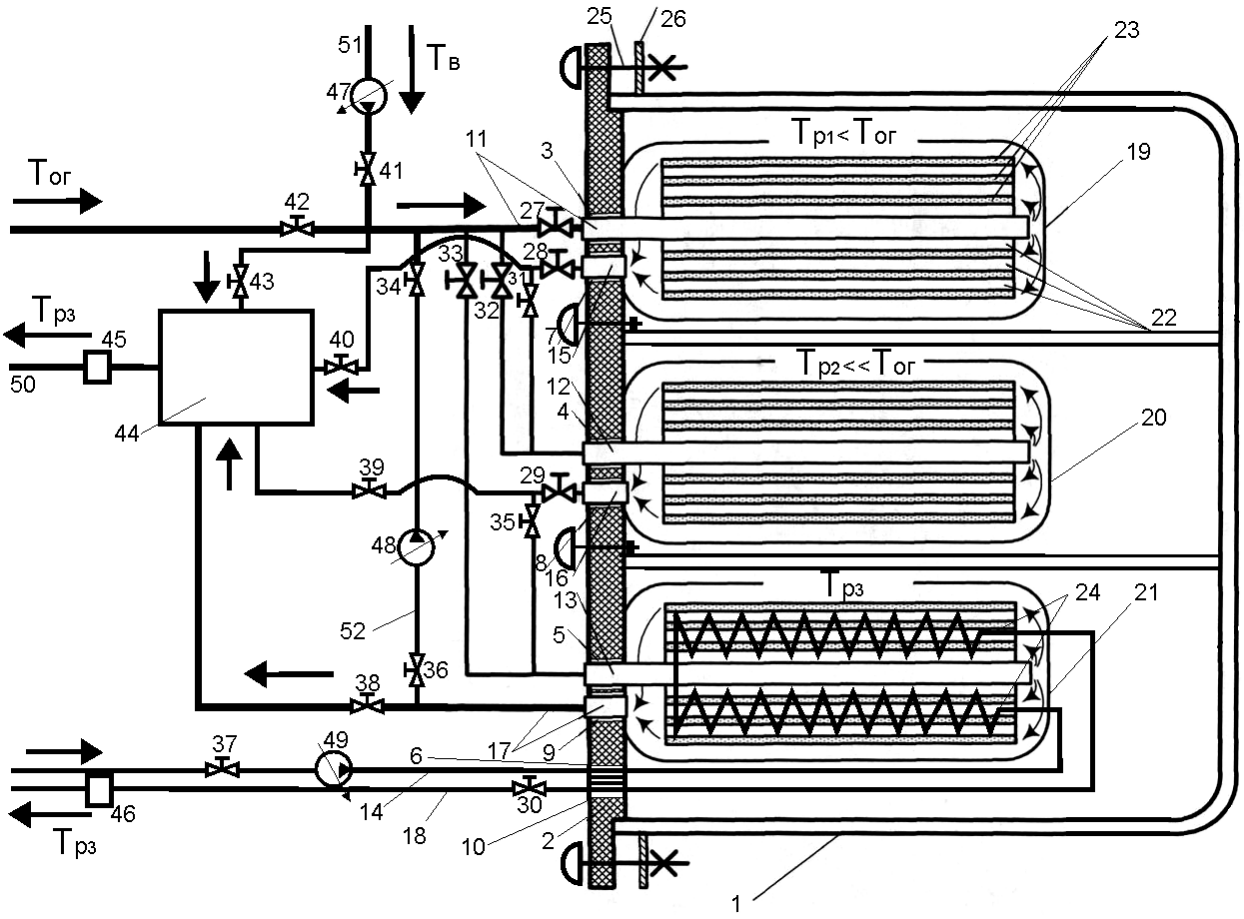



**Рис. 2. Тепловий акумулятор фазового переходу (патент № 70814 UA) [11]**

Випускний трубопровід газоподібного теплоносія 50 з датчиком 45 робочої температури приєднаний до змішувальної камери 44, до якої підходять випускні трубопроводи блоків 15, 16, 17 і повітряний трубопровід 51. Випускний трубопровід 18 рідинного теплоносія з датчиком робочої температури 46 приєднаний до нагрівальних елементів 24 рідинного теплоносія блоку секції з більш низьким діапазоном робочих температур, встановленим у блоці секції 21, які приєднані до впускного трубопроводу рідинного теплоносія 14 із нагнітаючим насосом 49 і запірним клапаном 37 (встановлення нагрівальних елементів всередині циліндричних капсул умовно не показано). Регулювати кількість теплової енергії, що подається в змішувальну камеру 44 і, відповідно, до випускного трубопроводу газоподібного теплоносія 50, дозволяє наявність на перепускних трубопроводах запірних клапанів 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 35, 38, 39, 40, 41, 42 , 43, а автономно здійснювати перезарядку (власний підігрів) блоку секції 21 з більш низьким діапазоном робочих температур від блоків секцій 19, 20 з більш високим діапазоном робочих температур дозволяє наявність перепускного 52 трубопроводу з нагнітаючим насосом 48 і запірних клапанів 34 і 36.

Реалізована мета запропонованої моделі БТА – підвищити ефективність використання палива та утилізації відпрацьованих газів у більш широкому температурному діапазоні; забезпечити підтримання температури охолоджуючої рідини в системі охолодження при непрацюючому ДВЗ в межах температур «гарячого прогріву» (50–70°С, в залежності від експлуатаційних вимог і заводської інструкції) при низьких температурах навколишнього повітря або якщо температура охолоджуючої рідини (оливи і палива) двигуна не відповідає встановленим вище вимогам, а також забезпечити одночасне підтримання температури теплоносія, що надходить в ДВЗ паралельно двома потоками, як за газоповітряним, так і за рідким, причому з фіксованою

однаковою температурою потоків з більш вузьким діапазоном робочих температур, наближених до робочої температури ДВЗ.

Застосування описаного БТА дозволить:

а) зменшити витрати палива на прогрів ДВЗ в холодну пору року, тим самим підвищуючи ефективність його використання;

б) досягти більшої зручності в утилізації відпрацьованих газів у більш широкому температурному діапазоні;

в) підтримувати температуру охолоджуючої рідини в системі охолодження при заглушеному ДВЗ в межах температур «гарячого прогріву» (50 – 70 °С, в залежності від експлуатаційних вимог й заводської інструкції) при низьких температурах навколишнього повітря або якщо температура охолоджуючої рідини (оливи і палива) двигуна не відповідає встановленим вище вимогам;

г) одночасно підтримувати температуру теплоносія, що надходить в ДВЗ паралельно по двох потоках, як газоповітряному, так і рідинному, причому з фіксованою однаковою температурою потоків з більш низьким діапазоном робочих температур, наближених до робочої температури ДВЗ;

д) автономно здійснювати перезарядку (власний підігрів) секції блоку з більш низьким діапазоном робочих температур від секцій блоку з більш високим діапазоном робочих температур.

Багатосекційний тепловий акумулятор фазового переходу [17] складається з вакуумованого корпусу 1 (рис. 3), знімної кришки 2, що має вхідні 3, 4, 5, 6 і вихідні 7, 8, 9, 10 отвори, в які встановлені впускний трубопровід газоподібного теплоносія 11, впускні 12, 13 і випускні 15, 16, 17 трубопроводи блоків, впускний 14 і випускний 18 трубопроводи рідинного теплоносія. До впускного трубопроводу газоподібного теплоносія 11 примикає повітряний трубопровід 51, який забезпечений нагнітаючим насосом 47 і запірним клапаном 41. Усередині корпусу знаходяться блоки секцій 19, 20, 21, що складаються з циліндричних коаксіально розташованих капсул, заповнених фазоперехідним теплоакумулюючим матеріалом 22 з кільцевими зазорами 23 для проходу газоподібного теплоносія (відпрацьовані гази ДВЗ), з встановленими в блоках секцій відповідно електронагрівальними елементами секцій теплового акумулятора 53, 54, 55, що з'єднаній з джерелом електроенергії 58 за допомогою блоку керування і розподілу напруг електронагрівачів 56 і силового електрокабеля 57. Крім цього, в блоці секції 21 встановлені нагрівальні елементи 24 рідинного теплоносія блоку секції з більш низьким діапазоном робочих температур. Вся конструкція теплообмінника змонтована на знімній кришці 2, яка закріплена за допомогою болтових з'єднань 25 до елементів кріплення корпусу 26, встановлених на самому корпусі. Випускний трубопровід газоподібного теплоносія 50 з датчиком 45 робочої температури приєднаний до змішувальної камери 44, до якої підходять випускні трубопроводи блоків 15, 16, 17 і повітряний трубопровід 51. Випускний трубопровід 18 рідинного теплоносія з датчиком робочої температури 46 приєднаний до нагрівальних елементів 24 рідинного теплоносія блоку секції з більш низьким діапазоном робочих температур, встановленим у блоці секції 21, які приєднані до впускного трубопроводу рідинного теплоносія 14 із нагнітаючим насосом 49 і запірним клапаном 37 (встановлення нагрівальних елементів всередині циліндричних капсул умовно не показано).

ISSN 2219-8180 (Print); ISSN 2518-7899 (Online)

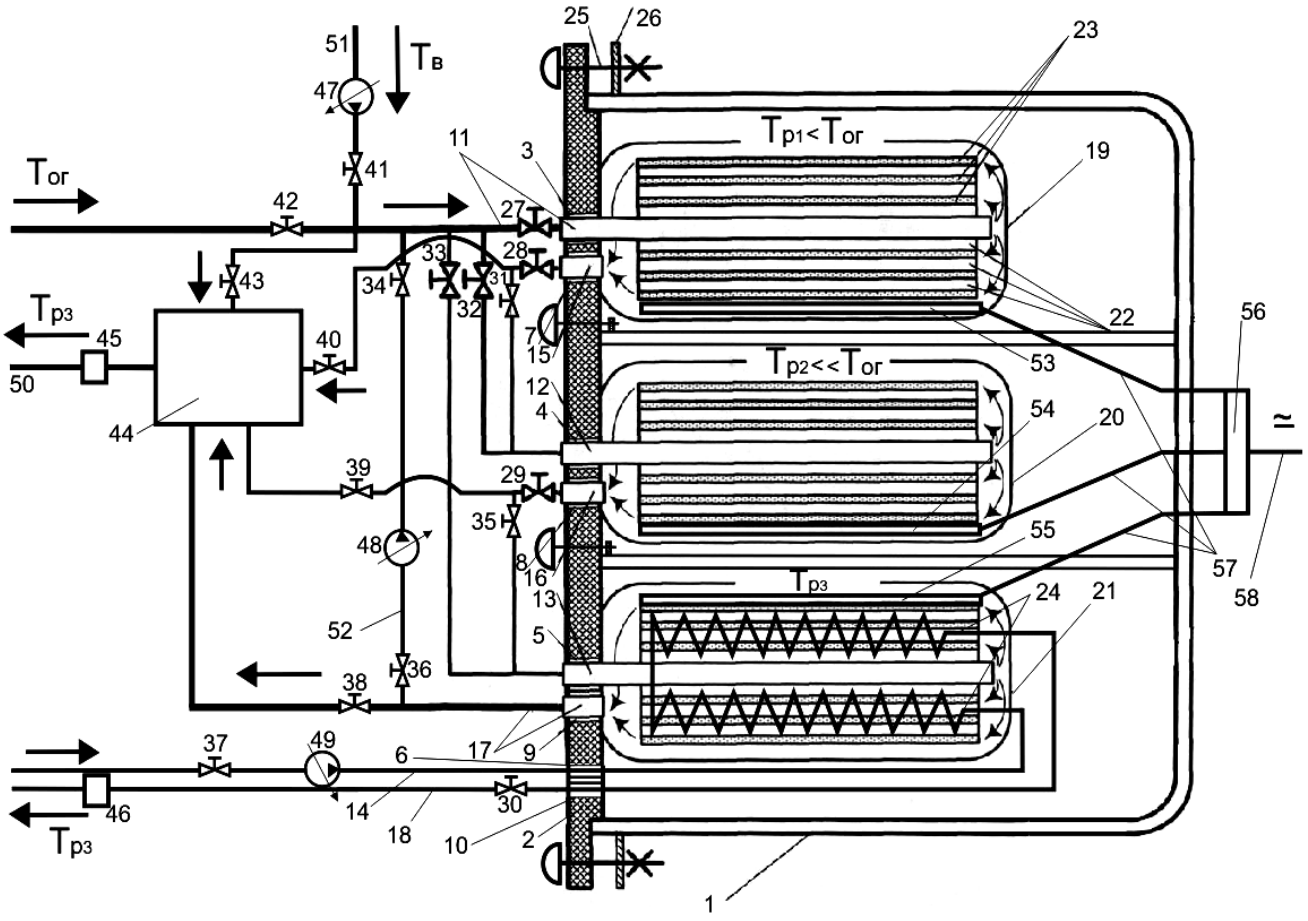



**Рис. 3. Тепловий акумулятор фазового переходу (патент № 75299 UA) [17]**

Регулювати кількість теплоти, що подається в змішувальну камеру 44 і, відповідно, до випускного трубопроводу газоподібного теплоносія 50, дозволяє наявність на перепускних трубопроводах запірних клапанів 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 35, 38, 39, 40, 41, 42 , 43, а автономно здійснювати перезарядку (власний підігрів) блоку секції 21 з більш низьким діапазоном робочих температур від блоків секцій 19, 20 з більш високим діапазоном робочих температур дозволяє наявність перепускного 52 трубопроводу з нагнітаючим насосом 48 і запірних клапанів 34 і 36.

Реалізована мета запропонованої моделі БТА – підвищити ефективність використання палива та утилізації відпрацьованих газів у більш широкому температурному діапазоні; забезпечити підтримання температури охолоджуючої рідини в системі охолодження при заглушеному ДВЗ в межах температур «гарячого прогріву» (50 – 70°С, в залежності від експлуатаційних вимог і заводської інструкції) при низьких температурах навколишнього повітря або якщо температура охолоджуючої рідини (оливи і палива) двигуна не відповідає встановленим вище вимогам; забезпечити одночасне підтримання температури теплоносіїв, що надходять в ДВЗ паралельно двома потоками, як газоповітряним, так і рідинним, причому з фіксованою однаковою температурою потоків з більш вузьким діапазоном робочих температур, наближених до робочої температури ДВЗ; забезпечити додаткове заряджання теплового акумулятора електронагрівальними елементами секцій теплового акумулятора, які дають змогу заряджати його від електричної мережі або стаціонарного джерела електроенергії, електрогенератора або рекуперативної системи транспортного засобу через блок керування і розподілу напруг електронагрівачів за допомогою силового електрокабелю від вказаного джерела електроенергії.

Для додаткового заряджання теплового акумулятора його оснащено електронагрівальними елементами секцій теплового акумулятора 53, 54, 55, які дають змогу заряджати його від джерела електроенергії 58 за допомогою блоку керування і розподілу напруг електронагрівачів 56 і

силового електрокабелю 57. В якості джерела електроенергії 58 може бути використана електрична мережа або стаціонарне джерело електроенергії, електрогенератор або рекуперативна система транспортного засобу.

Застосування описаного БТА дозволить:

а) зменшити витрати палива на прогрів ДВЗ в холодну пору року, тим самим підвищуючи ефективність його використання;

б) досягти більшої зручності в утилізації відпрацьованих газів у більш широкому температурному діапазоні;

в) підтримувати температуру охолоджуючої рідини в системі охолодження при заглушеному ДВЗ в межах температур «гарячого прогріву» (50 – 70 °С, в залежності від експлуатаційних вимог й заводської інструкції) при низьких температурах навколишнього повітря або якщо температура охолоджуючої рідини (оливи і пального) двигуна не відповідає встановленим вище вимогам;

г) одночасно підтримувати температури теплоносіїв, що надходять в ДВЗ паралельно двома потоками, як газоповітряним, так і рідинним, причому з фіксованою однаковою температурою потоків з більш низьким діапазоном робочих температур, наближених до робочої температури ДВЗ;

д) автономно здійснювати перезарядку (власний підігрів) секції блоку з більш низьким діапазоном робочих температур від секцій блоку з більш високим діапазоном робочих температур;

є) додатково заряджати тепловий акумулятор при його оснащенні електронагрівальними елементами секцій теплового акумулятора, які дають змогу заряджати його від електричної мережі, стаціонарного джерела електроенергії, електрогенератора або рекуперативної системи транспортного засобу.

Багатосекційний тепловий акумулятор фазового переходу [18] складається з вакуумованого корпусу 1 (рис. 4), знімної кришки 2, що має вхідні 3, 4, 5, 6 і вихідні 7, 8, 9, 10 отвори, в які встановлені впускний трубопровід газоподібного теплоносія 11, впускні 12, 13 і випускні 15 , 16, 17 трубопроводи блоків, впускний 14 і випускний 18 трубопроводи рідинного теплоносія. До впускного трубопроводу газоподібного теплоносія 11 примикає повітряний трубопровід 51, який забезпечений нагнітаючим насосом 47 і запірним клапаном 41. Усередині корпусу знаходяться блоки секцій 19, 20, 21, що складаються з циліндричних коаксіально розташованих капсул, заповнених фазоперехідним теплоакумулюючим матеріалом 22 з кільцевими зазорами 23 для проходу газоподібного теплоносія (відпрацьовані гази ДВЗ), з встановленими в блоках секцій відповідно електронагрівальними елементами секцій теплового акумулятора 53, 54, 55, що з’єднані з джерелом електроенергії 58 за допомогою блоку керування і розподілу напруг електронагрівачів 56, силових електрокабелів 57 і 59 з підсилювачем 60, перетворювачем електроенергії 62, блоком накопичувачів електроенергії конденсаторного типу 61, ШІМ контролером (контролером широтноімпульсної модуляції) 63 і блоком керування системою рекуперації 64. Крім цього, в блоці секції 21 встановлені нагрівальні елементи 24 рідинного теплоносія блоку секції з більш низьким діапазоном робочих температур. Вся конструкція теплообмінника змонтована на знімній кришці 2, яка закріплена за допомогою болтових з'єднань 25 до елементів кріплення корпусу 26, встановлених на самому корпусі. Випускний трубопровід газоподібного теплоносія 50 з датчиком 45 робочої температури приєднаний до змішувальної камери 44, в яку підходять випускні трубопроводи блоків 15, 16, 17 і повітряний трубопровід 51. Випускний трубопровід 18 рідинного теплоносія з датчиком робочої температури 46 приєднаний до нагрівальних елементів 24 рідинного теплоносія блоку секції з більш низьким діапазоном робочих температур, встановленим у блоці секції 21, які приєднані до впускного трубопроводу рідинного теплоносія 14 із нагнітаючим насосом 49 і запірним клапаном 37 (встановлення нагрівальних

ISSN 2219-8180 (Print); ISSN 2518-7899 (Online)

елементів всередині циліндричних капсул умовно не показано). Регулювати кількість теплоти, що подається в змішувальну камеру 44 і, відповідно, до випускного трубопроводу газоподібного теплоносія 50, дозволяє наявність на перепускних трубопроводах запірних клапанів 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 35, 38, 39, 40, 41, 42 , 43, а автономно здійснювати перезарядку (власний підігрів) блоку секції 21 з більш низьким діапазоном робочих температур від блоків секцій 19, 20 з більш високим діапазоном робочих температур дозволяє наявність перепускного 52 трубопроводу з нагнітаючим насосом 48 і запірних клапанів 34 і 36.

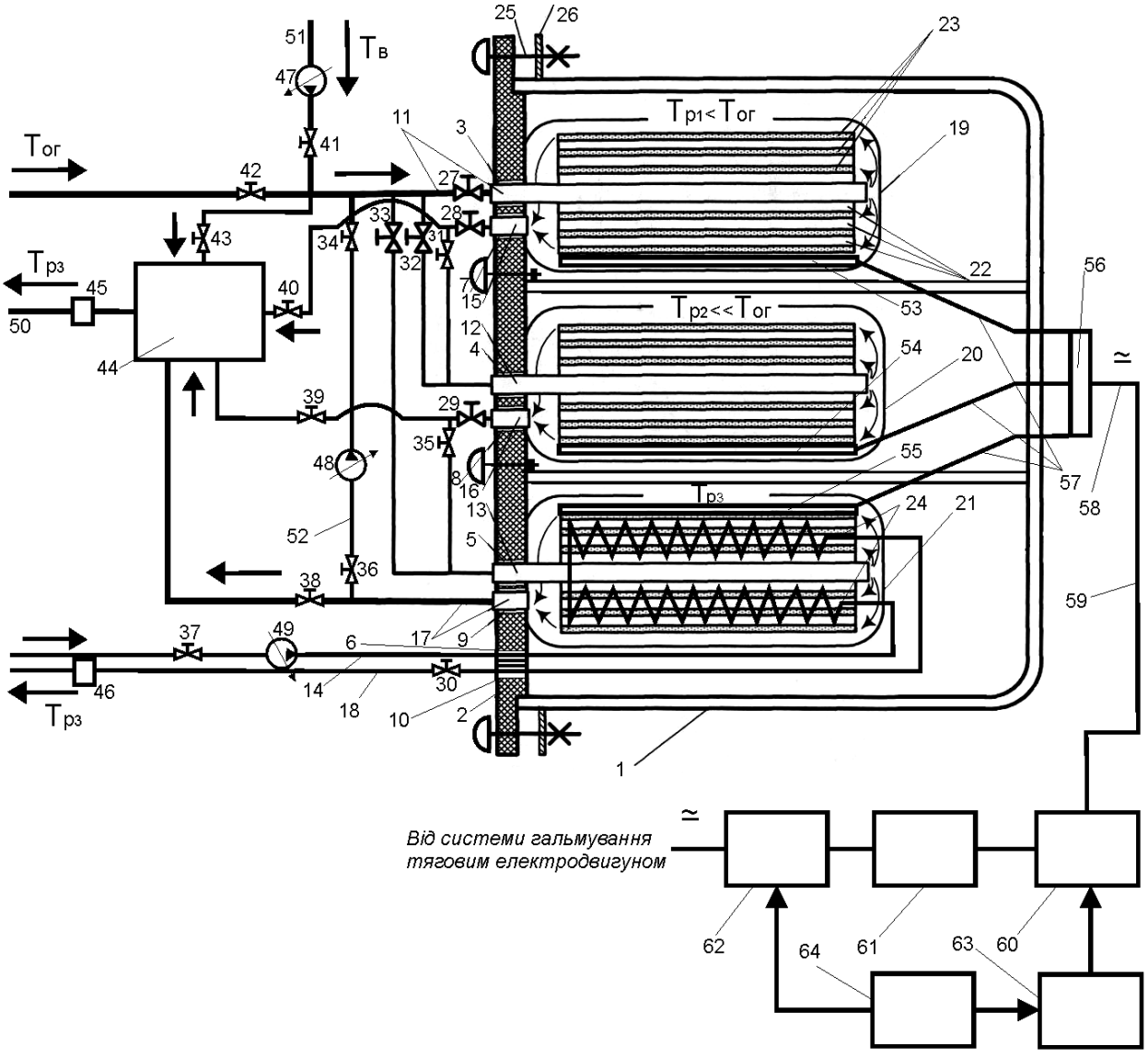



**Рис. 4. Тепловий акумулятор фазового переходу (патент № 78985 UA) [18]**

Реалізована мета запропонованої моделі БТА – підвищення ефективності використання палива та утилізації відпрацьованих газів у більш широкому температурному діапазоні; підтримання температури охолоджуючої рідини в системі охолодження при заглушеному ДВЗ в межах температур «гарячого прогріву» (50 – 70°С, в залежності від експлуатаційних вимог і заводської інструкції) при низьких температурах навколишнього повітря або якщо температура охолоджуючої рідини (оливи і палива) двигуна не відповідає встановленим вище вимогам; одночасне підтримання температури теплоносія, що надходить в ДВЗ паралельно по двох потоках, як газоповітряному, так і рідкому, причому з фіксованою однаковою температурою потоків

з більш вузьким діапазоном робочих температур, наближених до робочої температури ДВЗ; а також додаткове заряджання теплового акумулятора електронагрівальними елементами секцій теплового акумулятора, які дають змогу заряджати його від електричної мережі або стаціонарного джерела електроенергії, електрогенератора або рекуперативної системи транспортного засобу через блок керування і розподілу напруг електронагрівачів за допомогою силового електрокабелю від вказаного джерела електроенергії. В якості джерела електроенергії транспортного засобу, оснащеного системою рекуперації електричної енергії (на прикладі тепловозу або іншого транспортного засобу з електричною тягою), для додаткового заряджання теплового акумулятора за допомогою електронагрівача теплового акумулятора і силового електрокабелю використовується рекуперативна система транспортного засобу, яка складається з підсилювача, перетворювача електроенергії, блока накопичувачів електроенергії конденсаторного типу, ШІМ контролера (контролера широтноімпульсної модуляції) і блока керування системою рекуперації [19].

Для додаткового заряджання теплового акумулятора його оснащено електронагрівальними елементами секцій теплового акумулятора 53, 54, 55, які дають змогу заряджати його від джерела електроенергії 58 за допомогою блоку керування і розподілу напруг електронагрівачів 56 і силових електрокабелів 57 і 59. В якості джерела електроенергії 58 може бути використана електрична мережа або стаціонарне джерело електроенергії, електрогенератор або рекуперативна система транспортного засобу при його гальмуванні. В рекуперативну систему транспортного засобу (на прикладі тепловозу або іншого транспортного засобу з електричною тягою) входить підсилювач 60, перетворювач електроенергії 62, блок накопичувачів електроенергії конденсаторного типу 61, ШІМ контролер (контролер широтноімпульсної модуляції) 63 і блок керування системою рекуперації 64 [19]. Перетворювач електроенергії 62 при гальмуванні тягового електродвигуна узгоджує напруги тягового електродвигуна, працюючого в режимі гальмування, і напругу у блоці накопичувачів електроенергії конденсаторного типу 61. Блок накопичувачів електроенергії конденсаторного типу 61 здійснює накопичення електричної енергії і утворює гальмівний момент на тяговому електродвигуні за рахунок величини струму від перетворювача електричної енергії 62 до блоку накопичувачів електроенергії конденсаторного типу. ШІМ контролер (контролер широтноімпульсної модуляції) 63 здійснює формування імпульсів відповідної частоти і зміну їх шпаруватості для регулювання потужності, що подається на електронагрівальні елементи секцій теплового акумулятора 53, 54, 55. Підсилювач 60 підсилює за потужністю сигнали ШІМ контролера (контролера широтноімпульсної модуляції) 63. Блок керування системою рекуперації 64 керує роботою перетворювача електроенергії 62 і ШІМ контролера (контролера широтноімпульсної модуляції) 63. Елементи теплового акумулятору фазового переходу, які призначені для додаткового заряджання його від накопичувача рекуперативної системи електричної енергії, вводяться в дію у випадку, коли накопиченої теплової енергії теплового акумулятора фазового переходу недостатньо для прогріву ДВЗ до відповідної температури (якщо дуже низька температура оточуючого середовища або якщо може мати місце вимушене довготривале простоювання без реалізації повторно-короткочасного прогрівального режиму роботи ДВЗ).

Застосування даного ТА фазового переходу дозволить:

а) зменшити витрати палива на прогрів ДВЗ в холодну пору року, тим самим підвищуючи ефективність його використання;

б) досягти більшої зручності в утилізації відпрацьованих газів у більш широкому температурному діапазоні;

в) підтримувати температуру охолоджуючої рідини в системі охолодження при заглушеному ДВЗ в межах температур «гарячого прогріву» (50 – 70 °С, в залежності від експлуатаційних

ISSN 2219-8180 (Print); ISSN 2518-7899 (Online)

вимог й заводської інструкції) при низьких температурах навколишнього повітря або якщо температура охолоджуючої рідини (оливи і пального) двигуна не відповідає встановленим вище вимогам;

г) одночасно підтримувати температуру теплоносія, що надходить в ДВЗ паралельно по двох потоках, як газоповітряному, так і рідинному, причому з фіксованою однаковою температурою потоків з більш низьким діапазоном робочих температур, наближених до робочої температури ДВЗ;

д) автономно здійснювати перезарядку (власний підігрів) секції блоку з більш низьким діапазоном робочих температур від секцій блоку з більш високим діапазоном робочих температур;

є) додатково заряджати тепловий акумулятор фазового переходу при його оснащенні електронагрівальними елементами секцій теплового акумулятора, які дають змогу заряджати його від електричної мережі, стаціонарного джерела електроенергії, електрогенератора або, при гальмуванні, від рекуперативної системи транспортного засобу, в яку входить підсилювач, перетворювач електроенергії, блок накопичувачів електроенергії конденсаторного типу, ШІМ контролер (контролер широтноімпульсної модуляції) і блок керування системою рекуперації.

**Висновок**

Проведено аналіз існуючих технічних рішень на основі багатосекційних теплових акумуляторів для максимально повної утилізації теплової енергії відпрацьованих газів енергетичних установок машин з двигунами внутрішнього згорання, що використовуються в дорожньому будівництві. Особливість роботи проаналізованих теплових акумуляторів полягає в їх адаптованості до відповідного температурного забезпечення, що визначається температурою фазового переходу теплоакумулюючих матеріалів, але при цьому в повному обсязі забезпечується: керування температурним впливом у фіксованих межах при здійсненні процесу передпускового і післяпускового прогріву двигуна дорожньої машини в багатосекційному тепловому акумуляторі; використання зовнішніх джерел енергії для підігріву двигуна дорожньої машини й підтримання характерних властивостей багатосекційного теплового акумулятора; використання зовнішніх джерел енергії або рекуперації енергії для підігріву двигуна дорожньої машини й підтримання характерних властивостей багатосекційного теплового акумулятора.

**Список літератури**

**1. Левенберг В.Д. Аккумулирование тепла / В.Д. Левенберг, М.Р. Ткач, В.А. Гольстрем // Киев: Техника. 1991. – 112 с.**

**2. Александров В.Д. Теплоаккумулирующие материалы на основе кристаллогидратов / В.Д. Александров, О.В. Соболь, С.А. Фролова, И.В. Сельская, А.Ю. Соболев, С.Г. Бугасова, Н.В. Щебетовская, Д.П Лойко, В.Н. Ардатьев, О.Е. Сильченко, М.В. Стасевич // Вісник ДонНАБА. – 2009. – 1 (75). – С. 100-103.**

**3. Александров В.Д. Теплові акумулятори фазового переходу для транспортних засобів: параметри робочих процесів: монографія / В.Д. Александров, Ю.Ф. Гутаревич, І.В. Грицук, Ю.В. Прилепський, В.А. Постніков, А.М. Гущин, Д.С. Адров, В.С. Вербовський, З.І. Краснокутська – Донецьк: Вид-во «Ноулідж» (Донецьке відділення), 2014. – 230 с.**

**4. Бекман Г., Гилли П. Тепловое аккумулирование энергии. М.:. Мир. – 1987. – 256 с.**

**5. Александров В.Д. Кинетика зародышеобразования и массовой кристаллизации переохлажденных жидкостей и аморфных сред. – Донецк: Донбасс, 2011. – 580 с.**

**6. Левенберг В.Д. Энергетические установки без топлива. – Ленинград: Судостроение, 1987. – 104 с.**

**7. Данилин В.Н., Долесов А.Г. Тепло- и холодоаккумулирующие материалы на основе ацетата натрия// Краснодар: Кубанский гос. техн. ун-т. Интернет – сайт: kubstu.ru/fams/dopoln8.htm. – 2007 г.**

**8. Коринчевская Т.В. Теплоаккумулирующие материалы с фазовым переходом // Киев: Ин-т техн. теплофизики НАН Украины. Материалы Конференции молодых ученых СММТ. – 2008г.**

**9. Александров В.Д. Разработка теплоаккумулирующих материалов на основе диаграмм состояния кристаллогидратов солей натрия / Александров В.Д., Постников В.А., Соболь О.В., Соболев А.Ю., Остапенко В.В., Снежкин Ю.Ф., Михайлик В.А., Уланов Н.М., Грицук И.В. // Международная научно-практическая конференция «Актуальные проблемы физико-химического материаловедения» 30.09.2013 – 4.10.2013г.: Тезисы докладов. – Макеевка: ДонНАСА, 2013. – с. 35.**

**10. Александров В.Д. Этапы развития кластерно-коагуляционной теории кристаллизации переохлажденных жидкостей / Александров В.Д., Александрова О.В., Грицук И.В., Костанда Ю.В., Нагорная Н.П., Постников В.А., Соболь О.В., Фролова С.А., Щебетовская Н.В., Покинтелица Е.А., Мозгунова Т.В. // Вісник Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Збірник наукових праць. – Макіївка: ДонНАБА, 2013. – Випуск 2013. – 1 (99). – с. 21-28.**

**11. Патент № 70814 Україна, МПК F24H 7/00 Тепловий акумулятор фазового переходу / Грицук І.В., Прилепський Ю.В., Гутаревич Ю.Ф., Краснокутська З.І., Александров В.Д., Постніков В.А., Сергієнко М.І., Поддубняк В.Й., Дорошко В.І., Вербовський В.С., Адров Д.С. / (Україна); Заявник і патентовласник Національний транспортний ун-т. ДНВЗ «Донецький інститут залізничного транспорту УкрДАЗТ», Державний № u 2012 14659; заяв. 09.12.2011; опубл. 25.06.2012, Бюл. №12.-6с.:іл.**

**12. Патент на полезную модель RU № 65191 Ul МКП F24H 7/02 (2006.01). Тепловой аккумулятор фазового перехода / Д.Я. Носырев, Н.В. Чертыковцева (РФ). – №2007100281/22; Заявлено 09.01.2007; Опубл. 27.07.2007, Бюл. № 21.**

**13. Четвергов В.А. Пути снижения расхода топлива тепловозами в северном регионе эксплуатации / В.А. Четвергов, А.И. Володин, В.Т. Данковцев [и др.]. – М.: Транспорт, 1991. – 57с.**

**14. Чертыковцева Н.В. Повышение эффективности прогрева маневрового тепловоза в зимнее время за счет использования вторичных энергоносителей: дис. … канд. техн. наук: 05.22.07 / Чертыковцева Наталья Валерьевна. – Самара, 2009. – 162 с.**

**15. Чертыковцева Н.В. Разработка системы прогрева тепловозного дизеля на основе вторичных энергоносителей [Текст] / Н.В. Чертыковцева, Д.Я. Носырев // Вестник РГУПС. – 2008. – №2. – С.35-42.**

**16. Носырев Д.Я. Повышение ресурса тепловозных дизелей за счет применения нетрадиционных технических средств [Текст] / Д.Я. Носырев, Н.В. Чертыковцева // Известия Самарского научного центра РАН. Специальный выпуск «Проблемы железнодорожного транспорта на современном этапе развития». – Самара: Издательство СНЦРАН, 2007. – С. 145-149.**

**17. Патент № 75299 Україна, (2012.01). F24H 7/00. Тепловий акумулятор фазового переходу / Грицук І.В., Краснокутська З.І. / (Україна); Заявник і патентовласник Національний транспортний ун-т. № u2012 06150; заяв. 21.05.2012; опубл. 26.11.2012, Бюл. №22. – 5 с.: іл.**

**18. Патент № 78985 Україна, МПК (2013.01) F24H 7/00, Тепловий акумулятор фазового переходу / Грицук І.В., Гутаревич Ю.Ф., Прилепський Ю.В., Поддубняк В.Й., Сергієнко М.В., Краснокутська З.І. / (Україна); Заявник і патентовласник Національний транспортний ун-т. ДНВЗ «Донецький інститут залізничного транспорту УкрДАЗТ», Державний № u2012 10520; заяв.06.09.2012; опубл.10.04.2013, Бюл. №7. – 6 с.: іл.**

**19. Черняк Ю.В., Прилепський Ю.В., Грицук І.В. Фізична модель рекуперативної системи маневрового тепловозу: Монографія. – Донецьк, 2010. – 196 с.**

## Грицук А.И. Улучшение процессов утилизации и использования тепловой энергии тепловыми аккумуляторами фазового перехода в процессе их использования

***Анотация.*** *В статье описаны особенности обеспечения тепловых процессов для максимально полной утилизации и использования тепловой энергии тепловыми аккумуляторами фазового перехода в процессах их использования. Рассмотрены основные схемные и конструктивные решения для возможного их использования в конструкции машин при строительстве и реконструкции автомобильных дорог.*

***Ключевые слова:*** *многосекционный тепловой аккумулятор, фазовый переход, теплоаккумулирующий материал, схема, энергетическая установка, машина*

ISSN 2219-8180 (Print); ISSN 2518-7899 (Online)

**Gritsuk A.I. Improvements of processes of utilization and use of thermal energy by thermal accumulators of phase transition in the course of their use**

***Abstract.*** *In article features of ensuring processes for maximum and full utilization and use of thermal energy by thermal accumulators of phase transition in processes of their use are described. The main circuit and constructive decisions for their possible use in a design of cars at construction and reconstruction of highways are considered.*

***Keywords:*** *multisection thermal accumulator, phase transition, heat-retaining material, scheme, power station, car*

*Стаття надійшла до редакції 21.09.2016 р.*

# ПРАВИЛА ПОДАННЯ ТА ОФОРМЛЕННЯ СТАТЕЙ

Для публікування в журналі «Вісник Донецької академії автомобільного транспорту» приймаються неопубліковані раніше наукові статті в галузях: транспорту і двигунів внутрішнього згоряння; проектування, будівництва та експлуатації автомобільних доріг; надійності й довговічності механізмів і машин; транспортних технологій.

У журналі друкуються статті українською, російською (змішаними) мовами.

Для публікації наукової статті в редакцію необхідно представити наступні документи:

– текст статті у 2-х форматах;

– назву статті, анотацію та ключові слова українською, російською та англійською мовами;

– експертний висновок про можливість відкритого публікування;

– завірену рецензію доктора наук або члена редакційної колегії;

– відомості про автора (-ів) (прізвище, ім'я та по батькові повністю, науковий ступінь, вчене звання, посада, місце та адреса роботи для кожного автора)

– інформація для зв'язку: e-mail, службовий або домашній телефони, поштова адреса (для відправлення авторського екземпляру журналу) одного з авторів.

**Вимоги до рукописів**

Стаття подається у 2-х варіантах: у форматі WordforWindows – **.doc** (або **.docx**); та у форматі **.pdf** (сканований документ з нумерацією сторінок та підписом автора).

Обсяг наукової статті 5–10 сторінок тексту, які включають таблиці, ілюстрації (4 рисунки дорівнюються 1 сторінці), перелік літератури. Обзорні статті – до 12 сторінок.

Параметри сторінки: розмір – А4 (210 х 297мм); орієнтація – книжкова; поля: верхнє – 15мм, нижнє – 25мм, ліве – 25мм, праве –15мм.

Весь текст повинен бути набраний стилем «Звичайний» (Normal), тип шрифта – TimesNewRoman.

**Структура статті**

| | |
|---|---|
| ***Код УДК (універсальний десятинний класифікатор)*** | Шрифт: 12пт, напівжирний курсив<br>Абзац: вирівнювання – по лівому краю, міжрядковий інтервал – одинарний |
| Пустий рядок | Шрифт: 12пт,<br>Абзац: міжрядковий інтервал – одинарний |
| ***Прізвище (-ща) та ініціали автора (-ів), науковий ступінь, вчене звання***<br>***Повна назва організації*** | Шрифт: 11пт, напівжирний курсив<br>Абзац: вирівнювання – по центру сторінки, міжрядковий інтервал – одинарний |
| Пустий рядок | |
| **НАЗВА СТАТТІ** | Шрифт: 14пт, напівжирний,всі букви строчні<br>Абзац: вирівнювання – по центру сторінки, міжрядковий інтервал – одинарний |
| Пустий рядок | |
| *Анотація мовою оригіналу статті(не більш 80 слів, ширина рядка 130 мм)*<br>*Ключові слова:* | Шрифт: 11пт, курсив<br>Абзац: вирівнювання – по центру сторінки, міжрядковий інтервал – одинарний, відступ ліворуч – 20мм, та праворуч – 20мм. |
| Пустий рядок | |
| Основний текст статті<br>Текст рукопису повинен містити такі розділи, як: | Шрифт: 12пт, звичайний<br>Абзац: вирівнювання – по ширині сторінки, міжрядковий інтервал – множитель 1,1пт, відступ першого |

ISSN 2219-8180 (Print); ISSN 2518-7899 (Online)

| | |
|---|---|
| **Постановка проблеми**<br>де відображається історія предмету дослідження, актуальність та сучасний стан проблеми;<br>**Аналіз останніх досліджень**<br>на які спирається автор, виділення невирішених раніше аспектів загальної проблеми, яким присвячується означена стаття;<br>**Мета статті**<br>(постановка задачі);<br>**Основний розділ**<br>(можливі підрозділи);<br>**Висновки**<br>де стисло та чітко підсумовуються основні результати, що були одержані автором (-ами). | рядка – 7,5мм.<br>Назви розділів напівжирним шрифтом без крапки наприкінці.<br>Таблиці повинні мати тематичні назви та порядкові номера (без знаку №), на які даються посилання у тексті.<br>Рисунки та графіки повинні бути пронумеровані в порядку посилання у тексті. Кожний рисунок розміщується в окремому файлі (формати **.bmp, .jpg, .tiff**). Кольорові та фонові рисунки не приймаються. Перелік рисунків з номерами та підписами рисунків пишуться в окремому документі.<br>Усі формули повинні бути набрані у редакторі формул MicrosoftEquation 2.0, 3.0 (MathType). При виборі одиниць виміру слід дотримуватись системи СІ. Ціла частина числа від десятичної відділяється комою.<br>Нумерація формул дається арабськими цифрами в круглих дужках праворуч.<br>Посилання на джерела беруться у квадратні дужки. |
| Пустий рядок | |
| **Список літератури**<br>**1. який виконується згідно ДСТУ ГОСТ 7.1:2006 «Система стандартів з інформації, бібліотечної та видавничої справи. Бібліографічний запис. Бібліографічний опис. Загальні вимоги та правила складання» та в порядку посилання.** | Назва розділа – шрифт: 12пт, напівжирний. Текст списка:<br>Шрифт: 11пт, курсив;<br>Абзац: вирівнювання – по ширині сторінки, міжрядковий інтервал – одинарний, відступ першого рядка – 7,5мм. |
| Пустий рядок | |
| ***Ф.И.О. авторов. Название статьи на альтернативном языке (П.І.Б. авторів. Назва статті на альтернативній мові)***<br>***Анотация (Анотація).*** *Анотація на альтернативній мові (російська, якщо стаття на українській мові; або українська, якщо стаття на російській мові.*<br>***Ключевые слова (Ключові слова):*** *на альтернативній мові* | Шрифт: 12пт, курсив<br>Абзац: вирівнювання –по ширині сторінки, міжрядковий інтервал – одинарний, відступ першого рядка – 7,5мм |
| Пустий рядок | |
| ***П.І.Б. авторів. Назва статті на англійській мові***<br>***Abstract.*** *Переклад анотації на англійську мову.*<br>***Keywords:*** *Переклад ключових слів на англійську мову* | Шрифт: 12пт, курсив<br>Абзац: вирівнювання –по ширині сторінки, міжрядковий інтервал – одинарний, відступ першого рядка – 7,5мм |

Статті, що не відповідають вимогам, повертаються авторам для доопрацювання.

**Після прийняття редколегією рішення про допуск статті до публікації відповідальний секретар інформує про це автора й указує строки публікації, розмір плати за публікацію статті та банківські реквізити Академії.**

# ПОРЯДОК РЕЦЕНЗУВАННЯ СТАТЕЙ

1. Наукові статті, що надійшли до редакції, проходять через інститут рецензування.

2. Форми рецензування статей:

– зовнішня (рецензування рукописів статей доктором або кандидатом наук, який є провідним спеціалістом у відповідній галузі науки);

– внутрішня (рецензування рукописів статей членами редакційної колегії).

3. У зовнішній рецензії повинні бути висвітлені наступні питання:

– чи відповідає зміст статті заявленій в назві темі;

– наскільки стаття відповідає сучасним досягненням у зазначеній галузі;

– чи доступна стаття читачам, на яких вона розрахована, з погляду мови, стилю, розташування матеріалу, наочності таблиць, діаграм, малюнків та ін.;

– чи доцільна публікація статті з урахуванням раніше випущеної по даному питанню літератури;

– у чому конкретно полягають позитивні сторони, а також недоліки статті, які виправлення й доповнення повинні бути внесені автором;

– висновок про можливість опублікування даного рукопису в журналі: «рекомендується», «рекомендується з урахуванням виправлення відзначених рецензентом недоліків» або «не рекомендується».

4. Зовнішня рецензії засвідчуються в порядку, установленому в установі, де працює рецензент. Рецензія повинна бути підписана рецензентом з розшифровкою посади, наукового ступеня і вченого звання.

5. Відповідальний секретар протягом 7 днів повідомляє авторів про одержання статті.

6. Відповідальний секретар визначає відповідність статті профілю журналу, вимогам до оформлення й направляє її на внутрішнє рецензування члену редакційної колегії, що має найбільш близьку до теми статті наукову спеціалізацію.

7. Строки рецензування в кожному окремому випадку визначаються відповідальним секретарем з урахуванням створення умов для максимально оперативної публікації статті.

8. Внутрішня рецензія виконується членами редакційної колегії журналу у відповідності з наказом ректора Академії від 11.10.2010р. №153-01 «Про затвердження Положення про порядок випуску наукового фахового видання Вісник Донецької академії автомобільного транспорту».

Рецензент коментує якість рукопису за такими пунктами, як:

– наукова новизна,

– обґрунтованість результатів,

– значимість результатів,

– ясність викладання,

– якість оформлення;

виставляє по кожному пункту параметричну оцінку від 0 до 5. В залежності від суми балів приймається рішення про доцільність публікації, про необхідність доопрацювання рукопису, або про недоцільність публікації.

Рецензія повинна бути підписана рецензентом з розшифровкою посади, наукового ступеня і вченого звання.

9. У випадку відхилення статті від публікації редакція направляє авторові мотивовану відмову.

10. Наявність позитивної рецензії не є достатньою підставою для публікації статті. Остаточне рішення про доцільність публікації ухвалюється вченою радою Академії.

11. Оригінали рецензій зберігаються в редакції наукового журналу «Вісник Донецької академії автомобільного транспорту».

Наукове видання

**ВІСНИК ДОНЕЦЬКОЇ АКАДЕМІЇ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ**
№ 3, 2016
(українською, російською та англійською мовами)

Відповідальний за випуск – Ю.В. Бєлов
Комп'ютерне верстання – В.Л. Гончарук
Літературна обробка – Т.Е. Виставкіна

Формат 60х84⅛. Ум. друк. арк. 4,5. Тираж 100 пр.

**Донецька академія автомобільного транспорту**
*Адреса засновника та редакції*:
пр. Дзержинського, 7, м. Донецьк, 83086, Україна
*Тел.:* +38 (062) 345-21-90
*E-mail:* nauka@diat.edu.ua, rector@diat.edu.ua

*Адреса видавця:*
ПП «Рекламно-виробнича фірма «Молнія»
вул. Октября, 22а, м. Донецьк, 83030, Україна
*Тел.:* +38 (062) 388-21-67

♦ ♦ ♦ ♦ ♦

Научное издание

**ВЕСТНИК ДОНЕЦКОЙ АКАДЕМИИ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА**
№ 3, 2016
(на украинском, русском и английском языках)

Ответственный за выпуск – Ю.В. Белов
Компьютерная верстка – В.Л. Гончарук
Литературная обработка – Т.Э. Выставкина

Формат 60х84⅛. Усл. печ. л. 4,5. Тираж 100 экз.

**Донецкая академия автомобильного транспорта**
*Адрес учредителя и редакции*:
пр. Дзержинского, 7, г. Донецк, 83086, Украина
*Тел.:* +38 (062) 345-21-90
*E-mail:* nauka@diat.edu.ua, rector@diat.edu.ua

*Адрес издателя:*
ЧП «Рекламно-издательская фирма «Молния»
ул. Октября, 22а, г. Донецк, 83030, Украина
*Тел.:* +38 (062) 388-21-67

♦ ♦ ♦ ♦ ♦

Scientific Edition

**BULLETIN OF THE DONETSK ACADEMY OF AUTOMOBILE TRANSPORT**
№ 3, 2016
(in Ukrainian, Russian and English languages)

Responsible for issue – Y.V. Belov
Computer makeup – V.L. Goncharuk
Redaction – T.E. Vystavkina

Format 60x84⅛. Conventional printed sheet 4,5. Circulation 100

**Donetsk academy of automobile transport**
*Address of founder and editorial office*:
ave. Dzerzhinskoho, 7, Donetsk, 83086, Ukraine
*Tel.:* +38 (062) 345-21-90
*E-mail:* nauka@diat.edu.ua, rector@diat.edu.ua

*Address of publisher:*
PE "Advertising and Publishing Company" Molniya "
Str. Oktyabrya, 22 a, Donetsk, 83030, Ukraine
*Tel.*:+38 (062) 388-21-67