

**НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ СЕТЕВОЙ  
ЭЛЕКТРОННЫЙ ЖУРНАЛ**



**СИБАДИ®**



**№ 3 (15) 2018**

**ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ  
СТРОИТЕЛЬСТВА**

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет  
(СибАДИ)»

# **ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬСТВА**

Журнал учрежден ФГБОУ ВО «СибАДИ» в 2014 г.  
Зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи,  
информационных технологий и массовых коммуникаций  
(Роскомнадзор)

Эл. № ФС77- 70353 от 13 июля 2017 г.

Периодичность 4 номера в год.

Предназначен для информирования научной общественности  
о новых научных результатах, инновационных разработках  
профессорско-преподавательского состава, докторантов,  
аспирантов и студентов, а также ученых других вузов.

Выпуск 3 (15)

октябрь 2018 г.

Дата опубликования: 24.10.2018.

© ФГБОУ ВО «СибАДИ», 2018

## ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬСТВА

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет (СибАДИ)»  
Техника и технологии строительства

<http://ttc.sibadi.org/>

Научно-практический сетевой электронный журнал. Издается с 2015 г., Выходит 4 раз в год

№ 3 (15)  
дата выхода в свет 24.10.2018

*Главный редактор Жигадло А.П.*, д-р пед. наук, канд. техн. наук, доц., ректор ФГБОУ ВО «СибАДИ».

*Зам. главного редактора Корчагин П.А.*, д-р техн. наук, проф., проректор по научной работе ФГБОУ ВО «СибАДИ».

### **Редакционная коллегия:**

**Глотов Б.Н.**, д-р техн. наук, профессор Карагандинского государственного технического университета, Республика Казахстан, г. Караганда.

**Ефименко В.Н.**, доктор технических наук, декан факультета «Дорожное строительство», зав. кафедрой «Автомобильные дороги» ФГБОУ ВО «Томский государственный архитектурно-строительный университет», г. Томск.

**Жусупбеков А.Ж.**, Вице – Президент ISSMGE по Азии, Президент Казахской геотехнической ассоциации, почетный строитель Республики Казахстан, директор геотехнического института, заведующий кафедрой «Строительства» ЕНУ им Л.Н. Гумилева, член-корреспондент Национальной Инженерной Академии Республики Казахстан, д-р техн. наук, профессор, г. Астана, Казахстан.

**Исаков А.Л.**, доктор технических наук, профессор ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет путей сообщения (СГУПС)», г. Новосибирск.

**Карпов В.В.**, д-р экон. наук, проф., Председатель ОНЦ СО РАН, г. Омск.

**Лис Виктор**, канд. техн. наук, инженер - конструктор специальных кранов фирмы Либхерр - верк Биберах ГмбХ (Viktor Lis Dr-Ing. (WAK), Libherr-Werk Biberach GmbH), Mittelbiberach, Германия.

**Матвеев С.А.**, д-р техн. наук, профессор, ФГБОУ ВО «СибАДИ», г. Омск.

**Миллер А.Е.** д-р экон. наук, профессор ОмГУ им. Ф.М. Достоевского, г. Омск.

**Мочалин С.М.**, д-р техн. наук, профессор, ФГБОУ ВО «СибАДИ», г. Омск.

**Насковец М.Т.**, канд., техн., наук, УО «Белорусский государственный технологический университет», Республика Беларусь, г. Минск.

**Псаризнос Базил**, доктора инженерных наук, профессор Национального технического университета, г. Афины, Греция.

**Щербаков В.С.**, д-р техн. наук, профессор, ФГБОУ ВО «СибАДИ».

*Editor-in-Chief – Zhigadlo A.P.*, doctor of pedagogical sciences, candidate of technical sciences, associate professor, rector, FSBEI HE «SibADI».

*Deputy editor-in-chief – Korchagin P.A.*, doctor of technical sciences, professor, pro-rector for scientific research FSBEI HE «SibADI»

### **Members of the editorial board:**

**Glotov B.N.**, doctor of technical sciences, professor, Karaganda State Technical University, Karaganda, Kazakhstan.

**Efimenko V. N.**, doctor of technical sciences, dean of faculty «Road construction», department chair «Highways», Tomsk State University of Architecture and Building, Tomsk.

**Zhusupbekov A.Z.**, Vice - President of ISSMGE in Asia, President of Kazakhstan Geotechnical Association, honorary builder of the Republic of Kazakhstan, director of the Geotechnical Institute, head of the department "Construction" of L.N. Gumilyov Eurasian National University, corresponding member of the National Academy of Engineering of the Republic of Kazakhstan, doctor of technical sciences, professor, Astana, Kazakhstan.

**Isakov A.L.**, doctor of technical sciences, professor, Siberian State University of Means of Communication (SSUMC), Novosibirsk.

**Karpov V.V.**, doctor of Economics, professor, the chairman of the Omsk scientific center of The Russian Academy of Sciences' Siberian branch.

**Lis Victor**, candidate of technical sciences, design-engineer of special cranes of Liebherr - Werk Biberach GmbH (Viktor Lis Dr-Ing. (WAK), Libherr-Werk Biberach GmbH), Mittelbiberach, Germany.

**Matveev S.A.**, doctor of technical sciences, professor, FSBEI HE «SibADI», Omsk.

**Miller A.E.**, doctor of economic sciences, professor OMGU of F.M. Dostoyevsky, Omsk.

**Mochalin S.M.**, doctor of technical sciences, professor, FSBEI HE «SibADI», Omsk.

**Naskovets M.T.**, candidate of the technical science, YO «Belarusian State Technological University», Minsk, Belarus.

**Psarianos Basil**, Dr-Ing., professor Natl Technical University, Athens, Greece.

**Shcherbakov V.S.**, doctor of technical sciences, professor, FSBEI HE «SibADI», Omsk.

Учредитель ФГБОУ ВО «СибАДИ».

**Адрес учредителя:** 644080, г. Омск, пр. Мира 5

Свидетельство о регистрации ЭЛ № ФС77-70353 от 13 июля 2017 г. выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор). С 2015 года представлен в Научной Электронной Библиотеке [eLIBRARY.RU](http://elibrary.ru) и включен в **Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)**.

**Редакционная коллегия** осуществляет экспертную оценку, рецензирование и проверку статей на плагиат.

**Редактор Куприна Т.В.**

**Адрес редакции журнала** 644080, г. Омск, пр. Мира, 5

Тел. (3812) 65-88-30. e-mail: [ttc.sibadi@yandex.ru](mailto:ttc.sibadi@yandex.ru)

Публикация статей произведена с оригиналов, подготовленных авторами'

© ФГБОУ ВО «СибАДИ», 2018



## СОДЕРЖАНИЕ

### РАЗДЕЛ I НАЗЕМНЫЙ ТРАНСПОРТ

**В.И. Омельянович**

Особенности планирования работы подвижного состава для обеспечения деятельности индивидуального предпринимателя

### РАЗДЕЛ I ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬСТВА

**Е.П. Зазнаева, Е.И. Демиденко**

Роль тонкодисперсных минеральных добавок в составе сухих строительных смесей

**В.В. Марущак, С.И. Булхаирова, В.В. Кузнецова**

Анализ разрушения водопропускного сооружения на реке Эльги

**А.О. Павленко, Ю.В. Краснощеков**

Анализ повреждений конструкций зданий при взрывах

### РАЗДЕЛ II ЭКОНОМИКА

**А.Е. Черникова**

Состояние и тенденции развития транспортного комплекса Омской области

## ОСОБЕННОСТИ ПЛАНИРОВАНИЯ РАБОТЫ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ПРЕДПРИНИМАТЕЛЯ

**В.И. Омелянович**  
ФГБОУ ВО «СибАДИ», Омск, Россия

**Аннотация.** В статье представлено описание производственной деятельности индивидуального предпринимателя, а также основные аспекты планирования перевозок грузов для обеспечения такой деятельности.

**Ключевые слова:** перевозка, планирование, подвижной состав, груз, междугородние перевозки.

### Введение

Планирование в своей деятельности использует каждое успешное предприятие, с помощью планов возможно рационально распределить ресурсы, а значит, и повысить продуктивность деятельности предприятия, в частности выполнения перевозок грузов [1].

Индивидуальный предприниматель Акопян Лёва Гургенович начал свою работу с 2008 года и в настоящее время занимается производством, реализацией, перевозкой, а так же установкой металлических ограждений разных видов и ценовых категорий; продажей и выкладкой брусчатки; оказание услуг по уходу за участком земли; производством, продажей и установкой каменных плит; заказными грузоперевозками. Индивидуальный предприниматель находится на территории Республики Казахстан в поселке Астраханка Астраханского района Акмолинской области.

Поселок находится на расстоянии 120 км от города Астана, откуда и завозится большая часть сырья, такого как металлические трубы, металлическая сетка (арматура), бордюры, брусчатка, необходимого для осуществления производственной деятельности. Структура грузов, перевозимых подвижным составом ИП Акопян Л.Г. представлена на рисунке 1.

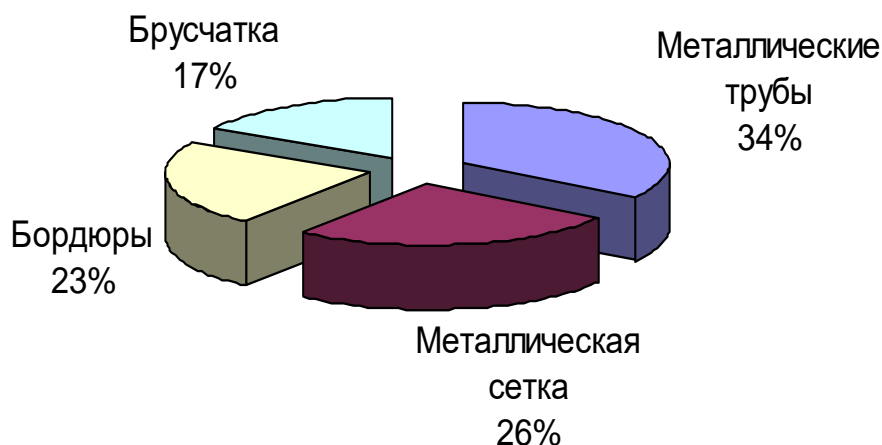


Рисунок 1 – Структура грузов, перевозимых подвижным составом предприятия

## НАЗЕМНЫЙ ТРАНСПОРТ

У предпринимателя имеются следующие основные производственные фонды, такие как магазины, производственные и сборочные цеха, складские помещения. На балансе предпринимателя числится пять автомобилей марки ГАЗ 3302.

Процессами технологической подготовки грузовых перевозок непосредственно занимаются управляющий и директор. Что касается информационной подготовки перевозок, то её выполняет управляющий. Планирование сменных заданий и оперативный контроль перевозок также выполняет управляющий.

При обращении заказчика к предпринимателю, например за оказанием услуг по укладке тротуарной плитки и оформлению границ территории ограждениями, формируется техническое задание, далее предприниматель совместно с управляющим разрабатывает сметный план, куда входит как стоимость необходимых материалов, так и стоимость требуемых работ. При этом рассчитывается также и потребность в транспорте и в требуемых ресурсах. В своей деятельности предприниматель и управляющий руководствуются прайсами компаний-поставщиков, а также собственным опытом работы. В смету закладывается наименование подвижного состава и стоимость машино-часов работы. Если все положения сметы устраивают заказчика, то начинается подготовка к реализации проекта.

Так как в настоящее время выбор строительных материалов чрезвычайно широк, а клиентура ИП Акоюн Л.Г. имеет различные потребности, как в объёмах, так и в номенклатуре, то предприниматель не создает каких-либо значительных запасов материалов на складе и тесно сотрудничает с поставщиками заказывая материалы по мере необходимости.

На этапе подготовки к реализации проекта предприниматель совместно с управляющим связываются с поставщиками тротуарной плитки, профнастила, металлоконструкций для изготовления ограждений и ворот, кирпича, песка и сухих смесей для уточнения возможности отгрузки материалов, сроках стоимости и других особенностях.

Например, в зависимости от согласованного с заказчиком, реализуемого проекта возможны различные варианты выполнения работ (таб. 1).

Таблица 1

Наименование работ	Необходимые материалы
Укладка тротуарной плитки с созданием песчано-щебеночного основания	Тротуарная плитка, сухая смесь, песок, щебень, геоткань, доставка, выгрузка, подготовка основания, укладка
Укладка тротуарной плитки с созданием бетонного основания	Тротуарная плитка, сухая смесь, песок, бетон, сетка армирующая, геоткань, доставка, выгрузка, подготовка основания, укладка
Укладка тротуарной плитки на готовое основание	Выставление маяков и уклонов, укладка плитки
Подготовка бетонных площадок для укладки тротуарной плитки	Выемка грунта, прокладка геотекстилем, засыпка щебня с трамбовкой, арматура, бетонирование - бетон толщиной 14 см
Подготовка площадок для укладки тротуарной плитки	Выемка грунта, засыпка щебня с трамбовкой

Одновременно бригада рабочего персонала начинает работы по подготовке основания под тротуарную плитку в соответствии с технологией выполнения данного вида работ.

На данном этапе управляющий организует перевозку щебня и песка необходимых фракций от поставщика, как правило, поставщик выполняет не только продажу щебня, но и его доставку, управляющему необходимо лишь проконтролировать его оплату, а работникам принять груз на месте выполнения работ.

Номенклатура завозимых на строительный объект материалов определяется согласно составленной сметы. Согласно смете управляющим выполняется расчёт потребности в автомобильном транспорте, исходя из плановых объёмов перевозок и грузоподъёмности применяемого подвижного состава [2].

На следующем этапе выполняется возведение ограждений из профнастила. Предварительно, после утверждения проекта необходимое количество материала приобретается у поставщика, также по опыту работы предпринимателя создается некоторый его запас на случай непредвиденных изменений и отклонений от заранее согласованного с заказчиком проекта. Профнастил и металлоконструкции перевозятся от поставщика на склад

## НАЗЕМНЫЙ ТРАНСПОРТ

---

предпринимателя, далее на производственной базе работники выполняют соответствующие действия по обработке материала, покраске и подготовке к монтажу и управляющий планирует и организует перевозку конструкций ограждения на строительный объект собственным транспортом, а работники выполняют монтаж ограждений.

Необходимо отметить, что маршруты перевозки грузов проходят во внутриобластном сообщении и поэтому требуется их тщательная проработка, при этом необходимо не только проложить путь следования, но и предварительно определить места остановок для отдыха водителя, разработать график и расписание движения автомобиля, заранее определить затраты на перевозку [3,4]. Однако данные вопросы на предприятии в настоящий момент решены не в полной мере, из-за отсутствия на предприятии сотрудника по организации перевозок, а данные вопросы решаются управляющим, который ориентируется на собственный опыт.

### Библиографический список

1. Технология, организация и управление грузовыми автомобильными перевозками: Учебник для вузов. 2-е изд., доп./ А. В. Вельможин, В. А. Гудков, Л. Б. Миротин; Волгогр. гос. техн.ун-т. Волгоград, 2000. 304 с.

2. Погуляева И.В. Описание функционирования автотранспортных систем во внутриобластном сообщении: дис. ... канд. техн. наук: 05.22.10 / Погуляева Ирина Владимировна. Волгоград, 2006. 233 с.

3. Витвицкий Е.Е. Моделирование транспортных процессов [Электронный ресурс] учебное пособие / Е.Е. Витвицкий. Электрон. дан. Омск: СибАДИ, 2017. Режим доступа: <http://bek.sibadi.org/fulltext/esd341.pdf>, свободный после авторизации.

4. Приказ Министра по инвестициям и развитию Республики Казахстан от 30 апреля 2015 года № 546 «Об утверждении Правил перевозок грузов автомобильным транспортом». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://zhobalau.kz/stroitelstvo/avtodorogi/pravila-perevozok-gruzov-avtomobilnym-transportom.html> Дата обращения к ресурсу 02.09.2018.

7

**Научный руководитель:** Трофимова Л.С., канд. техн. наук, доцент ФГБОУ ВО «СибАДИ»

### FEATURES OF PLANNING OF WORK OF MOBILE COMPOSITION FOR ENSURING THE ACTIVITIES OF INDIVIDUAL ENTREPRENEUR

V.I. Omelyanovich

Siberian State Automobile and Highway University

**Abstract.** *The article presents a description of the production activities of an individual entrepreneur, as well as the main aspects of cargo transportation planning for such activities.*

**Keywords:** *transportation, planning, rolling stock, cargo, long-distance transportation.*

### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Омельянович Владимир Игоревич – магистрант, группа ТТМ-16МАЗ1, ФГБОУ ВО «СибАДИ» (644080, г. Омск, пр. Мира, 5, e-mail: [vov4ik\\_ovi@mail.ru](mailto:vov4ik_ovi@mail.ru)).

Omelyanovich Vladimir Igorevich – undergraduate, group ТТМ-16МАЗ1, Siberian State Automobile and Highway University (644080, Omsk, Mira Ave., 5, e-mail: [vov4ik\\_ovi@mail.ru](mailto:vov4ik_ovi@mail.ru)).

## РОЛЬ ТОНКОДИСПЕРСНЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ ДОБАВОК В СОСТАВЕ СУХИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ СМЕСЕЙ

**Е.П. Зазнаева, Е.И. Демиденко**  
ФГБОУ ВО «СибАДИ», Омск, Россия

**Аннотация.** В статье указано на преимущество сухих строительных смесей, модифицированных тонкомолотыми минеральными добавками. Рассмотрена классификация минеральных добавок в зависимости от происхождения и степени активности. Показан механизм действия активных и инертных добавок, а также основной технико-экономический эффект от их применения. Перечислены основные функции тонкодисперсных минеральных добавок в составе цементного композита. Рассмотрены процессы структурообразования цементного камня при взаимодействии с минеральными добавками. Указывается на возможность направленного влияния добавки на формирование структуры и улучшение свойств сухих строительных смесей.

**Ключевые слова:** сухие строительные смеси, минеральные добавки, дисперсность, механизм действия, структурообразование.

### Введение

Одной из самых молодых и быстро развивающихся отраслей строительной индустрии России является производство сухих смесей. Благодаря ряду преимуществ они находят все более широкое применение в строительстве по сравнению с товарными растворными и бетонными смесями. Сухие строительные смеси (ССС) применяются для кладочных, штукатурных, шпаклевочных, клеевых, затирочных, ремонтных, напольных, изоляционных и специальных работ [1]. Целесообразность использования сухих смесей подтверждена многолетней зарубежной и отечественной практикой.

Современные сухие смеси представляет собой многокомпонентные системы, состоящие из вяжущего (минерального, полимерного или смешанного), заполнителей и добавок, дозированные и перемешанные на заводе. Совершенствование качества ССС идет в направлении их модифицирования путем введения различных компонентов. Преимущества модифицированных смесей вполне очевидны. На стадии производства различных видов работ на строительной площадке эффективность ССС проявляется в существенном сокращении сроков, снижении трудоемкости, оптимальной организации производственного процесса и в конечном итоге в снижении производственных затрат. На стадии эксплуатации поверхности, выполненные с использованием модифицированных сухих смесей, отличаются высоким качеством, декоративностью и долговечностью [2-7].

Одним из способов повышения качества ССС, является введение в смесь тонкодисперсных минеральных добавок. При этом не только улучшаются свойства композита, но и появляется возможность направленного формирования его структуры на макро- и микроуровне [8].

Целью данной работы является исследование возможности использования тонкодисперсных добавок минерального происхождения в составе сухих смесей и их влияния на процессы структурообразования цементного камня.

### Сухие строительные смеси с тонкодисперсными минеральными добавками

Минеральная добавка (МД) представляет собой дисперсный неорганический материал, вводимый в процессе приготовления в бетонные и растворные смеси, а также в вяжущее вещество в целях направленного регулирования технологических и строительно-технических свойств композита, или придания ему новых свойств.

Значительный вклад в изучение данного научного направления внесли известные ученые – В.И. Соломатов, Ю.М. Баженов, А.В. Волженский, В.Ф. Журавлев, В.С. Изотов, В.И. Калашников, В.И. Кинд, Б.Г. Скрамтаев, Р.З. Рахимов, В.Н. Юнг. В последнее время в связи с развитием производства сухих смесей у отечественных строителей и специалистов вновь возрос интерес к цементным вяжущим с минеральными добавками.



## ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬСТВА

В настоящее время для приготовления ССС применяются МД, разнообразные по составу, структуре, свойствам, условиям получения. Особое место занимают добавки, полученные из местных минерально-сырьевых ресурсов. В 2015 г. вступил в действие ГОСТ Р 56592-2015 «Добавки минеральные для бетонов и строительных растворов. Общие технические условия», который установил классификацию минеральных добавок (рисунок 1) [9].



Рис. 1. Классификация минеральных добавок для бетонов и растворов

Минеральные добавки природного происхождения получают путем измельчения, а при необходимости – дополнительной термической обработки горных пород. Техногенные получают из отходов промышленных производств путем измельчения, осаждения или конденсации из газовой фазы. Промышленность строительных материалов является главным потребителем техногенного сырья, завершающим этапом в комплексном использовании природных ресурсов и может решать экологические проблемы [10].

Активные минеральные добавки (АМД) обладают гидравлической активностью и пуццоланическими свойствами. Они способны в присутствии воды взаимодействовать с диоксидом кальция при обычной температуре, образуя соединения, обладающие вяжущими свойствами. При введении в бетон (раствор), они взаимодействуют с  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , выделяющимся при гидратации цемента. При этом образуются низкоосновные гидросиликаты кальция, гидроалюминаты- и гидроферриты кальция, которые увеличивают гелевую составляющую цементного камня и повышают механические свойства композита.

Пуццоланический эффект проявляется в химическом взаимодействии аморфного кремнезема ( $\text{SiO}_2$ ) с известью по схеме:  $\text{SiO}_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2 + n(\text{H}_2\text{O}) \rightarrow (\text{B})\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ .

К АМД относят добавки-наполнители и добавки-заменители части цемента.

АМД-наполнители состоят в основном из  $\text{SiO}_2$  (более 50%). К ним относят: горные породы осадочного и вулканического происхождения, а также промышленные отходы – золы и шлаки, шламы, микрокремнезем. Помимо гидравлической активности и пуццоланического действия добавки обладают пластифицирующим эффектом, сокращают расход цемента и повышают коррозионную стойкость композита.

АМД-заменители части цемента – состоят из низкоосновных силикатов, алюминатов и ферритов кальция, аморфного кремнезема. Такие добавки, благодаря высокой дисперсности, обладают пластифицирующим эффектом, придают смесям требуемую подвижность и заменяют часть клинкерного цемента, не снижая прочность композита. К ним относят: опоку, доменные и гранулированные шлаки, золу-уноса.

Инертные (неактивные) минеральные добавки при обычной температуре не вступают в реакцию с компонентами цемента и выполняют только микронаполняющую роль. Механизм действия данных добавок основан на увеличении дисперсности смеси, и, следовательно, объема прочно удерживаемой адсорбционной воды (при условии, что их размер частиц соизмерим с размерами зерен цемента). Это позволяет получить необходимое количество цементного теста, достаточную толщину обмазки зерен заполнителя и заданную удобоукладываемость смеси. Неактивные МД естественного происхождения: глинистые грунты, лессы, маршалит, пески, песчаники, известняки-ракушечники, а также глинистые, песчаные, кремнистые и доломитизированные известняки; отходы производства: колошниковая пыль, молотая горелая порода. Технический эффект от введения таких добавок связан с «разбавлением» цемента до уровня, обеспечивающего получение оптимального соотношения между активностью цемента и прочностью композита, и как следствие, экономии цемента.

По химическим свойствам минеральные добавки могут быть: кислые ( $\text{SiO}_2$ ); щелочные ( $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$ ); амфотерные ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ). В зависимости от содержания  $\text{SiO}_2$ : основные ( $\text{SiO}_2$  – 40...52%); средние ( $\text{SiO}_2$  – 52...65%); кислые ( $\text{SiO}_2$  более 65%).

Выделяют ряд общих функций тонкомолотых минеральных наполнителей в композите [11]:

- заполнение пор в микроструктуре без вступления в химические реакции с компонентами;
- связывание гидроксида кальция  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  аморфным кремнеземом  $\text{SiO}_2$  пуццолановых добавок;
- увеличение водоудерживающей способности вяжущего вещества при использовании его в строительных растворах, укладываемых на пористое основание;
- понижение водопотребности смесей при использовании наполнителей разного минералогического состава и дисперсности;
- снижение теплового напряжения в материале, появляющегося за счет значительного различия в коэффициентах температурного расширения вяжущего вещества и заполнителя;
- улучшение некоторых специальных свойств композита;
- удешевление материала за счет частичной замены дорогостоящего вяжущего местным дешевым наполнителем при сохранении качества на необходимом уровне.

Минеральные наполнители, в отличие от химических добавок не растворяются в воде, являясь тонкодисперсной составляющей твердой фазы бетона или раствора. Поэтому важным фактором для всех видов МД является степень дисперсности. По степени измельчения минеральные наполнители бывают: грубоизмельченные (размер частиц менее 2 мм); среднеизмельченные (до 95% частиц менее 74 мкм); тонкоизмельченные (до 99,9% частиц менее 53 мкм); сверхтонкоизмельченные (размер частиц менее 44 мкм). Тонкое измельчение приводит к неравновесному состоянию поверхности частиц, которое характеризуется избыточной энергией. Причинами повышенного энергетического состояния могут являться разорванные химические связи, заряженные состояния, точечные дефекты и другие факторы. Измельчение может приводить к изменению поверхностных свойств и по мере распространения структурных нарушений вглубь, вызывать объемные изменения в строении вещества. Влияние среды на механические характеристики материала становится особенно сильным по мере уменьшения размеров частиц (увеличения удельной поверхности) [12]. При выборе оптимальной дисперсности МД, необходимо учитывать свойства минерального сырья и его технологические особенности: способность частиц к агломерации, возрастающая при увеличении удельной поверхности зерен; седиментация частиц, ускоряющаяся с уменьшением удельной поверхности и повышением плотности смесей.

Минеральные добавки совместно с вяжущим участвуют в формировании микроструктуры цементного камня, которая претерпевает существенные изменения. Зерна наполнителя создают дополнительную поверхность, на которой могут располагаться новообразования, что способствует росту кристаллов гидратных соединений и их уплотнению. Обладая большим

потенциалом поверхностной энергии, наполнители становятся активными компонентами при отвердевании вяжущих в процессе формирования структуры и свойств материала. Уровень структурированности можно регулировать степенью наполненности, размером и состоянием поверхности частиц, а также их химической активностью [12]. Активность добавок обусловлена природой и способом обработки поверхности. Стадия структурообразования характеризуется повышением структурной прочности цементной системы, благодаря увеличению количества гидратных новообразований и необратимых контактов срастания между ними. При повышении концентрации тонкомолотого наполнителя в объеме проявляется микронаполняющий эффект, который приводит к снижению пористости цементного камня в бетоне.

Исследователи до сих пор не пришли к единому мнению по механизму влияния минеральных наполнителей на структуру и свойства цементного камня, особенно на прочность. Считается возможным как физический, так и химический механизм. Влияние микронаполнителей на свойства цементного камня связывают либо с химическими реакциями активных гидравлических веществ, либо с физическим эффектом, который проявляется в том, что мелкие частицы обычно имеют более тонкий помол, чем портландцемент [12].

Значительное понижение капиллярной пористости происходит за счет резкого уменьшения общего содержания  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  при введении пуццолановых наполнителей. Эти процессы приводят к увеличению плотности и повышению прочности цементного камня.

Преимущество структуры цементного камня с наполнителем состоит и в том, что в ней локализируются внутренние дефекты, такие как - микротрещины, макропоры и капиллярные поры. При этом уменьшается их количество и размеры, что снижает концентрацию напряжений.

Многими исследователями отмечается также важность явлений, протекающих на межфазной границе раздела «наполнитель – вяжущее», что актуально для создания различных композиционных материалов.

Существует два метода введения наполнителей в бетонные смеси. Первая состоит в том, что наполнитель вводится в равном объеме взамен доли цемента, при этом содержание дисперсных частиц в смеси остается неизменным. Вторая методика предполагает использование кварцевого песка взамен доли мелкого заполнителя (добавка в полном объеме идет на повышение содержания дисперсных частиц в смеси). Возможны комбинированные варианты, при которых добавка заменяет долю песка, либо долю цемента. Стоит отметить, что пуццолановая активность проявляется при любых способах введения добавок, в то время как, микронаполняющий эффект лишь при условии роста содержания дисперсных частиц в композите. Однако при высокой степени наполнения, после достижения его максимума, прочность бетонов начинает понижаться, несмотря на продолжающееся уменьшение пористости цементного камня. Причиной подобного явления служит ухудшение когезии наполненного цементного камня с заполнителем [12].

Для выбора необходимого вида минеральной добавки и определения ее количества производятся лабораторные испытания как чистого вяжущего, так и вяжущего с добавкой при сравнении их показателей при оптимальных структурах. Сравнением величин экстремумов свойств устанавливают степень эффективности МД и рациональное содержание ее в вяжущем веществе.

### **Заключение**

Наличие в России развитой индустрии по производству вяжущих материалов в сочетании с богатыми природными запасами минерального сырья является мощной базой для отечественного производства сухих строительных смесей.

Для улучшения качества в состав ССС вводятся модифицирующие добавки направленного действия. Одним из способов повышения качества и снижения материалоемкости готовой продукции, является использование в технологии производства тонкодисперсных минеральных добавок различной природы и дисперсности. Это позволяет целенаправленно формировать структуру, управлять свойствами, а также снижать материалоемкость ССС.

### **Библиографический список**

1. ГОСТ 31189-2015 Смеси сухие строительные. Классификация. Введ. 2015-10-01 М.: Стандартинформ, 2015. 14 с.
2. Панченко А.И., Несветаев Г.В. Сухие смеси в России: особенности производства и применения // Строительные материалы. 2002. №5. С.19-22.
3. Козлов В.В. Сухие строительные смеси: Учебное пособие. М.: Издательство АСВ, 2000. 96 с.

4. Сухие смеси в современном строительстве / В.А.Безбородов, В.И.Белан, П.И.Мешков и др. Новосибирск: 1998. 94 с.
5. Песцов В.И., Большаков Э.Л. Современное состояние и перспективы развития производства сухих строительных смесей в России. Строительные материалы. 1999. №3. С.3-5.
6. Денисов Г.А. Производство и использование сухих строительных смесей // Строительные материалы XXI века. 2011. №1. С.14-17.
7. Панченко А.И., Дилгер У. Обеспечение качества сухих смесей и их эффективного использования. // Строительные материалы. 2002. №9. С.12-14.
8. Копаница Н.О., Анканова Л.А., Макаревич М.С. Тонкодисперсные добавки для наполненных вяжущих на основе цемента. // Строительные материалы. 2002. №9. С.2-3.
9. ГОСТ Р 56592-2015 Добавки минеральные для бетонов и строительных растворов. Общие технические условия – Введ. 01.04.1. М.: Стандартиформ, 2015. 3 с.
10. Касторных Л.И. Добавки в бетоны и строительные растворы: учебно-справочное пособие / Л.И. Касторных. Ростов н/Д.: Феникс, 2007. 221 с.
11. Рыбьев И.А. Строительное материаловедение : учебное пособие / И.А. Рыбьев. 2-е изд., испр. М.: Высшая школа, 2004. 701 с.: ил.
12. Макаревич М.С. Сухие строительные смеси для штукатурных работ: автореф. дис... канд. техн. наук : 05.23.05 / М.С. Макаревич ; науч. рук. проф. Н.О. Копаница ; ТГАСУ. Томск, 2005. 21 с.

**Научный руководитель:** Гурова Е.В. канд. техн. наук, доцент ФГБОУ ВО «СибАДИ»

### THE ROLE OF FINE MINERAL ADDITIVES IN DRY CONSTRUCTION MIXTURES

**E.P. Zaznaeva, E.I. Demidenko,**

The Siberian State Automobile and Highway University, Omsk, Russia

**Abstract.** *The article points to the advantage of dry construction mixtures modified with fine-grained mineral additives. The classification of mineral additives depending on the origin and the degree of activity is considered. The mechanism of action of active and new functions is shown, as well as the main technical effect of their application. The main functions of finely dispersed mineral additives in the composition of cement composite are listed. The processes of structure formation of cement stone during interaction with mineral additives are considered. It indicates a certain direction of influence on the formation of the structure and improvement of the properties of dry construction mixtures.*

**Keywords:** *dry construction mixtures, mineral additives, dispersity, mechanism of action, structure formation.*

### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

*Зазнаева Елизавета Павловна (Россия, Омск) – магистрант «Института магистратуры и аспирантуры» ФГБОУ ВО «СИБАДИ» (644080, г. Омск, проспект Мира, 5, e-mail: zaznaevaelizaveta@mail.ru).*

*Демиденко Евгений Игоревич (Россия, Омск) – магистрант «Института магистратуры и аспирантуры» ФГБОУ ВО «СИБАДИ» (644080, г. Омск, проспект Мира, 5).*

*Zaznaeva E.P. (Russia, Omsk) – postgraduate of Siberian Automobile and Highway Academy (644080, Omsk, Mira avenue, 5, e-mail: zaznaevaelizaveta@mail.ru).*

*Demidenko E.I. (Russia, Omsk) – postgraduate of Siberian Automobile and Highway Academy (644080, Omsk, Mira avenue, 5).*



## АНАЛИЗ РАЗРУШЕНИЯ ВОДОПРОПУСКНОГО СООРУЖЕНИЯ НА РЕКЕ ЭЛЬГИ

**В.В. Марущак, С.И. Булхаирова, В.В. Кузнецова**  
ФГБОУ ВО «СибАДИ», Омск, Россия

**Аннотация.** В статье затрагивается актуальная проблема разрушения водопропускных сооружений в теле земляного полотна автомобильных дорог. Авторами рассматривается реальный участок, расположенный в Якутии у верховья реки Эльги, включающий в себя укладку водопропускных гофрированных металлических труб при пересечении с водотоком. В статье выявлены ошибки при укладке гофрированных металлических водопропускных труб, приведен гидравлический расчёт, анализ результатов которого даёт обоснование разрушению водопропускного сооружения и земляной насыпи.

**Ключевые слова:** водопропускные металлические гофрированные трубы, гидравлический расчёт, разрушение водопропускного сооружения, автомобильная дорога.

### Введение

Водопропускная труба – это инженерное сооружение, укладываемое в теле насыпи автомобильной дороги для пропуска водного потока. Многолетний отечественный и зарубежный опыт строительства, эксплуатации и гидравлического исследования МГТ [1, 2, 3] свидетельствуют о том, что водопропускные сооружения работают надёжно при качественном проектировании и добросовестном выполнении технологии укладки труб.

Изучаемый объект (водопропускная труба) является причиной разрушения земляного полотна автомобильной дороги (рис. 1). Полученные от строителей видеоматериалы заинтересовали не только эксплуатационников, но проектировщиков.

Район строительства – Якутия, верховья реки Эльги.



Рис. 1. Фрагмент видеоматериала с разрушенным участком автомобильной дороги

### Анализ разрушения водопропускного сооружения

Реальный объект (водопропускное сооружение) состоит из четырёх металлических труб круглого сечения, собранных из гофрированных элементов (МГТ). В предыдущей статье [4] авторы поставили важный вопрос: «Неужели проектировщики ошиблись при гидравлическом

## ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬСТВА

расчёте пропускной способности? Или причина в самой конструкции?». Попытаемся разобраться с гидравликой сооружения.

Добыть какую-нибудь проектную или рабочую документацию по данному участку строительства для уточнения расчетного расхода водопропускного сооружения нам не удалось. Поэтому для получения ответов будем анализировать имеющиеся видеоматериалы и фотографии.

На фотографии (рис. 2) представлен фрагмент деформированной металлической гофрированной трубы. Выясним причины всплывтия.



Рис. 2. Участок автомобильной дороги

Сила, действующая на тело, погружённое в воду, и способная вытолкнуть его из воды, называется выталкивающей силой [5]. По определению Архимеда, она равна весу вытесненной телом жидкости. Для начала рассмотрим статичное состояние участка трубы, практически полностью погружённого в воду:

$$F = \rho_{\text{в}} \cdot g \cdot W_{\text{т}}, \quad (1)$$

где  $F$  – выталкивающая сила,  $\rho_{\text{в}}$  – плотность воды ( $1000 \text{ кг/м}^3$ ),  $W_{\text{т}}$  – объём воды, вытесненной трубой при условии её не затопления.

$$W_{\text{т}} = \frac{\pi d^2}{4} \cdot l, \quad (2)$$

где  $d$  – диаметр трубы,  $l$  – длина трубы.



Рис. 3. Фрагмент сборки трубы

Из основного отраслевого дорожного методического документа [6] подберём стандартный размер, визуально соответствующий детали нашего объекта, металлической гофрированной структуры (изогнутого металлического листа): 1600×900 (мм).

Параметры реальной трубы сняли с фотоматериалов (рис. 3).

Пять скреплённых по технологии ОДМ листов дают диаметр  $d = 2500$  мм.

Длина участка трубы (6,5 секций), находящегося в открытой воде, составляет  $l = 5,90$  м.

Результаты расчётов:

$$W_T = 28,94 \text{ м}^3$$

$$F = 283901,4 \text{ Н.}$$

Выясним, достаточна ли величина архимедовой силы для выталкивания и последующего всплытия участка водопропускной трубы.

Очевидно, что вертикально направленные вниз – это силы тяжести самой трубы и воды, находящейся внутри трубы. Постараемся их вычислить.

Из курса гидравлики мы знаем, что малые водопропускные сооружения работают как водослив с широким порогом с высотой водосливной стенки равной нулю.

Судя по фотоматериалам (рис. 4), водопропускная труба работает как безнапорная неподтопленная:

- в верхнем бьефе уровень воды ниже кромки трубы;
- в нижнем бьефе наблюдается свободное истечение воды.

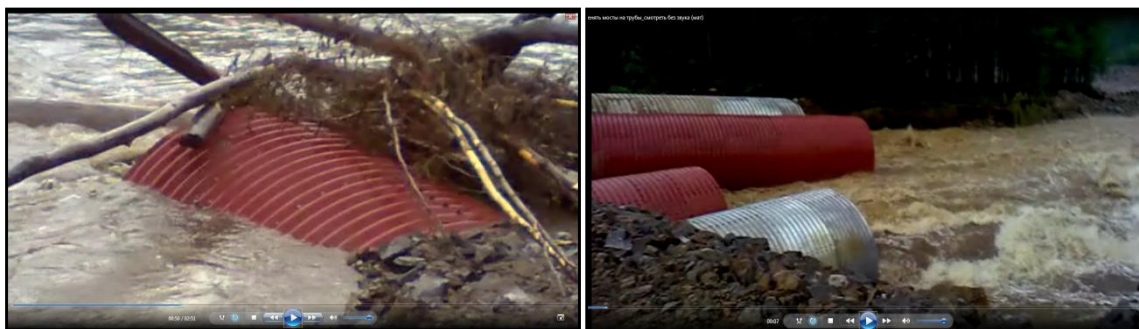


Рис. 4. Водопропускные трубы со стороны верхнего и нижнего бьефов

По теории водосливов [7] на пороге водослива, а значит и в трубе, сама собой устанавливается глубина, равная:

- критической  $h_k$  – по Бахметеву;
- $2/3$  от гидродинамического напора  $H_0$  – по Беланже.

Рассматриваемый нами участок трубы является входным, на котором в результате бокового сжатия потока твёрдыми стенками, формируется кривая спада: от глубины равной геометрическому напору (в нашем случае она меньше диаметра) до сжатой глубины, которая меньше критической.

Для определения критической глубины необходимо знать расчётный расход. Данные гидрологических изысканий отсутствуют. Поэтому воспользуемся критерием Беланже.

Пусть гидродинамический напор  $H_0$  по числовому значению равен вертикальному размеру поперечного сечения трубы, т.е.

$$H_0 = d = 2,5 \text{ м.}$$

Тогда при допущении равенства критериев Бахметева и Беланже критическая глубина принимает значение:

$$h_k = 1,67 \text{ м (} 2/3 \text{ от } H_0 \text{).}$$

Руководствуясь рекомендациями пособия [8], для гофрированных труб при определении глубин воды в характерных сечениях трубы необходимо иметь в виду следующее:

- при безнапорном режиме перед трубой и в пределах входной части трубы наблюдается кривая спада от подпёртой глубины до сжатого сечения;

## ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬСТВА

- сжатое сечение в зависимости от типа входного оголовка, поперечного сечения и уклона находится на расстоянии от 1,0 до 2,0 геометрических напоров  $H$ ;
- глубина в сжатом сечении колеблется в пределах от 0,4 до 0,7 геометрических напоров  $H$ ;
- при уклоне трубы, равном критическому уклону, за сжатым сечением устанавливается глубина равная критической.

Исследуемая труба работает в безнапорном режиме (доказано по предыдущим слайдам) с геометрическим напором близким к диаметру, без оголовка, надеемся, уклон близкий к критическому уклону. Для большей вероятности назначим крайние пределы, указанные в рекомендациях.

Пусть:

- длина входного участка  $l_{вх} = 2H = 5,0$  м;
- глубина в сжатом сечении  $h_c = 0,7H = 1,75$  м.

Полученное значение глубины немного больше предыдущего.

За основу примем, что глубина в трубе уменьшается от 2,5 м до 1,75 м, а длина рассматриваемого участка остаётся по-прежнему  $l = 5,90$  м.

В соответствии с законом неравномерного движения жидкости в открытых руслах свободная поверхность воды в трубе будет являться криволинейной. Но учитывая «допустительный» характер наших рассуждений и небольшую длину потока (5,90 м), примем среднюю глубину воды в трубе  $h_b = 2,125$  м.

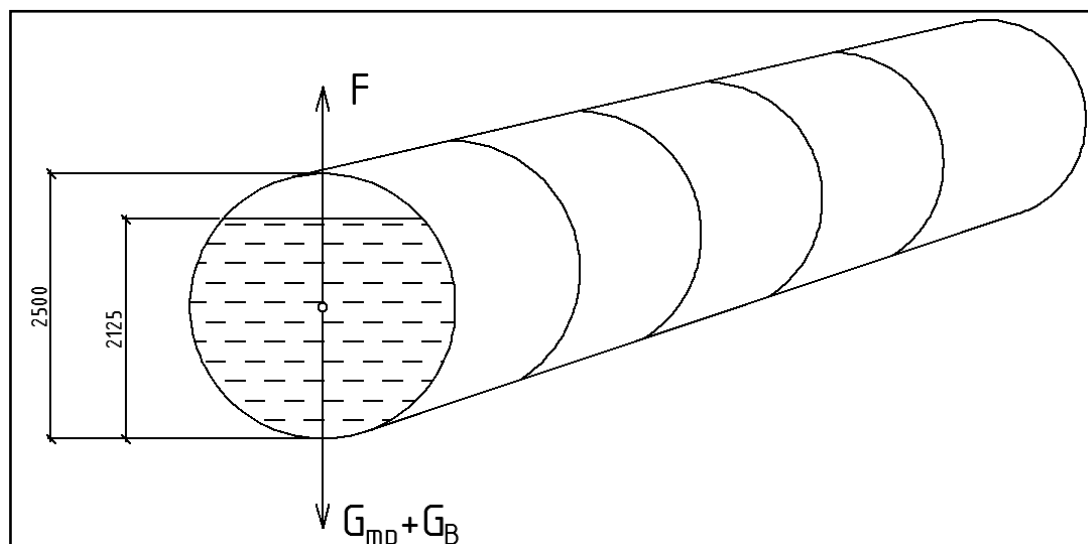


Рис. 5. Расчётная схема

Для определения силы тяжести воды  $G_b$  необходимо вычислить объём воды  $W_b$ , находящейся в трубе, незакреплённой земляным полотном.

$$W_b = \omega l, \quad (3)$$

где  $\omega$  – площадь живого сечения в трубе при средней глубине  $h_b$ .

Живое сечение потока представляет собой часть окружности, так называемый сегмент, площадь  $S_b$  которого вычисляется преобразованием ряда геометрических зависимостей.

Формула для определения площади сегмента

$$S_b = \pi r^2 - r^2 \arccos\left(1 - \frac{h}{2}\right) + (r - h)\sqrt{2rh - h^2}, \quad (4)$$

где  $r$  – радиус окружности, в нашем случае равен половине диаметра трубы

$$r = \frac{d}{2} = 1,25 \text{ м}; \quad (5)$$



$h$  – расстояние по высоте от горизонта воды в трубе до верхней кромки трубы

$$h = d - h_b = 2,5 - 2,125 = 0,375 \text{ (м)}. \quad (6)$$

Таким образом, площадь живого сечения равна

$$S_b = 4,45 \text{ м}^2.$$

Объём воды в трубе при средней глубине  $h_b$  равен

$$W_b = 26,25 \text{ м}^3.$$

Сила тяжести воды, находящейся в трубе равна

$$G_b = \rho_b g W_b = 257512,5 \text{ Н}. \quad (7)$$

Силу тяжести трубы определили из расчёта количества секций составляющих открытый участок трубы с учётом массы одной секции толщиной 3 мм:

$$G_{\text{тр}} = nmg, \quad (8)$$

где  $n$  – количество секций ( $5 \times 6,5$ );  $m$  – масса одной секции (43,5 кг);  $g$  – ускорение свободного падения ( $9,81 \text{ м/с}^2$ ).

Сила тяжести трубы равна

$$G_{\text{тр}} = 13868,9 \text{ Н}.$$

Подведём итог (рис. 5):

*выталкивающая сила, направленная вверх* –  $F = 283901,4 \text{ Н}$ ;  
*сумма сил тяжести воды, находящейся в трубе, и участка трубы, выступающего из тела земляного полотна* –  $G_b + G_{\text{тр}} = 271381,4 \text{ Н}$ .

Сравнивая числовые значения, делаем вывод:

$$F > G_b + G_{\text{тр}}$$

### Заключение

Гидравлический расчет показал, что выталкивающая сила больше силы тяжести самой трубы и силы тяжести воды, находящейся внутри трубы. Оценивать точность расчетов нет необходимости: фото- и видеоматериалы наглядно демонстрируют факт всплытия трубы.

Первая **ошибка проектировщиков**, а может быть и самая важная, очевидна – несоблюдение норм проектирования, утвержденных в СП [9] п. 5.16 «Применять трубы не допускается при наличии ледохода и карчехода, а также, как правило, в местах возможного возникновения селей и образования наледи». Судя по фотоматериалам (см. рис. 4), карча забила вход в трубу. Пропускная способность сооружения уменьшилась и, соответственно, уменьшился объем (сила тяжести) поступающей в трубу воды. Деформация водопропускного сооружения с последующим разрушением земляного полотна есть результат преобладающей выталкивающей силы, действующей на открытый участок водопропускной трубы.

### Библиографический список

1. Алтунин В.И., Черных О.Н., Федотов М.В. Водопропускные трубы в транспортном строительстве. Гидравлическая работа труб из металлических гофрированных структур. М.: МАДИ, 2012. 269 с.
2. Черных О.Н., Карпенко Р.И., Алтунин В.И., Алтунина А.В., Аграновская А.М. Опыт применения гофрированных металлических устройств в водопропускных сооружениях различного назначения // Вопросы мелиорации. М.: ФГНУ ЦНТИ «Мелиоинформ», 2007. № 3-4.
3. Hydraulic design of highway culverts. U.S. Department of Transportation. Hydraulic design series number 5. Third edition. Publication No. FHWA-HIF-12-026. April 2012. 326 p.

4. Кудряшова Е.Е., Марущак В.В., Троян Т.П. Металлические гофрированные водопропускные трубы. Исторический обзор // Техника и технология строительства. 2016. № 4 (8). С. 86–91.

5. Иванов Е.В., Троян Т.П. Расчеты по гидростатике и гидродинамике для проектирования транспортных сооружений [Электронный ресурс]. 2017. Режим доступа: <http://bek.sibadi.org/fulltext/ESD368.pdf>, свободный. – Заглавие с экрана (дата обращения 01.03.2018).

6. ОДМ 218.2.001-2009. Рекомендации по проектированию и строительству водопропускных сооружений из металлических гофрированных структур на автомобильных дорогах общего пользования с учётом региональных условий (дорожно-климатических зон) [Электронный ресурс]. Введён 2009-21-07 // Кодекс Право / ЗАО «Информационная компания» «Кодекс». СПб., 2010. // Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200074825>, свободный. Заглавие с экрана (дата обращения 01.09.2018).

7. Алтунин В.И., Суэтина Т.А., Черных О.Н. Гидравлические расчёты водопропускных труб на автомобильных дорогах: Учебное пособие. М.: МАДИ, 2016. 92 с.

8. Пособие по гидравлическим расчётам малых водопропускных сооружений / ред. Г.Я. Волченкова. М.: Транспорт, 1992. 408 с.

9. СП 35.13330.2011. Мосты и трубы. Актуализированная редакция СНиП 2.05.03 – 84\* Мосты и трубы [Электронный ресурс]. Введён 2011-05-20 // Кодекс Право / ЗАО «Информационная компания» «Кодекс». СПб., 2014. // Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200084849>, свободный. Заглавие с экрана (дата обращения 01.09.2018).

**Научный руководитель:** Троян Т.П. доцент кафедры «Проектирование дорог»  
ФГБОУ ВО «СибАДИ»

### ANALYSIS OF THE DESTRUCTION OF THE CULVERT ON THE ELGA RIVER

V.V. Marushchak, S.I. Bulhairova, V.V. Kuznetsova

The Siberian State Automobile and Road University, Omsk, Russia

18

---

**Abstract.** The article touches upon the actual problem of destruction of culverts in the body of road carpet. Authors consider the real site located in Yakutia at the head of the Elga River, including the laying of culvert corrugated metal pipes when crossing with the watercourse. The article identifies the errors in the laying of corrugated metal culverts, the resulted hydraulic calculations, the analysis of the results, which gives the justification for the destruction of the culvert and the earth embankment.

**Keywords:** culvert metal corrugated pipes, hydraulic calculation, destruction of culvert, road.

### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Марущак Валерий Валентинович (Россия, г. Омск) – студент ФГБОУ ВО «СибАДИ» (644080, г. Омск, пр. Мира, 5, e-mail: [marushak1990@bk.ru](mailto:marushak1990@bk.ru)).

Булхаирова Сагдат Ибрагимовна (Россия, г. Омск) – студент ФГБОУ ВО «СибАДИ» (644080, г. Омск, пр. Мира, 5, e-mail: [bulkhairova2109@mail.ru](mailto:bulkhairova2109@mail.ru)).

Кузнецова Вероника Вячеславовна (Россия, г. Омск) – студент ФГБОУ ВО «СибАДИ» (644080, г. Омск, пр. Мира, 5, e-mail: [bulkhairova2109@mail.ru](mailto:bulkhairova2109@mail.ru)).

Maruschak Valeriy Valentinovich (Russia, Omsk) – student, The Siberian State Automobile and Road University(644080, Omsk, pr. Mira, 5, e-mail: [marushak1990@bk.ru](mailto:marushak1990@bk.ru)).

Bulhairova Sagdat Ibragimovna (Russia, Omsk) - student The Siberian State Automobile and Road University(644080, Omsk, Mira Ave., 5, e-mail: [bulkhairova2109@mail.ru](mailto:bulkhairova2109@mail.ru)).

Kuznetsova Veronika Vyacheslavovna (Russia, Omsk) – student, The Siberian State Automobile and Road University (644080, Omsk, Mira Ave., 5, e-mail: [bulkhairova2109@mail.ru](mailto:bulkhairova2109@mail.ru)).

## АНАЛИЗ ПОВРЕЖДЕНИЙ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ ПРИ ВЗРЫВАХ

**А.О. Павленко, Ю.В. Краснощеков**  
ФГБОУ ВО «СибАДИ», Россия, г. Омск

**Аннотация:** *Статья посвящена анализу данных по разрушениям различных конструктивных элементов зданий и сооружений, возникающих при аварийных взрывах как внутри помещений, так и за их пределами. Приведены особенности повреждений каменных и железобетонных конструкций, возникающих при аварийных взрывах, впоследствии оказывающих разрушительное воздействие на здания. Выявлены особенности поведения несущих и ограждающих конструкций при взрывах и установлены максимально допустимые нагрузки на них. Обоснованы преимущества крупнопанельных зданий перед зданиями с кирпичными стенами с точки зрения взрывоустойчивости.*

**Ключевые слова:** *повреждения конструкций, взрывоустойчивость, взрыв, разрушение зданий, аварийные нагрузки.*

Анализ повреждений несущих и ограждающих конструкций в результате взрывных воздействий и социально-экономических последствий от их разрушения необходим для правильного выбора эффективных мер защиты и обеспечения надежности и живучести зданий и сооружений [1].

Взрыв – быстропотекающий физический или физико-химический процесс, проходящий со значительным выделением энергии в небольшом объеме за короткий промежуток времени и приводящий к ударным, вибрационным и тепловым воздействиям на окружающую среду вследствие высокоскоростного расширения продуктов взрыва.

Нагрузки от взрыва не должны превышать пределы несущей способности основных конструктивных элементов зданий с взрывоопасными производствами. Для достижения этой задачи, были изучены и проанализированы имеющиеся на данный момент данные по разрушению и различным степеням повреждений конструктивных элементов, имевшие место в результате аварийных взрывов.

Рассмотрены следующие конструкции промышленных и гражданских зданий и сооружений, по которым были получены данные об их несущей способности при влиянии аварийных нагрузок (взрывных):

- с несущими кирпичными стенами;
- бескаркасные крупнопанельные;
- с железобетонным и металлическим каркасами.

Анализ аварий зданий с кирпичными стенами, вызванных взрывными нагрузками, показывает, что наиболее уязвимым местом в кирпичной кладке является сечение по швам, прочность которого характеризуется сцеплением. Повреждения и разрушение кладки вызываются тем, что для обеспечения сопротивления сдвигу, главным растягивающим напряжениям или разрыву, не хватает достаточной прочности сцепления. Поэтому сцепление, является одной из главных характеристик, определяющих взрывоустойчивость кирпичной кладки.

Так как марка раствора является одним из основных параметров, определяющих сцепление в кладке, то классификацию кладок следует проводить с указанием минимальной марки раствора, при которой в рассматриваемой кладке может быть достигнуто достаточное сцепление.

В табл. 1 приведены величины нормального сцепления  $R_0$  для разных видов кладки из кирпича, которые в свою очередь позволяют установить давления, приводящие к разрушению кирпичных стен, в зависимости от их размеров [2].

## ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬСТВА

Таблица 1 – Нормативные значения нормального сцепления кладки в зависимости от марки раствора для разных видов кладки из кирпича

Вид кладки	$R_0$ , кПа, в зависимости от марки раствора		
	50	25	10
Из обожженного кирпича	180	120-180	60-120
Из силикатного кирпича	120-180	60-120	
Из бетонных камней марки 50 и выше: сплошных пустотелых	180	120-180	60-120
	120-180	60-120	-
Из бетонных камней марок 25-35: сплошных пустотелых	-	60-120	60-120
	-	60-120	-

На рисунке 1 приведены опытные (пунктиром) и расчетные значения нагрузок, приводящих к разрушению. Показано, что кирпичная кладка при толщине приходит в состояние разрушения при нагрузках от 2,5 до 30 кПа и более.

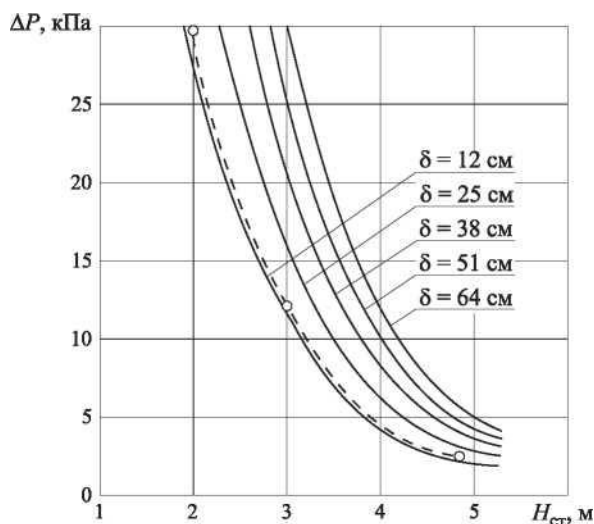


Рис. 1. Зависимость разрушающих нагрузок  $\Delta P$  на кирпичные стены от их высоты  $H_{ст}$  и толщины  $\delta$ .

Значительное место в общем объеме промышленного строительства занимает крупнопанельное строительство.

С точки зрения взрывоустойчивости, приоритет крупнопанельных промышленных зданий перед кирпичными заключается в том, что крупнопанельные стены имеют более высокие и устойчивые сопротивления растягивающим и сдвигающим напряжениям, чем стены ручной кладки.

Разумеется, высокие показатели сопротивления и напряжения в крупнопанельном строительстве, достигаются при должных условиях производства.

В опыте строительства зданий и сооружений с производствами повышенной взрывоопасности получили популярность сборные железобетонные каркасы, создаваемые по шарнирно-связевой схеме, в которых все горизонтальные нагрузки воспринимаются вертикальными конструкциями.

В промышленных зданиях зачастую используются стальные связи в продольном направлении. Вертикальные конструкции жесткости рассчитывают на полное восприятие горизонтальных нагрузок, включая взрывные нагрузки.



## ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬСТВА

Соединения элементов каркаса с помощью сварки закладных деталей из стали, которые необходимы для обеспечения устойчивости каркаса, обычно применимы для шарнирно-связевой системы.

Одним из значимых недостатков конструкций, выполненных по шарнирно-связевой схеме, с точки зрения взрывозащиты является то, что разрушение связей (место, где при взрыве появляются большие усилия) с большой вероятностью приведет к обрушению существенной части здания или сооружения, так как каркас без связей – это изменяемая шарнирная система.

Огромное количество промышленных зданий проектируется с каркасом, имеющим жесткие узлы и состоящим из линейных элементов ригелей и колонн. В этих каркасах применяются железобетонные изделия, способные выдерживать горизонтальные нагрузки более 30 кПа.

Наличие значительных нагрузок на перекрытия зданий привело к устройству консолей на колоннах. Усилия, возникающие в продольном направлении, следствием которых является возникновение аварийных взрывных нагрузок, воспринимаются продольными рамами каркаса, имеющими жесткие узлы.

В таблице 2 представлена классификация конструкций по степени их разрушения.

Таблица 2 – Классификация строительных конструкций по степени их разрушения

Степень разрушения строительных конструкций	Характеристика	Характер повреждений			Давление, кПа
		строительных конструкций зданий		оборудования	
		одноэтажных	многоэтажных		
Слабая	Взрывы внутри помещения без разрушения основных строительных конструкций и оборудования. Возможно продолжение эксплуатации здания после	Разрушение остекления; отрыв дверей, ворот; образование трещин на внутренних перегородках; вскрытие ЛСК		Незначительное повреждение вентиляционных коробов; сдвиг незакрепленного оборудования	До 3,5
Средняя	Частичное разрушение второстепенных строительных конструкций и оборудования. Возможна эксплуатация здания после	Вскрытие ЛСК, полное разрушение остекления; опрокидывание кирпичных стен, легких перегородок; разрушение покрытия с массой 1 м <sup>2</sup> до 75 кг		Разрушение воздуховодов, вентиляционных коробов	От 3,5 до 6
Повышенная	Частичное разрушение основных несущих строительных конструкций и значительное разрушение оборудования. Возможна эксплуатация после восстановительных	Разрушение части каркаса; разрушение деревянных зданий; образование трещин в блочных стенах; полное разрушение перекрытий	Разрушение перегородок, покрытий по деревянным балкам, перекрытий	Частичное разрушение технологического оборудования	От 6 до 12

Сильная	Сильное разрушение основных несущих конструкций, остаточные деформации в стальных конструкциях. Возможна эксплуатация после значительных восстановительных работ	Значительное разрушение несущих конструкций; образование трещин в кирпичных стенах	Разрушение кирпичных самонесущих стен; деформация стального легкого каркаса	Сильное разрушение оборудования	От 12 до 20
Чрезвычайно сильная	Разрушение зданий кирпичных, каркасных. Эксплуатация возможна только зданий из монолитного железобетона, с тяжелым металлическим каркасом, сборных железобетонных с	Разрушение каменных зданий, кирпичных стен, стального каркаса, железобетонного каркаса без повышенной несущей способности	Разрушение сборных железобетонных конструкций без повышенной несущей способности	Чрезвычайно сильное разрушение оборудования	От 20 до 30

На основании многочисленных исследований и опыта строительства в сфере взрывоопасных производств, рекомендуется выполнять замоноличенные стыки колонн со сваркой выпусков арматурных стержней в сборных каркасах зданий.

Анализ повреждений несущих и ограждающих конструкций в результате взрывных воздействий показал, что в результате изучения вопроса о последствиях аварий установлено, что подавляющее большинство повреждений происходит из за разрушения узловых соединений. Как известно, соединение сборных элементов совершается в узлах различными способами. Узлы каркасов могут выполняться сварными, сборно-монолитными и монолитными. В зданиях с тяжелыми нагрузками, для соединения ригелей поперечной рамы и колонн применяется ванная сварка выпусков верхней арматуры из ригеля и колонны и дуговая сварка стальных закладных деталей ригеля и колонны с последующим замоноличиванием зазора.

Исходя из данных табл. 2, видно, что в зависимости от вида повреждения строительные конструкции по величине разрушения делятся на пять степеней: слабую, среднюю, повышенную, сильную и чрезвычайно сильную.

Для слабых разрушений характерно то, что основным строительным конструкциям удается сохранить свою целостность, при этом значительный ущерб приходится на остекления, двери, ворота и перегородки. Так же незначительному повреждению подвергаются технологическое оборудование, вентиляционные короба, незакрепленное оборудование и т.п. Данный характер повреждений возникает при нагрузках до 3,5 кПа. При этом дальнейшая эксплуатация здания возможна после незначительного ремонта.

Последствиями повышенной и средней степени разрушения, являются частичное разрушение несущих конструкций, плит покрытия, дверей, кровли и оборудования [3, 4]. Такой характер повреждений возникает при нагрузках до 12 кПа. Дальнейшая эксплуатация здания, подвергшегося подобным нагрузкам, возможна после проведения восстановительных работ.

К сильным видам разрушения относятся: значительное повреждение каменных конструкций зданий, образование остаточных деформаций в конструкциях из стали. В дальнейшем эксплуатация здания возможна, после проведения восстановительного ремонта. При нагрузках достигающих 20 кПа и применении ЛСК понадобится усиление некоторых конструкций [5].

К чрезвычайно сильным разрушениям, относится разрушение железобетонных каркасов, выполненных без повышенной несущей способности. Железобетонные и стальные каркасные здания, предназначенные к повышенной несущей способности, выдерживают нагрузки до 30 кПа без видимых повреждений.

### Библиографический список

1. Краснощеков, Ю.В. Основы проектирования конструкций зданий и сооружений / Ю.В. Краснощеков, М.Ю. Заполева. Москва-Вологда : Инфра-Инженерия, 2018. 294 с.
2. Попов, Н.Н. Вопросы расчета и конструирования специальных сооружений / Н.Н. Попов, Б.С. Расторгуев. М.: Стройиздат, 1980. 190 с.
3. Орлов, Г.Г., Корольченко Д. А. Оценка степени интенсификации взрывного горения газовоздушной смеси // Пожаровзрывобезопасность. 2015. Т. 24, № 5. С. 62-67.
4. Bradley D., Mitcheson A. Mathematical solutions for explosions in spherical vessels // Combustion and Flame. Vol. 26. 1976. P. 201-217. DOI: 10.1016/0010-2180(76)90072-9.
5. Орлов Г.Г., Корольченко Д. А., Ляпин А. В. Оптимизация требований к конструктивным и объемно-планировочным решениям при проектировании зданий и сооружений для взрывоопасных производств // Пожаровзрывобезопасность. Т. 23, № 11. С. 67-74.

### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

*Павленко Алексей Олегович – бакалавр ФГБОУ ВО «СибАДИ» (644080, г. Омск, пр. Мира, 5, e-mail: pavlenko.alexu@yandex.ru).*

*Краснощеков Юрий Васильевич – доктор технических наук, доцент ФГБОУ ВО «СибАДИ» (644080, г. Омск, пр. Мира, 5).*

*Pavlenko Alexey Olegovich – Bachelor The Siberian State Automobile and Road University (644080, Omsk, Mira, 5, e-mail: pavlenko.alexu@yandex.ru).*

*Yuri Vasilyevich Krasnoshchekov – doctor of technical sciences, The Siberian State Automobile and Road University (644080, Omsk, Mira Ave, 5).*

## СОСТОЯНИЕ И ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСА ОМСКОЙ ОБЛАСТИ

**А.Е. Черникова**

ФГБОУ ВО «СибАДИ», Россия, г. Омск

***Аннотация.** В статье представлен анализ функционирования транспортного комплекса Омской области по ряду показателей: количество организаций, объем перевозок, грузооборот, взаимосвязь ВРП и объемных показателей деятельности транспорта. Определены тенденции и проблемы, характерные для транспортного комплекса, представлены документы, определяющие его развития на современном этапе.*

***Ключевые слова:** транспорт, показатели деятельности транспортного комплекса, проблемы развития транспорта, Омская область.*

### **Введение**

Одной из составляющих экономики региона, в том числе и Омской области, выступает инфраструктура, особую роль в которой занимает транспортный комплекс. Транспортный комплекс, в настоящее время начинает играть ведущую роль в расширении перспектив социально-экономического развития Омской области, поскольку выступает структурной составляющей региональной экономики.

### **Основная часть**

Транспортный комплекс региона можно рассматривать как систему находящихся тесной взаимосвязи элементов, подчиненных определенным законам. Под транспортным комплексом можно понимать совокупность различных видов транспорта, находящихся во взаимодействии при выполнении перевозок [4].

В Омской области, как и в других регионах, транспортный комплекс является одной из крупнейших базовых отраслей региона, важнейшей составной частью производственной и социальной инфраструктуры. Функционирование транспортного комплекса способствует развитию внешнеторговых отношений, обеспечивает условия экономического роста, повышает конкурентоспособность экономики региона с точки зрения ее транзитного потенциала и качества жизни населения.

В настоящее время транспортный комплекс Омской области представлен всеми видами транспорта: железнодорожный, трубопроводный, воздушный, внутренний водный, автомобильный, электрический. Комплекс различных видов транспорта, находящихся в зависимости и взаимодействии при выполнении перевозок представляет собой транспортный комплекс Омской области. При этом каждый вид транспорта выполняет свою функцию в рамках транспортного комплекса региона, исходя из исторических, географических, экономических особенностей развития.

Особенности географического и геополитического положения Омской области определяют преимущества экономики региона. Омская область находится вблизи с ресурсодобывающими регионами, что создает благоприятные предпосылки для внешнеэкономических и внутриэкономических связей.

Омская область обладает высоким транзитным потенциалом благодаря своему выгодному географическому положению. Территорию области пересекает Транссибирская железнодорожная магистраль, соединяющая западные и восточные районы страны, автомобильные дороги федерального значения.

Город Омск входит в число городов с численностью населения более 1 млн. чел. По численности населения уступает в Сибирском федеральном округе Новосибирску [3].

Представленные преимущества являются важнейшим фактором, определяющие перспективы социально-экономического развития области и транспортного комплекса в частности.

Роль транспортного комплекса в социально-экономическом развитии Омской области определяется показателями их функционирования (таблица 1).

## ЭКОНОМИКА

Таблица 1 – Динамика изменения ВРП, объемов перевозок и грузооборота транспорта Омской области за 2010-2016 гг.

Показатель	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
ВРП, млн. руб.	382 620,4	451 418,8	491 507	551 734	602 605,1	618 127,7	625 918,1
<b>Объем перевозок грузов, млн т</b>							
Транспорт: всего	47,1	51,4	48,4	41,6	49,5	48,6	46,9
автомобильный	25,2	29,1	24,9	26,6	26,3	23,6	20,4
железнодорожный	16,7	17,1	18,5	16,7	17,2	17,2	16,0
<b>Грузооборот, млн т*км</b>							
Транспорт: всего	121,1	127,5	122,4	127,8	134,1	132,1	129,6
автомобильный	1,0	1,2	1,1	1,7	2,7	2,1	1,9
железнодорожный	79,1	84,3	84,8	85,5	89,4	88,4	86,5

В экономике региона прослеживается сложная динамическая связь ВРП, объем перевозок, грузооборота. ВРП формируется под влиянием множества факторов, среди которых транспортный комплекс занимает важное место. Темп роста ВРП в 2016 году составил 101,2% к уровню 2015 года, и начиная с 2010 года прослеживается положительная динамика по данному показателю, что подтверждают данные представленные на рисунке 1.

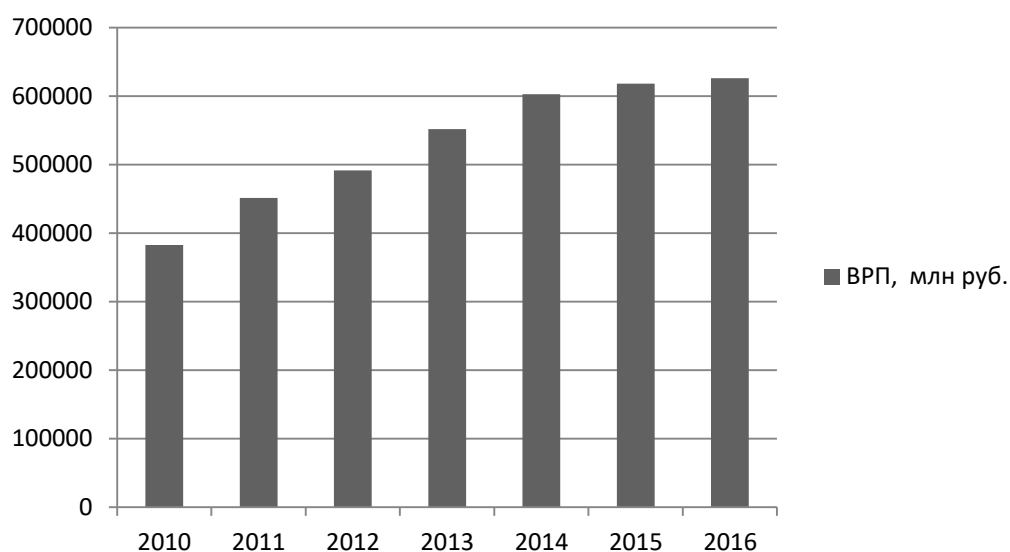


Рис. 1. Динамика изменения ВРП Омской области за 2010-2016 гг.

Рост данного показателя составил более 240 000 млн. руб. к уровню 2010 года. Как видно из сопоставления данных (табл. 1) рост объемных показателей работы транспортного комплекса поддерживается общеэкономическим ростом. Сопоставление приводит к тому, что темп роста ВРП превышает темпы роста объемных показателей работы транспорта. Среднегодовой темп прироста объемных показателей составляет 6% за рассматриваемый период. В 2014 году в связи с ростом внешнеполитических рисков и введением санкций в отношении российских компаний наблюдается замедление динамики по объемным показателям функционирования транспортного комплекса и ВРП Омской области [2,7].

Важной характеристикой отрасли являются данные об объемах перевозок по всем видам транспорта. Согласно данным, приведенным в таблице 1 общий объем перевозок грузов в 2016



## ЭКОНОМИКА

году составил 46,9 и оказался ниже уровня 2010 г. (99,57% уровню 2010 г). Максимальный объем перевозок приходится на 2011 г., и превысил перевозки 2010 г. на 9,1%, 2016 г. – на 9,6%.

Доля автомобильного транспорта в структуре перевозок грузов составляет и прослеживается в целом в анализируемом периоде. Это обусловлено тем, что автомобильный транспорт выполняет особую роль, оказывая существенное влияние на формирование траектории развития Омской области.

Для проведения анализа функционирования транспортного комплекса в рассматриваемом периоде необходимо рассмотреть данные о грузообороте транспорта, выраженные в т\*км. (табл. 1). Данные, представленные на официальном сайте Федеральной службы государственной статистики по Омской области свидетельствуют о том, в натуральном выражении основной объем перевозок грузов выполняет автомобильный транспорт, хотя в совокупном грузообороте доминирует железнодорожный транспорт. Железнодорожный транспорт оставил за собой приоритет на осуществление грузовых и пассажирских перевозок на дальние расстояния. Рост данного показателя за указанный период 7,1% и составляет 86,5 млн т\*км в 2016 г., что в целом отражает его существенное влияние на макроэкономические показатели, а именно ВРП Омской области [1].

Несмотря на это, преимущества выгодного положения Омской области используются не в полном объеме. При наличии транспортной инфраструктуры, объем перевезенных грузов очень низкий и уступает многим субъектам РФ с меньшим количеством транспортных коридоров.

В последние годы структура ВРП не претерпела существенных изменений. Геополитическое расположение Омской области обуславливает большую долю транспорта в ВРП и экономике области в целом. В таблице 2 представлена структура ВРП Омской области по видам экономической деятельности [8].

Таблица 2 – Структура ВРП по видам экономической деятельности (в процентах к итогу года)

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Валовый региональный продукт, в том числе:	100	100	100	100	100	100	100
сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство	9,4	9,7	6,3	8,4	8,6	9,6	9,2
обрабатывающее производство	34,8	37,4	37,8	36,3	37,8	36,3	37,3
оптовая и розничная торговля; ремонт автотранспортных средств, бытовых изделий	13,2	13,0	13,5	13,1	13,2	12,4	11,7
операции с недвижимым имуществом, аренда и предоставление услуг	7,1	7,7	8,0	8,3	8,6	9,5	9,9
транспорт	7,9	7,0	6,8	7,0	6,9	7,8	7,7
здравоохранение и предоставление социальных услуг	3,8	3,8	4,1	4,4	4,4	4,4	4,4
образование	3,5	3,4	3,7	3,9	3,8	3,8	3,9
строительство	7,7	6,5	7,4	5,9	5,0	4,6	4,3
прочее	12,6	11,5	12,4	12,6	11,7	11,6	11,6

Деятельность предприятий транспортного комплекса напрямую зависит от экономических процессов Омской области, а также от сложившейся конъюнктуры рынка. На рисунке 2 отражена структура ВРП Омской области за 2016 год в процентном соотношении.



*Рис. 2. Структура ВРП Омской области за 2016 год, %*

Исходя из анализа доля транспортной комплекса в структуре ВРП составляет более 7% , что связано с большим экономическим потенциалом региона, уступая таким отраслям как обрабатывающее производство, оптовая и розничная торговля, сельское хозяйство. При этом деятельность транспортного комплекса, осуществляющего грузовые перевозки зависит от уровня развития отраслей экономики, выступающих потенциальным отправителем и получателем услуг.

В таблице 3 отражены данные, характеризующие развитие организаций, работающие в сфере транспортного комплекса Омской области [8].

Таблица 3 – Развитие организаций транспортного комплекса Омской области за 2012-2015 г

Период	Количество организаций	Количество вновь зарегистрированных организаций	Количество официально ликвидированных организаций
2012	3 089	343	190
2013	3 260	354	146
2014	3 378	379	263
2015	3 528	439	195
2016	3 722	185	108
2017	нет данных		

За период 2012-2015 г на 14, 2% увеличилось число организаций, работающих в транспортной отрасли Омской области, что составило 3 528 организаций в 2015 г. против 3 089 в 2012 г. Данная динамика сохраняется по количеству зарегистрированных организаций транспортного комплекса Омской области. Темп прироста составил 27% за анализируемый период.

Одним из основных документов, определяющим стратегию развития транспортного комплекса региона, является Стратегия социально-экономического развития Омской области до 2025 г. Целью развития транспортного комплекса, в рамках разработанной Стратегии, является создание современного высокотехнологичного центра обслуживания и переработки

транзитных грузопотоков, полное и качественное удовлетворение потребностей секторов экономики и социальной сферы в грузовых и пассажирских перевозках.

Приоритетными проектами по развитию транспортного комплекса являются:

- создание мультимодального транспортного узла в городе Омске;
- развитие сети транспортно-логистических центров;
- развитие международного транссибирского железнодорожного транспортного коридора;
- строительство автомобильной дороги "Тобольск - Тара - Томск";
- строительство автомобильной дороги "Северный обход города Омска" [5].

Необходимо отметить, что все основные проблемы функционирования транспортного комплекса РФ в полной мере присутствуют на уровне Омской области. Негативное влияние на развитие транспортного комплекса Омской области оказывают факторы: общая макроэкономическая напряженность, снижение покупательской способности населения, рост себестоимости транспортных услуг, снижение объемов импорта, что негативно сказывается на показателях деятельности транспортного комплекса.

Таким образом, проведенный анализ функционирования транспортного комплекса Омской области позволяет выявить проблемы и тенденции его развития:

- сокращение объемов перевозки грузов из-за нестабильной макроэкономической ситуации в стране, снижения потребительской активности юридических и физических лиц;
- сокращение объемов транзитных перевозок грузов в результате введения экономических санкций;
- рост тарифов на транспортные услуги;
- низкий уровень инвестиций в основной капитал транспортного комплекса региона;
- низкие темпы обновления основных фондов по всем видам транспорта. Степень износа основных фондов транспортного комплекса более 70% и сохраняется тенденция к устареванию.

Наличие указанных проблем приводит к росту транспортных издержек и требует принятия мер по преодолению негативных тенденций, сложившихся в развитии транспортного комплекса Омской области [6].

### **Заключение**

Транспортный комплекс оказывает все большее влияние на развитие конкурентных преимуществ Омского региона и формирование макроэкономических показателей его развития. Транспорт обеспечивает нормальное функционирование и развитие других отраслей, являясь основой их взаимосвязи и комплексного развития.

### **Библиографический список**

1. Эйхлер Л.В., Черникова А.Е. Планирование конечных результатов хозяйственной деятельности грузовых автотранспортных предприятий [Электронный ресурс]: монография Омск: СибАДИ, 2015. 98 с. Режим доступа : <http://elibrary.ru/item.asp?id=25637337>.
2. Методологические основы интеграции на автомобильном транспорте [Электронный ресурс]: монография / Л. В. Эйхлер ; СибАДИ. - Омск : СибАДИ, 2008. - 192 с. – Режим доступа : [http://bek.sibadi.org/cgi-bin//cgiirbis\\_64.exe](http://bek.sibadi.org/cgi-bin//cgiirbis_64.exe).
3. Бирюков В.В., Эйхлер Л.В. Организационно-экономические аспекты развития транспортных систем и предприятий автотранспорта в современных условиях: монография. СибАДИ. Омск: СибАДИ, 2008.
4. Черникова А.Е. Систематизация подходов к трактовке понятия транспортный комплекс // Наука о человеке: гуманитарные исследования. 2017. 3 (29). С. 172-175.
5. Черникова А. Е., Ренгольд О.В. Транспортный комплекс и его влияние на региональное развитие // Динамика систем, механизмов и машин. 2016. Т. 4. № 1. С. 237-239
6. Аверина Л.М., Матушкина Н.А., Лаврикова Ю.Г. Переход транспортного комплекса региона на инновационный путь развития // Экономика региона. 2010. №4. С. 102-111.
7. Будрин, А.Г., Будрина, Е.В., Григорян, М.Г. и др. Экономика автомобильного транспорта: учеб. пособие для студ. вузов / под. ред. Г.А. Кононовой. М.: Изд-кий центр «Академия», 2016. 320 с.
8. Омский областной статистический ежегодник: [сборник: в 2 ч.] / Федеральная служба государственной статистики, Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Омской области. [Офиц. изд.]. Омск: Омкстат, 2017. Ч. 2. 2017. 390 с

## STATUS AND TRENDS OF THE DEVELOPMENT OF THE TRANSPORT COMPLEX OF THE OMSK REGION

**A.E. Chernikova**

Siberian Automobile and Highway University (SibADI)

**Abstract.** *The article presents an analysis of the functioning of the transport complex in the Omsk region on a number of indicators: the number of organizations, the volume of traffic, freight turnover, the relationship between GRP and volumetric transport performance indicators. The trends and problems characteristic for the transport complex are defined, the documents determining its development at the present stage are presented.*

**Keywords:** *transport, transport complex performance indicators, transport development problems, Omsk region.*

### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

*Черникова Анастасия Евгеньевна (Россия, Омск) – кандидат экономических наук, доцент, ФГБОУ ВО «СибАДИ» (644080, г. Омск, пр. Мира, 5; e-mail: rl.sysadmin@rambler.ru).*

*Chernikova Anactacia Evgenevna (Russian Federation, Omsk) – candidate of economical science, docent of the Economy and management at the enterprise, Siberian Automobile and Highway University (SibADI) (644080, Mira 5, prospect, Omsk; e-mail: rl.sysadmin@rambler.ru).*