

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Институт горного дела, геологии и геотехнологий
институт
Горные машины и комплексы
кафедра

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ А.В.Гилев
подпись инициалы, фамилия
« _____ » _____ 2018 г.

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

21.05.04.09 «Горные машины и оборудование»

код и наименование специализации

Оценка состояния и разработка предложений по совершенствованию

тема

перевозки угля автомобильным транспортом.

Руководитель

подпись, дата

И.И.Демченко

инициалы, фамилия

Выпускник

подпись, дата

А.А. Бобронников

инициалы, фамилия

Консультанты:

Экономическая часть

подпись, дата

А.Д.Бурменко

инициалы, фамилия

Безопасность

жизнедеятельности

подпись, дата

Н.М.Капличенко

инициалы, фамилия

Нормоконтролер

подпись, дата

И.И.Демченко

инициалы, фамилия

Красноярск 2018

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт горного дела, геологии и геотехнологий

институт

Горные машины и комплексы

кафедра

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

_____ А.В.Гилев _____

подпись инициалы, фамилия

« ____ » _____ 2018 г

ЗАДАНИЕ
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ
в форме дипломной работы.

Студенту Бобронникову Александру Александровичу

фамилия, имя, отчество

Группа Гм 12-12 Направление (специальность) 21.05.04 Горное дело,

номер

код

специализация 21.05.04.09 «Горные машины и оборудование»

наименование

Тема выпускной квалификационной работы Оценка состояния и разработка Предложений по совершенствованию перевозки угля автомобильным транспортом

Утверждена приказом по университету № 705/с от 23 января 2018 года

Руководитель ВКР И.И.Демченко , профессор , доктор технических наук

инициалы, фамилия, должность, ученое звание

кафедры Горные машины и комплексы

место работы

Исходные данные для ВКР железнодорожная станция Бугач, ООО «Красноярский гортоп», котельная Северо-западного района г.Красноярск Назаровская ГРЭС

Перечень разделов ВКР Проблемы, связанные с транспортировкой угля навалом. Существующая и предлагаемая технология перевалки угля на угольном складе железнодорожной станции Бугач г.Красноярск; Математическая модель расчета площадей складов при буртовом и контейнером способе хранения

Перечень графического материала Презентация в количестве 11 слайдов,

Руководитель ВКР

подпись

И.И.Демченко

инициалы и фамилия

Задание принял к исполнению

А.А. Бобронников
подпись, инициалы и фамилия студента

« ___ » _____ 20__ г.

Содержание

Введение	5
1. АВТОМОБИЛЬНЫЕ ПЕРЕВОЗКИ УГЛЯ.....	7
1.1.ИССЛЕДОВАНИЕ СУЩЕСТВУЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИИ ДОСТАВКИ И УГЛЯ АВТОМОБИЛЬНЫМ ТРАНСПОРТОМ ПО КРИТЕРИЮ СОХРАН-НОСТИ И ЭКОЛОГИЧНОСТИ ПРОЦЕССА	7
1.2. ОЦЕНКА СООТВЕТСТВИЯ МАССЫ УГЛЯ В КУЗОВЕ И ГРУЗОПОДЪЕМ-НОСТИ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ АВТОТРАНСПОРТ- НЫХ СРЕДСТВ, ПЕРЕВОЗЯЩИХ ТВЕРДОЕ ТОПЛИВО	17
2. МОДЕЛЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО АВТОТРАНС-ПОРТНОГО СРЕДСТВА ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ СОРТОВОГО УГЛЯ.....	29
3. ПОДВИЖНОЙ СОСТАВ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ КОНТЕЙНЕРОВ.....	31
4. БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРИ АВТОМО- БИЛЬНЫХ ПЕРЕВОЗКАХ	39
5. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОНТЕЙНЕРОВ НА СКЛАДАХ ПЕРЕГРУЗКИ И ВРЕМЕННОГО ХРАНЕНИЯ УГЛЯ	42
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	47

Введение

В настоящее время нельзя представить современное общество, без полезных ископаемых. Весь технический прогресс, научные открытия, всё чего добилось современное общество не было бы реализовано, если бы не полезные ископаемые, которые подразделяются на горючие, рудные и не рудные. В данной работе мы затронем горючие полезные ископаемые, а именно уголь, его транспортировку и складирование.

Уголь — полезное ископаемое, вид топлива, образовавшийся как из частей древних растений, так и в значительной степени из битумных масс, излившихся на поверхность планеты, подвергшихся метаморфизму вследствие опускания на большие глубины под землю под высокими температурами и без доступа кислорода. Международное название углерода происходит от лат. carbō («уголь»). Уголь был первым из используемых человеком видов ископаемого топлива. Он позволил совершить промышленную революцию, которая в свою очередь способствовала развитию угольной промышленности, обеспечив её более современной технологией.

Уголь относят к навалочным грузам. Для его транспортировки в больших объемах используется железнодорожный и водный транспорт. Однако для каждого потребителя железнодорожные пути не подведешь. Приходится использовать другие виды транспорта. Без автомобиля здесь не обойтись.

Автомобильным транспортом, уголь перевозят как из забоя разреза до промежуточного склада и затем может перегружаться на другой более эффективный вид транспорта может быть так- же шоссейный автомобильный транспорт.

В основном для перевозки угля автотранспортом используются самосвалы. Они удобны тем, что выгрузка происходит автоматически путем наклона кузова. Часто можно встретить самосвальные прицепы, в которых предусмотрена боковая выгрузка. Грузоподъемность таких машин разная. Для больших объемов угля могут применяться самосвалы, которые способны перевозить до 30т груза. Это больше подходит для потребителей, которые используют уголь в производственных целях (промышленные предприятий, котельные). Частники больше прибегают к грузовикам до 5т.

При перевозке угля важно учитывать некоторые особенности такого груза. Пренебрежение ими может привести к потере качества и усложнению самого процесса доставки. Прежде всего, нужно знать, что при

транспортировке на дальние расстояния качество угля может ухудшиться в связи с его возможным дроблением. Также важно учитывать температурный режим. Перевозка при высокой температуре может привести к самовозгоранию, а при низких – к смерзанию. В последнем случае разгрузка будет существенно затруднена.

При перевозке не исключается естественная убыль груза, ведь обычно уголь в самосвалы грузят с «горкой» и перевозят без какого-либо покрытия. Ветер, дождь, снег приводят к некоторым потерям. Кроме того, вследствие тряски, уголь может дробиться, превращаясь в пылевую смесь. Поэтому на доставку влияют скоростной режим, качество покрытия дорог, сила ветра и климатические осадки.

1. АВТОМОБИЛЬНЫЕ ПЕРЕВОЗКИ УГЛЯ

В снабжении углем потребителей средней и малой мощности автомобильный транспорт является наиболее удобным и доступным видом транспорта, и, прежде всего, при перевозке на относительно небольшое расстояние. Наиболее важными показателями качества перевозки грузов и угля в частности являются своевременность выполнения перевозок, сохранность количества и потребительских свойств грузов, экономичность системы доставки. Автомобильный транспорт задействован как в прямых поставках угля из забоя разреза до мест использования, так и служит звеном в более сложной транспортной цепочке с применением других видов транспорта – железнодорожным и речным.

1.1. ИССЛЕДОВАНИЕ СУЩЕСТВУЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИИ ДОСТАВКИ УГЛЯ АВТОМОБИЛЬНЫМ ТРАНСПОРТОМ ПО КРИТЕРИЮ СОХРАННОСТИ И ЭКОЛОГИЧНОСТИ ПРОЦЕССА

В перевозках угля потребителю задействованы различные виды автомобильного транспорта. Это одиночные бортовые автомобили, бортовые автомобили с прицепами, тягачи с полуприцепами. Основной же объем перевозок угля приходится на автомобили-самосвалы, т.к. по классификации грузов автомобильного транспорта уголь относится к десятой группе – навалочные грузы, которые перевозятся без упаковки и не требуют защиты при перевозке от атмосферных осадков и распыления. Но с другой стороны правилами перевозки грузов автомобильным транспортом не предусмотрены и потери перевозимого навалочного груза. А имеющиеся «Нормы естественной убыли» некоторых видов грузов при хранении и перевозке их автомобильным транспортом не распространяются на уголь. Поэтому автотранспортные предприятия должны обеспечивать перевозку навалочных грузов, в частности угля, без просыпей, выдувания угольной пыли и т.п. В тоже время по нормативным документам предприятий топливно-энергетического комплекса при автомобильных перевозках на потери угля списывается 3-5 % перевозимой массы топлива.

Существующая технология перевозки не способствует сохранности количества и качества угля, а приводит к потерям и как следствие к загрязнению близлежащих от транспортных магистралей территорий и воздушного бассейна. Перевозимый уголь по гранулометрическому составу изменяется в широком диапазоне, и каждая его фракция при транспортировке

теряется по своему. Угольная пыль просыпается, выдувается потоком воздуха или вымывается атмосферными осадками. Угольная мелочь теряется по тем же причинам, но в большей степени просыпается. И весь уголь теряет в качестве от увлажнения атмосферными осадками, уменьшающими его теплотворную способность. Точно оценить полные потери угля при перевозке автотранспортом не представляется возможным, т.к. на потери влияют многие факторы. Трудно оценить любой вид потерь, но особенно угольную пыль и мелочь. Так как просыпавшаяся угольная пыль и мелочь не остается на твердом дорожном покрытии, а уносится ветром, смывается осадками и смешивается с почвой. Вес просыпавшегося кускового угля тоже сложно определить, ввиду того, что его куски попадают под колеса проезжающих автомобилей и измельчаются в ту же угольную пыль. Поэтому, чтобы попытаться оценить потери угля при перевозке его автомобильным транспортом, необходимо проводить наблюдения за транспортным средством, перевозящим уголь на маршруте. Такие наблюдения за перевозками угля автомобильным транспортом были проведены на территории Красноярского края в г.г. Красноярск, Ачинск, Лесосибирск, Канск, Дивногорск, а также на маршрутах доставки угля в районы края: Северо-Енисейский, Мотыгинский, Большемуртинский и др. Изучение перевозок угля позволило установить, что потери распределяются по длине маршрута неравномерно, большие в начале транспортирования, когда происходит «утряска» угля в кузове и ссыпание кусков угля и мелочи, находящихся на бортах кузова и оказавшихся там при погрузке. Участки дороги при выезде с угольных складов усыпаны угольной пылью (рисунок 1). Упавшие даже крупные куски угля измельчаются под колесами следом проходящих автомобилей (рисунок 2). Выезды с угольных складов (г. Красноярск, станция «Бугач»), как правило, не отличаются высоким качеством дорожного покрытия, изобилуют рытвинами, ухабами, что также сильно влияет на потери угля на начальном этапе транспортирования.

Наблюдения за перевозками позволяли выявить следующие факторы, влияющие на потери угля (таблица 1) и оценить на качественном уровне степень их влияния: знак « - » соответствует слабому влиянию, « 0 » - среднему и « + » сильному.

Таблица 1-Факторы, влияющие на потери угля при перевозках автомобильным транспортом

Факторы	Степень влияния
1. Дорожные условия	
1.1. Тип дорожного покрытия	
1.1.1. Асфальто- и цементобетонное	-
1.1.2. Сборное железобетонное	+
1.1.3. Щебеночное, гравийное, шлаковое и грунтощебеночное	+
1.1.4. Укатанное грунтовое	+
1.2. Состояние дорожного покрытия (ухабы, рытвины, ж.д. переезды)	+
1.3. План трассы (повороты, виражи)	+
1.4. Профиль трассы (подъемы, спуски)	+
2. Подвижной состав	
2.1. Тип подвижного состава	
2.1.1. Бортовой автомобиль	0
2.1.2. Прицеп	0
2.1.3. Полуприцеп	0
2.1.4. Самосвал (без заднего борта)	+
2.2. Техническое состояние подвижного состава	
2.2.1. Основных бортов и днища	+
2.2.2. Надставных бортов	+
2.2.3. Подвески	+
2.3. Форма кузова	-
2.4. Периметр кузова	0
3. Темперамент водителя	
3.1. Сангвиник	+
3.2. Флегматик	-
3.3. Холерик	+
3.4. Меланхолик	0
4. Груз и условия погрузки	
4.1. Марка угля	-
4.2. Гранулометрический состав	+
4.3. Загрузка кузова	
4.3.1. Погрузка с «шапкой»	+
4.3.2. Погрузка без «шапки»	-
5. Погодные условия	
5.1. Температура воздуха	-
5.2. Ветер	+
5.3. Осадки (дождь, снег)	0
5.4. Влажность	0



Рисунок 1- Угольный склад станции Бугач г. Красноярск



Рисунок 2- Потери угля на ул. Калинина г. Красноярск.

Далее, приведем пояснения к собранным в таблице результатам наблюдений.

Рассматривая фактор дорожных условий, отметим, что потери зависят от типа дорожного покрытия и очень сильно от его состояния. Минимальные при хорошем покрытии, когда угольные потери происходят в результате

выдувания мелочи потоком воздуха и просыпей, что происходит либо в кормовой части кузова при отсутствии заднего борта, либо через щели в бортах кузова. Большие потери происходят при перевозке по сборным железобетонным плитам, гравийным и щебеночным дорогам. Например, завоз угля в Северо-Енисейском районе от угольного склада на р. Енисей в районе с. Назимово до п.г.т. Северо-Енисейский по зимнику на порядок превышает потери угля при его перевозке, например, на участке федеральной трассы М-53 Ачинск-Красноярск. На потери угля влияет профиль и план трассы. Так, например, при наблюдениях за перевозками угля в г. Дивногорске отмечено значительное увеличение потерь на прямолинейном участке дороги идущей на подъем. Однако наибольшая интенсивность угольных потерь, измеряемая в килограммах угля на погонный метр дороги (кг/м), приходится места железнодорожных переездов, рытвины и ухабы.

Влияние дорожных условий на потери даже по известным маршрутам перевозки угля дает разные результаты. Например, может возникнуть кочка от просыпавшегося груза ранее прошедшего автомобиля. Изменились дорожные условия, изменились и потери. Затем дорожные службы убирают ее, опять меняются дорожные условия, и, следовательно, потери. Выявленные закономерности потерь угля от дорожных условий на условном маршруте представлены на рис. 1.4 в виде графика интенсивности потерь.

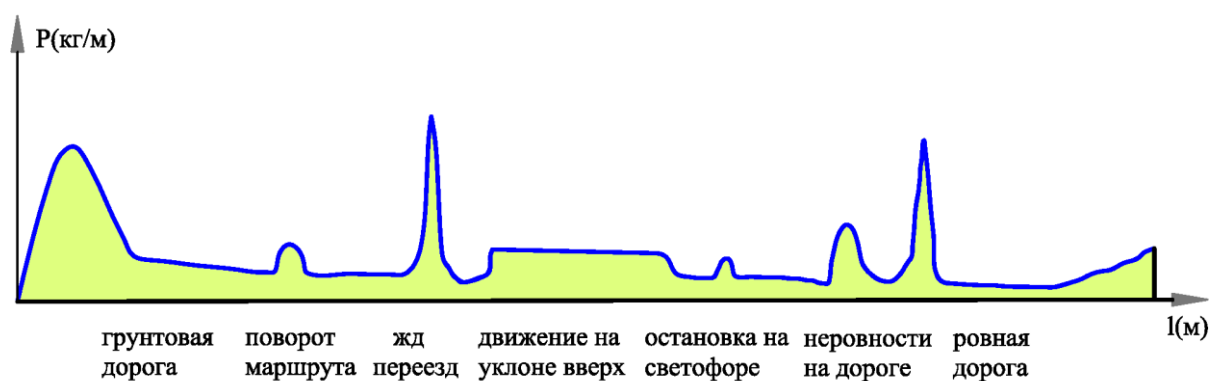


Рисунок 3- График интенсивности потерь угля на маршруте перевозки автомобильным транспортом

Обсудим зависимость потерь угля на маршруте от **подвижного состава**, задействованного в перевозке. Рассматривая типы подвижного состава, участвующего в перевозках угля, следует отметить, что различие между ними не сильно влияет на потери, за исключением самосвала без заднего борта. При погрузке, ввиду небольшой объемной массы угля, его

грузят с «шапкой». При движении от тряски и вибрации угол естественного откоса уменьшается, угольная шапка оседает, и уголь, находящийся в кузове, сдвигается к бортам, откуда и происходит его падение. Особенно большие потери происходят при отсутствии заднего борту автомобиля-самосвала. В тоже время форма кузова, как и периметр, величина которого может отличаться значительно, например, у бортового автомобиля и у полуприцепа, мало влияют на потери, Это происходит потому, что при погрузке углы кузова меньше заполнены, чем средняя часть, и оседающая «шапка» в значительной степени попадает туда. При правильной загрузке, т.е. когда основание «шапки» ниже на 10-15 см высоты бортов, потери будут в основном от выдувания мелочи потоком воздуха.

Более серьезное влияние на потери оказывает техническое состояние подвижного состава, в частности герметичность кузова и состояние подвески. Щели между бортами, а также бортами и днищем, приводят к просыпанию мелких фракций угля при движении транспортного средства. Увеличение автотранспортными предприятиями коэффициента использования грузоподъемности при перевозках угля с помощью надставных бортов сопровождается низким качеством их изготовления (щелями), что и приводит к потерям. Иногда, особенно в сельских транспортных предприятиях, надставные борта изготавливают из древесины, что зачастую приводит к образованию щелей, как между досками, так и между основным бортом и надставным. Кроме того, при погрузке деревянные надставные борта трескаются, ломаются, что при перевозке сказывается на сохранности груза.

Большое влияние на потери оказывает состояние подвески подвижного состава. При жесткой подвеске перевозимый уголь испытывает большие динамические нагрузки, как при езде по неровной дороге, что приводит к большим потерям.

Фактор **темперамент водителя** определяется следующими основными типами :

Сангвиник характеризуется сильной, уравновешенной и подвижной нервной системой. Это живой, активный человек, с быстрой сменой настроения. Он легко справляется с задачами, требующими быстрой сообразительности. Быстро принимает решения, легко входит в контакт с людьми. У него преобладает бодрое, хорошее настроение. Сангвиник – оптимальный тип для работы водителем автомобиля, особенно в условиях городов и на оживленных магистралях. Однако динамичная манера вождения

водителя - сангвиника зачастую приводят к потерям. Потери угля при перевозке водителем сангвиником – средние.

Флегматик обладает сильной, уравновешенной, но инертной нервной системой, что выражается в замедленном переходе от состояния возбуждения к торможению, и наоборот. Водитель флегматического темперамента хорошо проявляет себя в длительных рейсах, устойчив к монотонным раздражителям. В условиях быстро меняющейся дорожной обстановки он затрудняется в ее своевременной оценке. Однако трудолюбие и упорство флегматика с приобретением опыта обеспечивают ему хорошее прогнозирование развития дорожной обстановки, что в сочетании с отсутствием с его стороны поспешных, рискованных действий позволяют ему надежно управлять автомобилем и допускать минимальные потери при перевозке сыпучих грузов, например, угля среди других типов темпераментов.

Холерик характеризуется сильной, подвижной, но неуравновешенной нервной системой. Для холерика при управлении автомобилем характерна резкость, торопливость, а, следовательно, нередко и преждевременность действий. Ему не хватает выдержки и терпения. Он часто превышает скорость, резко тормозит, идет на рискованные маневры. Для холерика необходим постоянный самоконтроль при управлении автомобилем. Потери угля при перевозке у холерика самые большие.

Меланхолик – человек со слабой нервной системой. Он отличается нерешительностью, пассивностью, вялостью. При управлении автомобилем дисциплинирован, нетороплив, старательно прогнозирует развитие дорожной обстановки, не способен к рискованным действиям, а поэтому в простых дорожных условиях может достаточно надежно управлять автомобилем. Однако при интенсивном дорожном движении, требующим быстрых решений у меланхолика нередко появляется растерянность, страх, вплоть до паники, в результате чего он может произвести неправильные, поспешные действия или же вообще прекратить управление автомобилем. Поэтому меланхолик наименее пригоден для водительской деятельности, однако и потерь угля при перевозке он допускает меньше, чем сангвиник.

Фактор груз и условие погрузки также влияет на потери. Если марка перевозимого угля почти не влияет на потери, то гранулометрический состав и особенно загрузка кузова существенно влияют на потери угля при его перевозке. При перевозке угля мелких фракций потери происходят от выветривания и просыпания мелочи через щели. Потери крупных кусков угля происходят реже в результате сваливания через кормовую часть кузова,

особенно при отсутствии заднего борта, а также через боковые борта на виражах. Потери крупных кусков угля чаще встречаются при максимальной загрузке кузова с «шапкой».

Фактор **погодных условий** тоже может оказывать влияние на потери. Наиболее сильно на потери влияет ветер, особенно когда он дует навстречу движущемуся автомобилю. Дождь может вымывать мелкие фракции угля через щели, а также увлажняет перевозимый уголь, что снижает его качество. Идущий снег при перевозке угля почти не оказывает никакого влияния на потери, т.к. его сдувает встречный поток воздуха. Хотя снег оказавшийся в кузове при погрузке вместе с углем впоследствии также увлажняет уголь, снижает его качество, уменьшая теплотворную способность.

Для выявления количественных потерь угля при перевозке его автотранспортом были проведены экспериментальные исследования на грунтовой дороге, ведущей от угольного склада ст. Бугач до асфальтированной улицы Калинина. Этот отрезок пути протяженностью около 500 м со сравнительно ровной для грунтовой дороги поверхностью имеет в двух местах явно выраженные неровности (ухабы). На ней было проведено более 300 наблюдений за перевозками угля автомобилями с замерами угольных потерь. Большая часть этих наблюдений носила вспомогательный характер. С их помощью было установлено следующее:

- сравнительно простому измерению поддаются потери кусков угля размером не менее 1 см, т.к. улавливание угольной мелочи и пыли требует более дорогих и трудно выполнимых приемов;

- основная часть кусковых потерь угля приходится на два упомянутых выше участка с неровностями, на которых в отдельных случаях потери доходили до 6 кг;

- основными факторами, влияющими на потери угля на неровностях дороги, являются: наличие заднего борта, наличие наращенных бортов и манера вождения (темперамент) водителя.

С целью уточнения влияния упомянутых факторов на потери кускового угля на неровностях дороги был проведен многофакторный эксперимент. Факторами являлись: x_1 – наличие (отсутствие) заднего борта, x_2 – наличие (отсутствие) наращенных бортов, x_3 – темперамент водителя, x_4 – номер неровности. Функцией отклика являлись угольные потери (г). Все факторы варьировались на двух уровнях; для первых трех факторов наличие фактора соответствовала (+1), отсутствию (-1), для x_4 (-1) соответствовала первой неровности, а (+1) – второй неровности, если их считать от угольного склада.

Последний фактор был управляемым, а по первым трем факторам эксперимент носил пассивный характер. Однако, автомобили для эксперимента отбирались таким образом, чтобы закрыть все 16 точек плана полного четырехфакторного двухуровневого эксперимента 2^4 . При этом удалось обеспечить равномерное трехкратное дублирование опытов, т.е. в обработке участвовало 48 специально отобранных наблюдений за автомобилями. Поскольку различные сочетания первых трех факторов встречались не с равной вероятностью, эксперимент занял более двух месяцев. Особенно редко встречалась ситуация $x_1=-1; x_2=x_3=+1$. Рандомизация опытов по редким сочетаниям факторов носила естественный характер, по остальным проводилась специально. Перед проездом «нужного» автомобиля неровность дороги подметалась от кусков угля, просыпавшихся с предыдущих автомобилей. После проезда автомобиля упавшие куски угля размером более 1 см собирались и впоследствии взвешивались в лабораторных условиях. Редкое автомобильное движение на этом участке дороги способствовало проведению эксперимента.

Обработка результатов эксперимента велась по стандартным формулам для полного факторного эксперимента. В каждой точке плана по соответствующим ей трем значениям функции отклика y_{i1}, y_{i2}, y_{i3} , вычислялись средние значение \bar{y}_i и дисперсия S_i^2 в точке:

$$\bar{y}_i = (y_{i1} + y_{i2} + y_{i3})/3; \quad S_i^2 = ((y_{i1} - \bar{y}_i)^2 + (y_{i2} - \bar{y}_i)^2 + (y_{i3} - \bar{y}_i)^2)/2, \quad i=1,2,3,\dots,16.$$

Однородность дисперсий проверялась по критерию Кохрена, дисперсии были признаны однородными. Затем была найдена дисперсия опыта.

$$S_y^2 = (S_1^2 + \dots + S_{16}^2)/16.$$

Интерес представляла не столько точность определения угольных потерь на данной конкретной дороге по найденной функции регрессии, сколько вывод о влиянии входных факторов на эти потери, поэтому при построении модели было решено ограничиться линейной частью и парным эффектами. Коэффициенты модели вычислялись по формулам:

$$b_0 = \frac{1}{16} \sum_{k=1}^{16} \bar{y}_k, \quad b_i = \frac{1}{16} \sum_{k=1}^{16} x_{i,k} \bar{y}_k, \quad b_{i,j} = \frac{1}{16} \sum_{k=1}^{16} x_{ik} x_{jk} \bar{y}_k, \quad 1 \leq i < j \leq 4.$$

Проверка найденных коэффициентов на значимость по t – критерию Стьюдента подтвердила значимость всех коэффициентов линейной части и

половины коэффициентов парных эффектов. Модель, в которой оставлены только значимые коэффициенты, имеет вид

$$y=2643-924x_1+345x_2+1472x_3+260x_4+111x_1x_2+172x_2x_4-84x_3x_4.$$

Данная модель признана адекватной по F-критерию Фишера.

Анализ модели показывает, что потери кусков угля на неровностях дороги больше всего зависят от темперамента водителя и во вторую очередь от отсутствия заднего борта. Наличие наращенных бортов влияет на потери заметно меньше. И меньше всего влияет на потери порядковый номер неровности на дороге, что вполне понятно, т.к. расстояние между ухабами не велико. При этом на втором ухабе потери несколько выше, что объясняется постепенным расползанием угольной «шапки» на начальном этапе транспортирования. Анализ парных эффектов требует большей осторожности из-за меньшей величины самих коэффициентов. Самый крупный из них b_{24} , перед x_2x_4 показывает, что машины с наращенными бортами имеют большие потери на втором ухабе, т.е. эти борта сдерживают расползание «шапки». Отрицательный коэффициент b_{34} говорит о том, что темпераментный водитель больше теряет на первой неровности, т.е. весь процесс потерь у него происходит быстрее. Положительный коэффициент b_{12} говорит о том, что отсутствие заднего борта, которое само по себе увеличивает потери, не позволяет насыпать при погрузке высокую «шапку», что уменьшает потери через наращенные борта.

Построенная модель, хоть и носит локальный характер и не включает многие факторы угольных потерь, позволяет не только оценить влияние на потери задействованных в ней факторов, но и представить в динамике процесс потерь на начальном этапе транспортирования.

Количественно оценить степень воздействия каждого фактора на потери не возможно, т.к. в реальном транспортном процессе на потери и их количество будет влиять комплекс факторов, а именно место и время перевозки, дальность и скорость движения автомобиля, дорожные условия, подвижной состав и манера вождения, гранулометрический состав угля и погодные условия. И потери угля будут тем больше, чем больше негативных факторов будут действовать в реальных условиях перевозки.

При проведении наблюдений за перевозками угля было установлено, что в перевозках участвуют почти все типы грузовых автотранспортных средств. А все ли они эффективны по критерию коэффициента использования грузоподъемности?

1.2. ОЦЕНКА СООТВЕТСТВИЯ МАССЫ УГЛЯ В КУЗОВЕ И ГРУЗОПОДЪЕМНОСТИ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ, ПЕРЕВОЗЯЩИХ ТВЕРДОЕ ТОПЛИВО

Рассмотрим подвижной состав с точки зрения эффективности его использования на перевозке угля по величине коэффициента использования грузоподъемности. В настоящее время отечественные автопроизводители выпускают широкую гамму автомобилей-самосвалов, для перевозки как достаточно легких навалочных грузов, с удельной массой $0,8 \text{ т/м}^3$, так и тяжелых - $1,5 \text{ т/м}^3$. (Заметим, что удельная масса угля меняется примерно в этих же пределах $0,8 \text{ т/м}^3 - 1,2 \text{ т/м}^3$).

Проанализируем автомобили-самосвалы выпускаемые отечественными автозаводами и государством Беларусь по грузоподъемности, форме и объемам их кузовов.

Ниже приведены примеры на рисунке 4 некоторых из рассматриваемых здесь марок подвижного состава различных автомобильных заводов.

	
ГАЗ-САЗ-3512	Зил-431412
	
ММЗ-4508-03	САЗ-1503 самосвал на базе Зил-5301БО

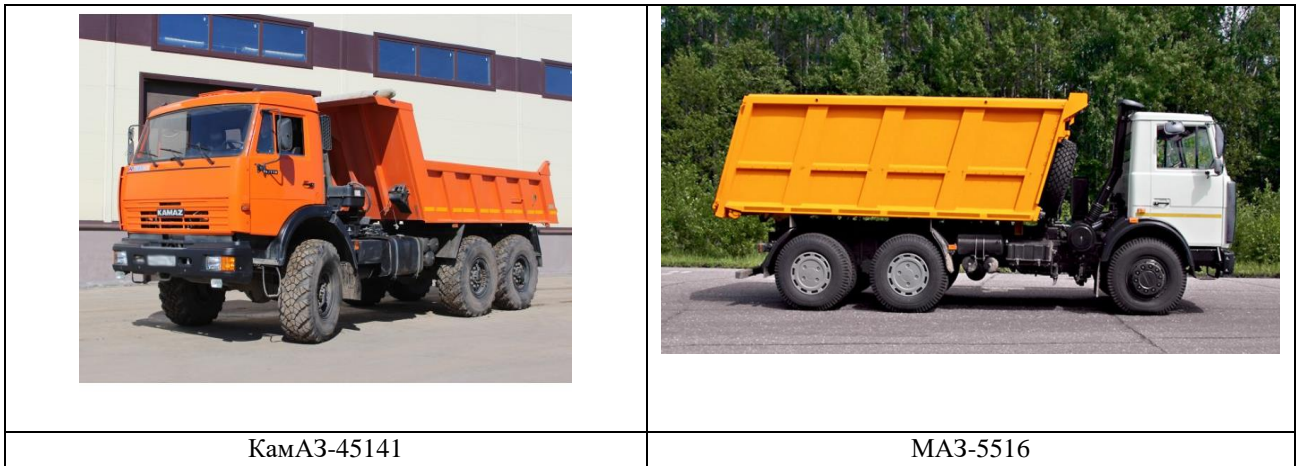
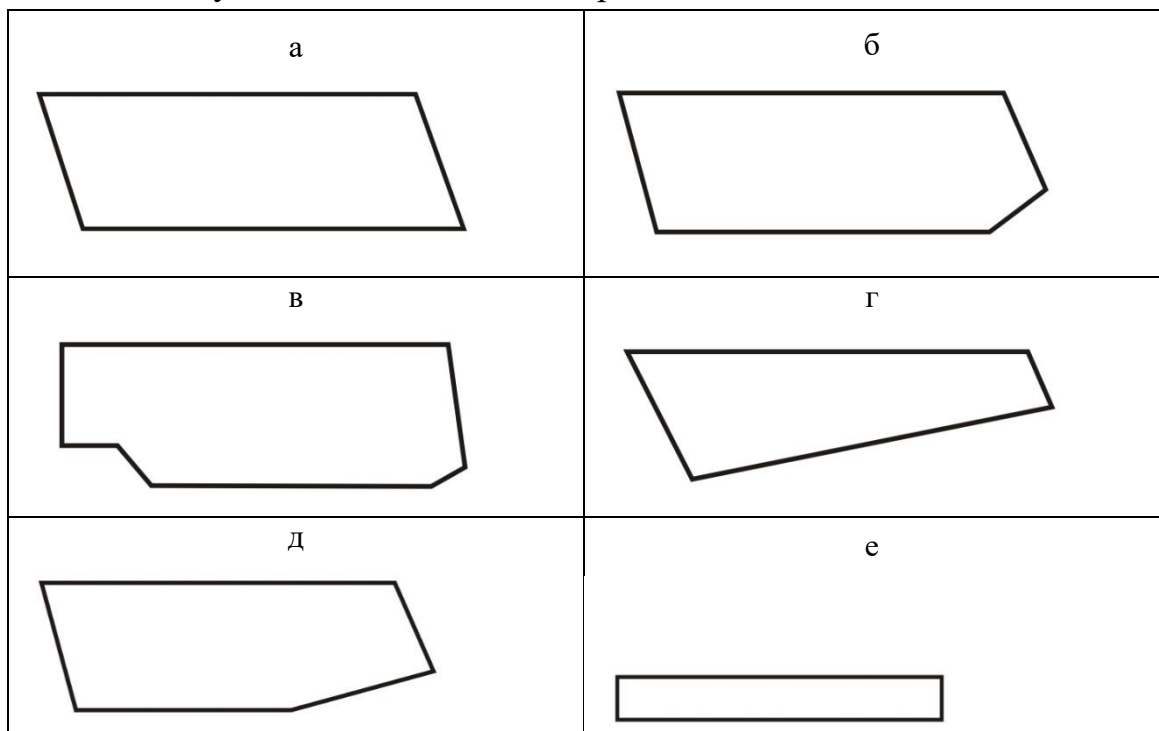
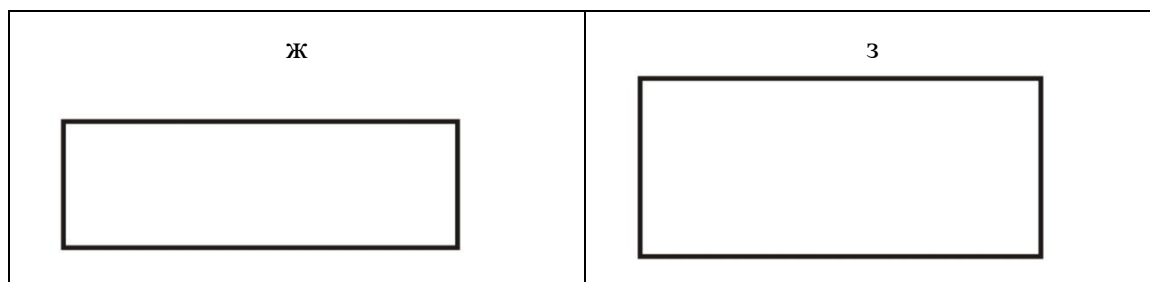


Рисунок 4-Некоторые автомобили-самосвалы для перевозки навалочных грузов

Применяемые типы кузовов достаточно разнообразны. Это и простые прямоугольные кузова для перевозки безпроблемных грузов, и сложные по геометрии и конструкции кузова, например с подогревом для предотвращения смерзания перевозимого груза.

Ниже на рисунке 5 приведены примеры кузовов автомобилей-самосвалов выпускаемых в настоящее время.





а – трапециевидной формы с плоским днищем; б - трапециевидной формы с плоским днищем и специальной короткой задней частью для превращения высыпания груза;
 в – кузов сложной формы; г - трапециевидной формы с плоским наклонным днищем;
 д - трапециевидной формы с плоским днищем и специальной длинной задней частью для предотвращения высыпания груза; е – прямоугольной формы малой высоты;
 ж – прямоугольной формы средней высоты; з - прямоугольной формы большой высоты.

Рисунок 5 – Примеры формы кузова автомобилей-самосвалов

В таблице 2 приведем краткую характеристику рассматриваемого подвижного состава:

Таблица 2- Краткая характеристика автомобилей-самосвалов

Марка	Внутренние габариты кузова, мм			Объем кузова, м ³	Грузоподъемность, кг
	длина	ширина	высота		
ГАЗ -1506	3 089	1 978	400	1,8	1 400
ГАЗ-САЗ -25041	2 850	2 260	635	3,4	3 575
ГАЗ-САЗ -25041	2 850	2 260	1 050	6,1	3 490
ГАЗ-САЗ -3507-01	3 516	2 280	620	4,2	4 325
ГАЗ-САЗ -3507-01	3 516	2 280	1 240	9,1	4 125
ГАЗ-САЗ -35071	3 516	2 280	620	4,2	3 800
ГАЗ-САЗ -35072	3 065	2 316	400	2,1	4 500
ГАЗ-САЗ -35072-10	3 050	2 337	630	3,8	3 950
ГАЗ-САЗ -3508	2 855	2 260	1 430	8,6	3 700
ГАЗ-САЗ -3512	3 056	1 940	400	1,8	1 400
ГАЗ-САЗ -35121	3 056	1 940	400	1,8	1 150
ГАЗ-САЗ -35122	2 360	1 940	400	1,4	1 215
ЗиЛ-ММЗ -554М	3 350	2 300	777	5,2	5 700
ЗиЛ-ММЗ -4502	2 600	2 300	635	3,2	6 000
ЗиЛ-ММЗ -4505	2 600	2 300	635	3,2	6 100
ЗиЛ-ММЗ -4510	2 990	2 270	580	3,3	3 000
КамАЗ -55111	5 335	2 320	1 255	14,3	13 000
КамАЗ -55111-016	5 335	2 320	1 255	14,3	13 000
КамАЗ -55111-80	5 335	2 320	1 255	14,3	13 000
КамАЗ -55102-050	5 335	2 320	1 255	14,3	7 000
КамАЗ -55102-053	5 335	2 320	1 255	14,3	7 000
КамАЗ -45141	4 125	2 320	775	6,5	9 500
КамАЗ -45142	4 125	2 320	775	6,5	14 000
КамАЗ -45143	4 125	2 320	775	6,5	10 000
КамАЗ -45143	4 125	2 320	1 530	13,7	10 000

КамАЗ -65111	5 335	2 320	1 255	7,6	14 000
КамАЗ -65115-011	5 335	2 320	1 400	16,1	15 000
КамАЗ -65115-016	5 335	2 320	1 255	14,3	15 000
КамАЗ -6520	5 335	2 320	1 900	22,3	20 000
КамАЗ -6540	5 335	2 320	1 800	21,0	18 500
КамАЗ -4528	4 125	2 320	1 900	17,2	14 500
КрАЗ -256Б1	4 440	2 463	650	6,0	12 500
КрАЗ -6130С4	4 360	2 230	1 670	15,3	15 000
КрАЗ -65055	4 360	2 230	875	7,5	16 000
КрАЗ -6510	4 360	2 230	670	5,5	13 500
КрАЗ -65032	4 360	2 230	875	7,5	15 000
КрАЗ -65032-043	4 360	2 230	1 000	8,8	18 000
КрАЗ -65034	4 360	2 230	1 000	8,8	18 000
КрАЗ -7133С4	6 000	2 356	1 500	19,8	20 700
МАЗ -5551	3 860	2 265	760	5,8	8 000
МАЗ -555102-2120	3 800	2 265	660	4,8	10 000
МАЗ -555102-2121	3 800	2 265	1 000	7,7	10 000
МАЗ -555102-2125	3 800	2 265	660	4,8	9 500
МАЗ -555102-220	3 800	2 265	660	4,8	10 000
МАЗ -555102-225	3 800	2 265	660	4,8	9 500
МАЗ -555130-2120	3 800	2 265	660	4,8	7 000
МАЗ -457040-220	3 600	2 265	400	2,4	4 600
МАЗ -551605-2125	4 440	2 032	1 085	8,9	20 000
МАЗ -551603-221	4 440	2 032	1 085	8,9	20 000
МАЗ -551650-2131	4 440	2 032	1 085	8,9	19 000
МЗКТ -652511	5 000	2 060	1 500	14,4	20 000
МЗКТ -6525	5 000	2 060	1 500	14,4	21 000
МЗКТ -6527	7 000	2 060	1 500	20,2	27 000
МЗКТ -65151-010	7 000	2 060	1 500	20,2	25 000
МЗКТ -65158-421	7 000	2 060	760	9,5	25 000
МЗКТ -65158-421	7 000	2 060	1 500	20,2	25 000
МЗКТ -65158-421	7 000	2 060	1 500	20,2	25 000
МЗКТ -75165	5 500	2 060	1 500	15,9	24 500
МоАЗ -75051				15,5	23 000
САТ -134	7 000	2 230	750	10,1	21 450
Урал -5557-10	4 500	2 284	850	7,7	7 000
Урал -55571-30	4 500	2 284	850	7,7	10 000
Урал -55571-40	4 500	2 284	850	7,7	10 000
Урал -63621				11,0	20 000
Урал -5557	3 890	2 330	1 000	8,2	7 000
Урал -5531	3 890	2 330	1 500	12,7	18 000

Оценку потребительских свойств автомобилей-самосвалов при перевозке угля по соответствию кузова и возможной установке надставных бортов, проведем исходя из условия размещения объема угля при погрузке с «шапкой», в кузове по формуле 1:

$$V = V_K + (D_K * Ш_K * B_K + \frac{Ш_K^2}{12tg^2\alpha \cdot \rho} (3D_K tg\alpha \cdot \rho - Ш_K)) \quad (1)$$

где:

V_K	- объем кузова ¹ , м ³ ; Объем кузова – произведение длины, ширины и высоты кузова. Высота кузова в расчетных целях уменьшается на 100 мм для предотвращения высыпания груза (угля) во время движения автомобиля.
D_K	- длина кузова (внутренний размер), м;
$Ш_K$	- ширина кузова (внутренний размер), м;
B_K	- высота кузова (внутренний размер), м;
α	- угол естественного откоса, град (для угля 35-50°);
ρ	- удельная плотность угля (0,8-1,2) т/м ³ .

Для расчетов примем следующие допущения:

1. α - угол естественного откоса примем равным в 40 градусов;
2. ρ - удельную плотность угля примем равной 0,8 т/м³, исходя из минимального ее значения для того, чтобы исключить неприемлемые автомобили из перевозок угля, ввиду низкого коэффициента использования грузоподъемности.

Результаты расчетов представлены в виде графиков на рисунке 6 - 12.

На графиках отображен объем угля возможного к перевозке тем или иным автомобилем-самосвалом.

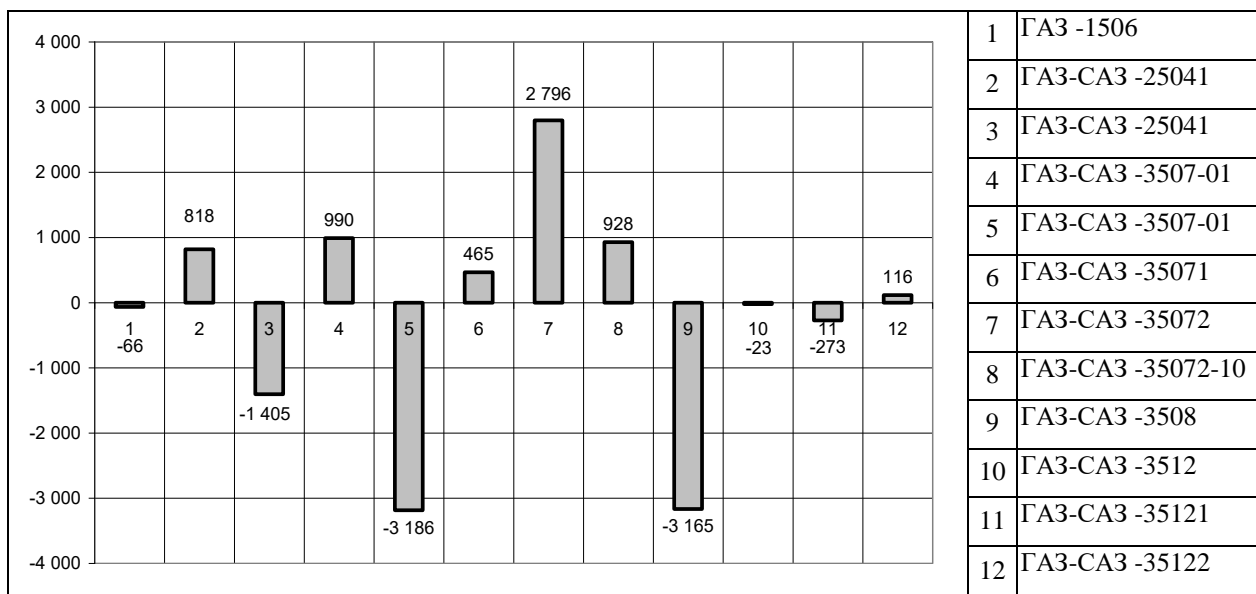


Рисунок 6- Использование провозных возможностей автомобилей марки ГАЗ

На графиках отрицательное число соответствует перегрузу автомобиля исходя из геометрических параметров кузова. Одно положительное число на графике означает количество угля, которое можно догрузить на автомобиль-самосвал в виде «шапки» до номинальной грузоподъемности. Два числа – верхнее число означает объем угля возможного к погрузке на автомобиль-самосвал с «шапкой» с одновременным применением надставных бортов для использования номинальной грузоподъемности подвижного состава.

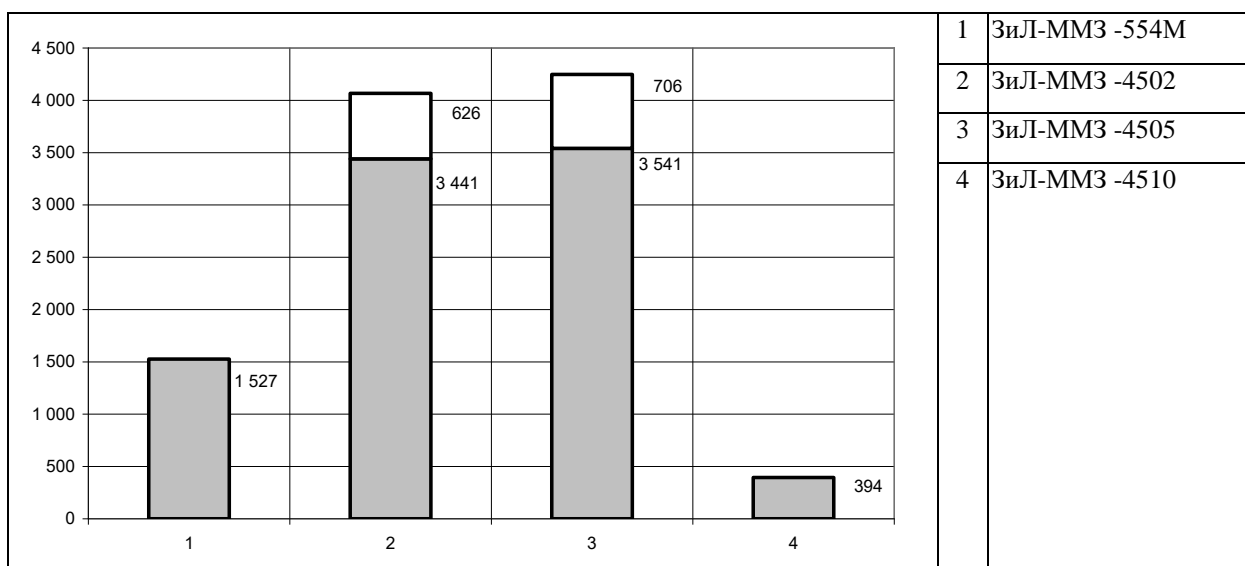


Рисунок 7- Использование провозных возможностей автомобилей марки ЗиЛ

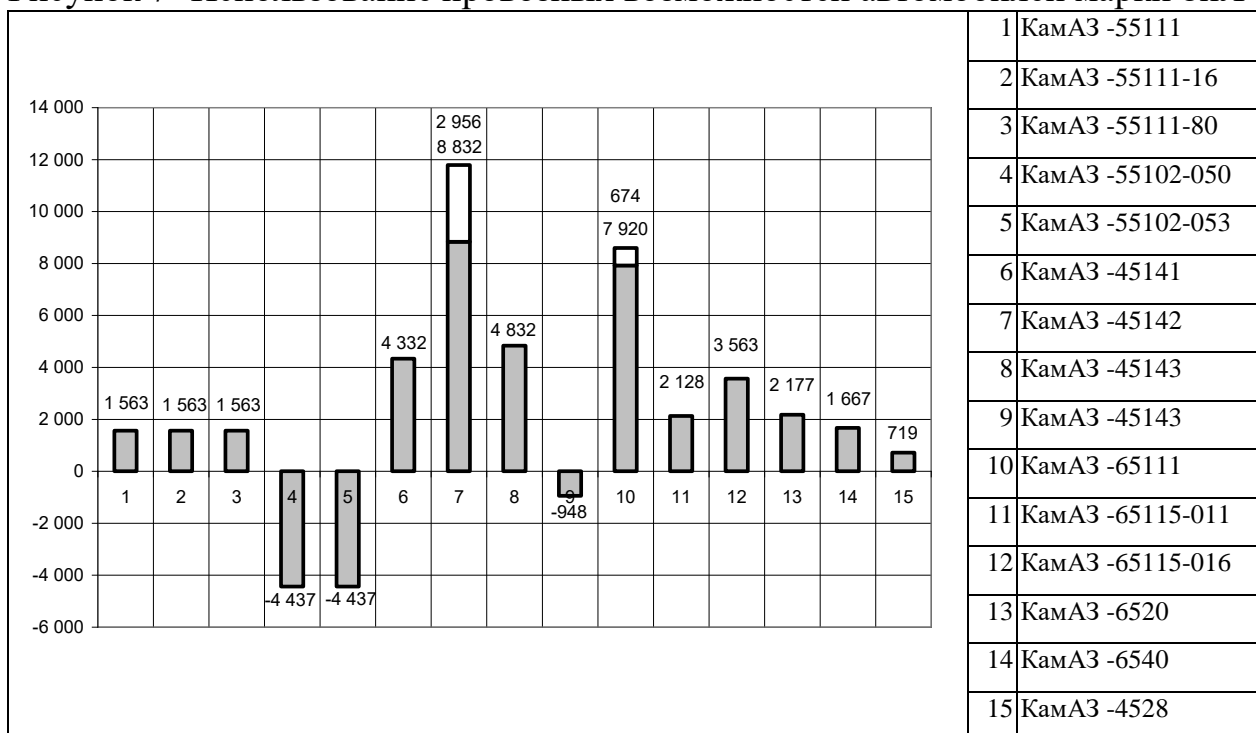


Рисунок 8- Использование провозных возможностей автомобилей марки КамАЗ

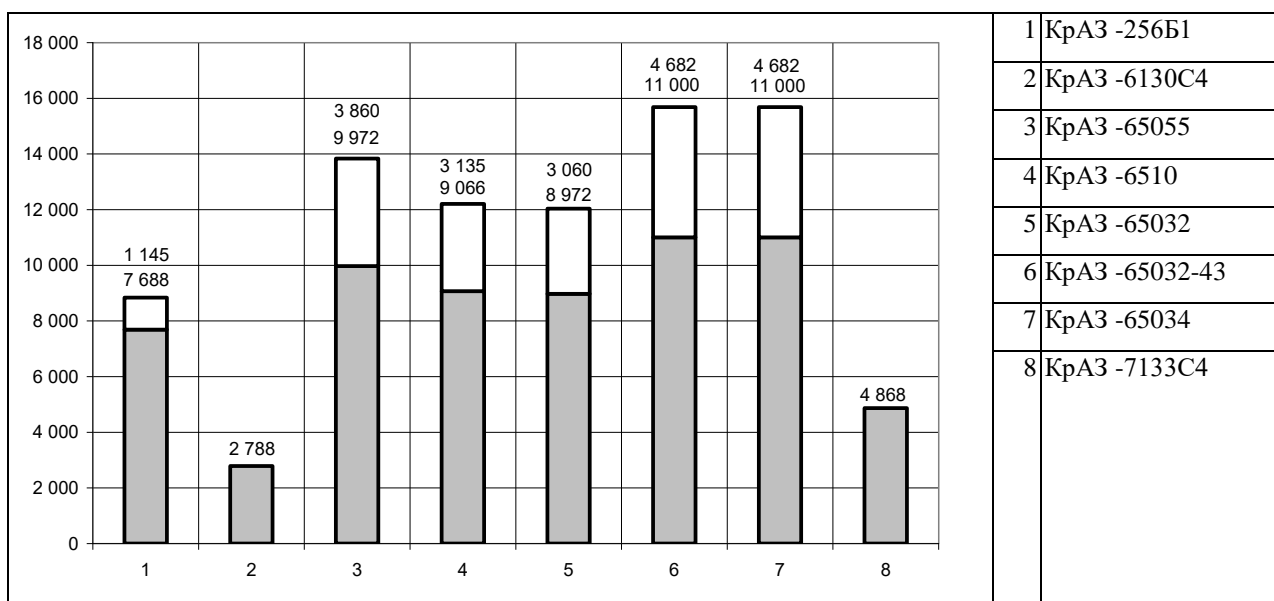


Рисунок 9- Использование провозных возможностей автомобилей марки КрАЗ

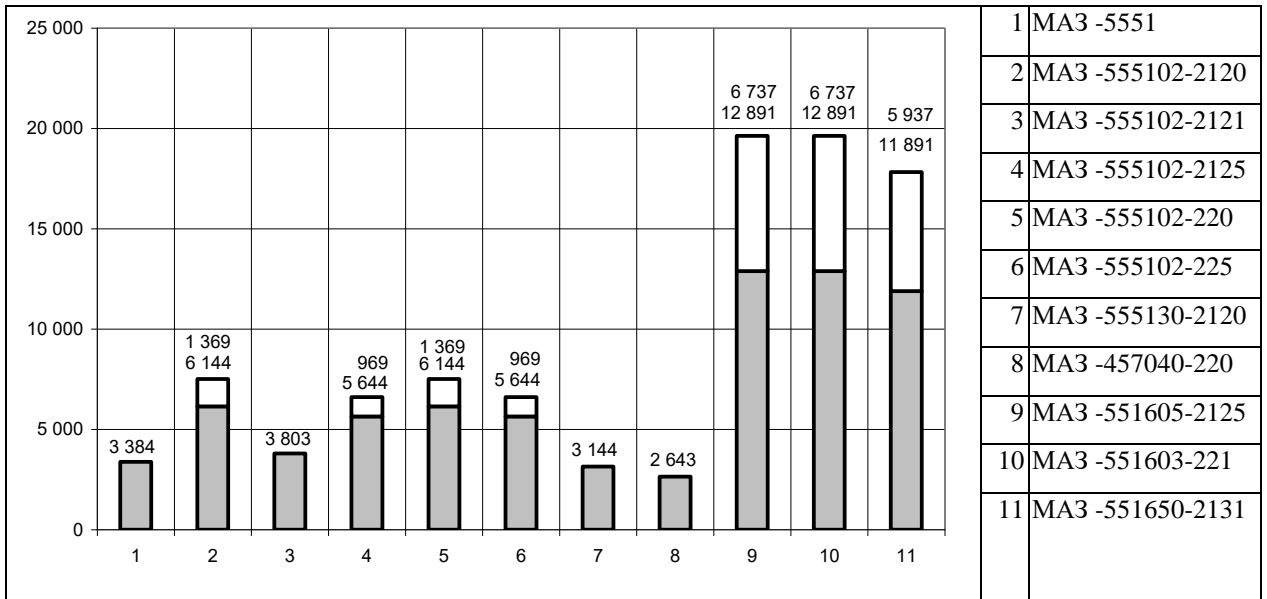


Рисунок 10- Использование провозных возможностей автомобилей марки

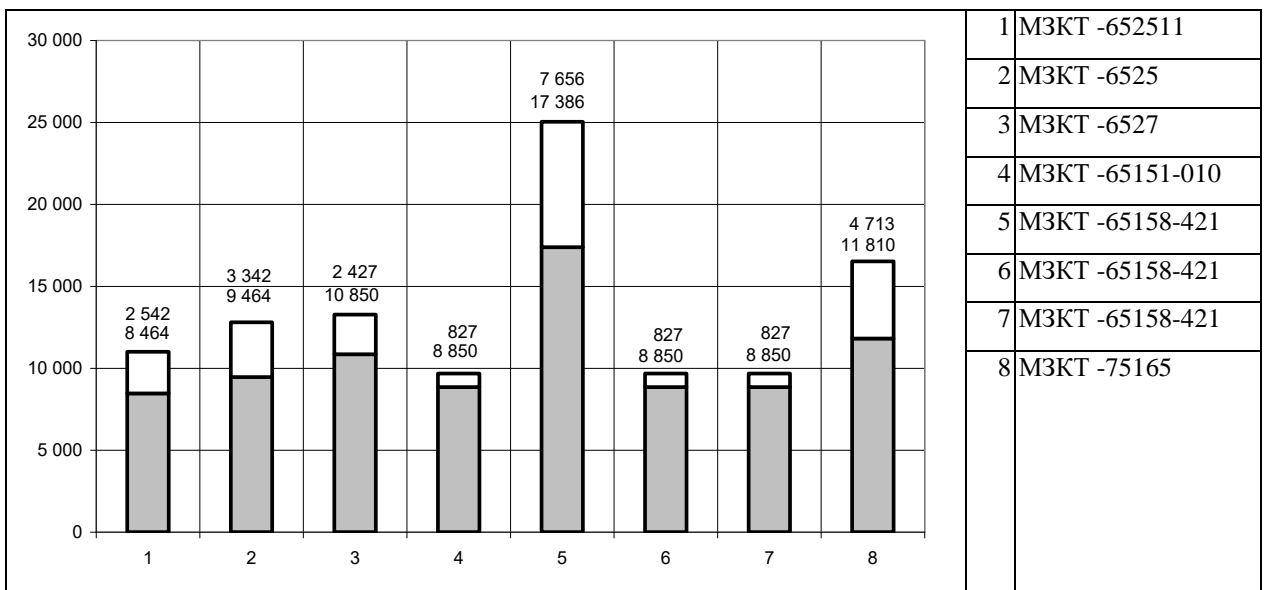
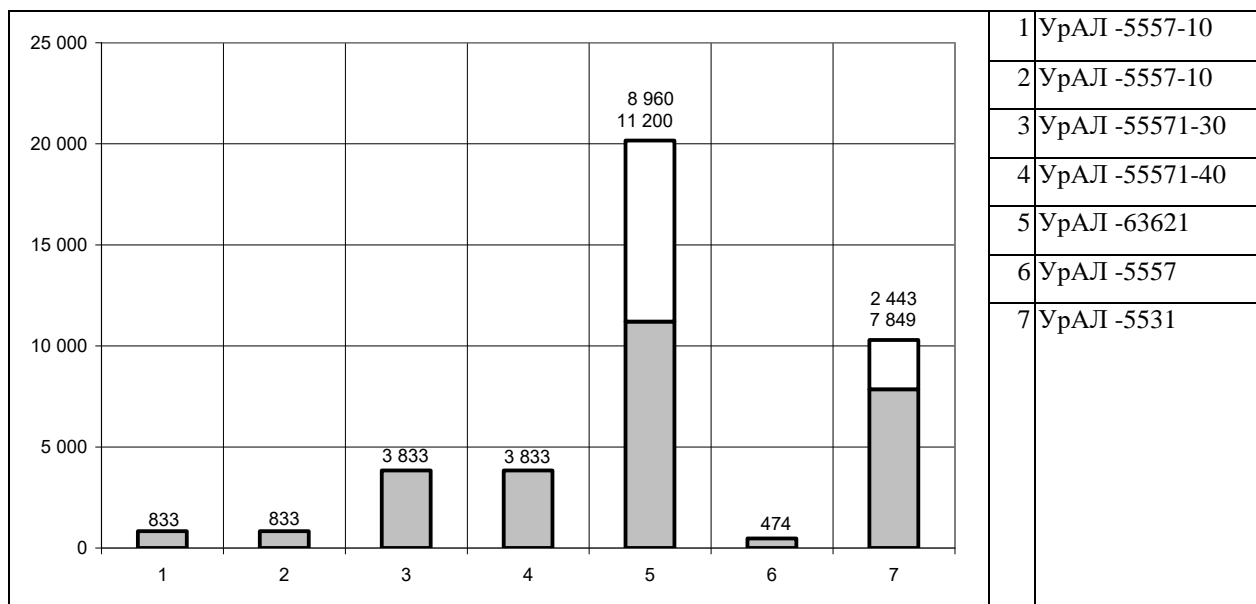


Рисунок 11- Использование провозных возможностей автомобилей марки МЗКТ



1	Урал -5557-10
2	Урал -5557-10
3	Урал -55571-30
4	Урал -55571-40
5	Урал -63621
6	Урал -5557
7	Урал -5531

Рисунок 12- Использование провозных возможностей автомобилей марки Урал

Проведя анализ существующих автомобилей-самосвалов по маркам, можно сделать выводы:

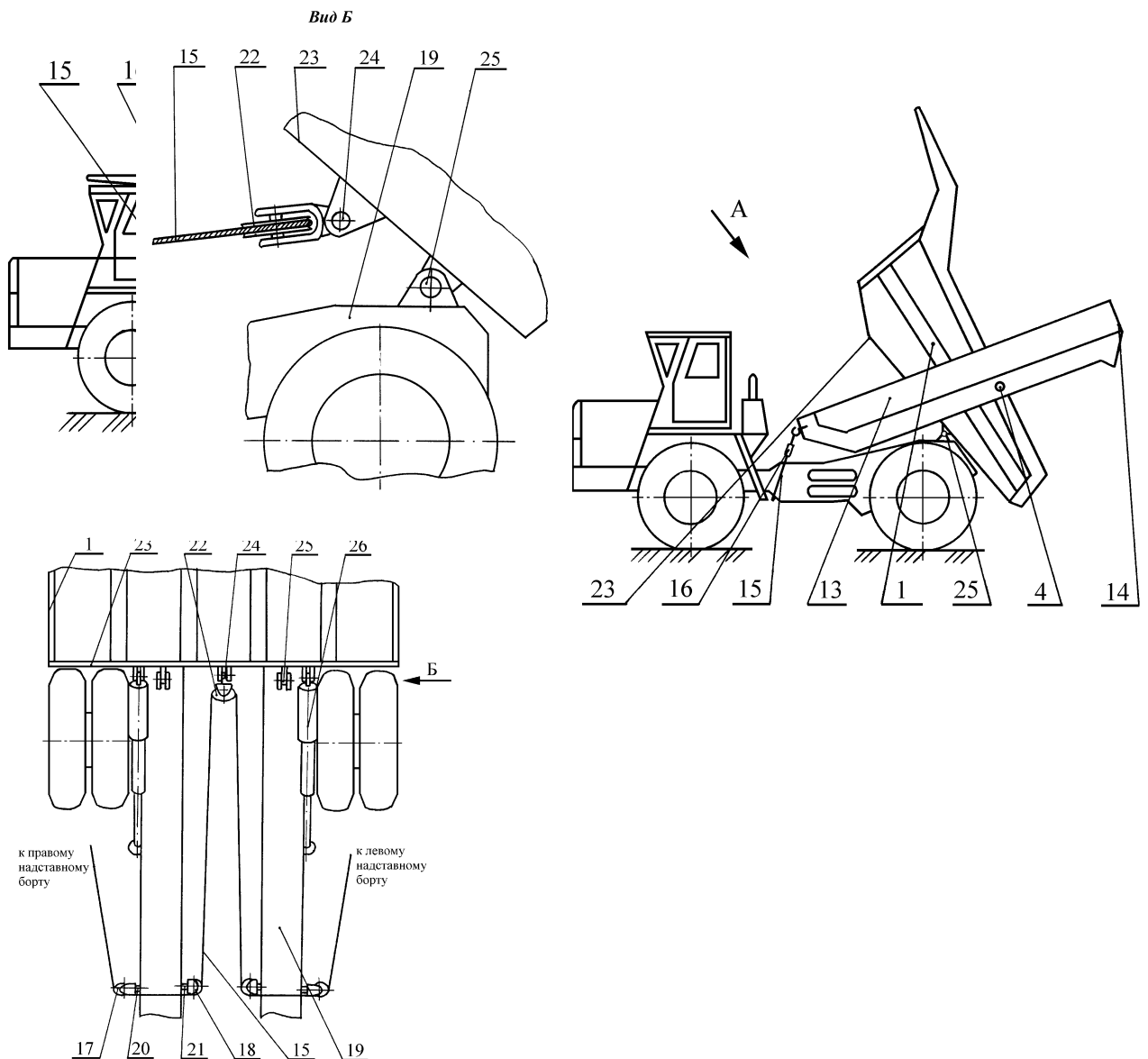
1. Большинство автотранспортных средств не соответствует по своей номинальной грузоподъемности массе перевозимого угля, рассчитанного по геометрическим размерам кузова.

2. Автомобили, грузоподъемность которых по геометрическим параметрам кузова превышает номинальную грузоподъемность, варьируются по заводам изготовителям. Так, например, на базе автомобилей ГАЗ - шесть моделей автомобилей-самосвалов из двенадцати. На базе автомобилей КамАЗ три из пятнадцати при использовании всего объема кузова допускают перегруз транспортного средства.

3. На базе автомобилей марок ЗиЛ, КраЗ, МАЗ, МЗКТ и Урал геометрические параметры кузова позволяют осуществлять перевозку угля с удельной плотностью от 0,8 до 1,2 т/м³ с «шапкой» и (или) применяя надставные борта.

Следует отметить, что перевозку угля в целях минимизации потерь целесообразнее всего осуществлять с применением автомобилей самосвалов автозаводов ЗиЛ, КраЗ, МАЗ, МЗКТ или Урал. Выбор того или иного автомобиля определяется наличием данной марки в автотранспортном предприятии и расчетными показателями по себестоимости перевозок в конкретных условиях.

Для повышения коэффициента использования грузоподъемности за счет оперативного реагирования на изменение объемного веса перевозимого груза предлагается конструкция кузова автосамосвала. Данная конструкция позволяет менять высоту надставных бортов без применения грузоподъемных механизмов, а также автоматически открывать задний борт с образованием увеличенного проходного сечения между днищем кузова и задним бортом, предотвращающая возможные поломки заднего борта рисунок 13.



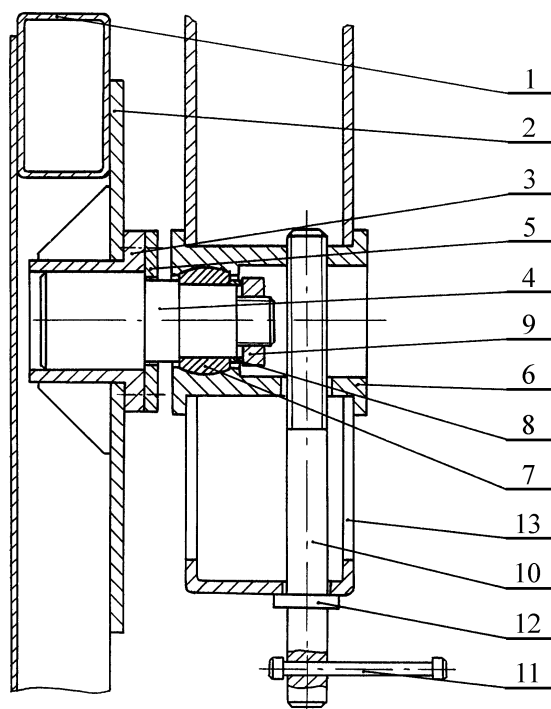


Рисунок 13- Конструкция кузова автосамосвала с изменяемой высотой надставных бортов и автоматическим открыванием заднего борта

Конструкция кузова автосамосвала работает следующим образом. Получив задание на перевозку насыпного груза, водитель устанавливает высоту надставных бортов в соответствии с объемным весом перевозимого груза. Для чего водитель транспортного средства рукояткой 11 вращает ходовой винт 10, который, перемещаясь относительно подвижной втулки 6, своим буртиком 12 перемещает надставной борт 13 относительно бокового борта 1. Возможные перекосы компенсирует сферический шарнир 7, закрепленный на оси 4 с помощью дистанционного кольца 8 и гайки 9. Другой конец оси 4 установлен на боковом борту 1 с помощью накладки 2 с втулкой 3, закрепленной, в свою очередь, кольцом 5. Установив, левый и правый надставной борт в равное относительно основного борта 1 положение. Контроль за правильностью установки осуществляется с помощью рисок нанесенных на боковых и надставных бортах. Затем водитель регулировочным приспособлением 16 устанавливает натяжение троса 15 в соответствии с новым положением надставных бортов.

При разгрузке автосамосвала кузов под действием силовых цилиндров 26 поворачивается на осях 25, установленных на раме 19. При этом подвижной

блок 22, установленный на днище 23 кузова с возможностью поворота на оси 24, увлекает за собой трос 15. Трос 15 посредством направляющего ролика 18, установленного на оси 21 и поворотного ролика 17 на оси 20, притягивает в передней части надставные борта 13, поднимая при этом задний борт 14 в положение, обеспечивающее большое проходное сечение, образуемое при разгрузке задним бортом 14 и днищем 23. Оси 20, 21 и 24 ориентируют соответственно установку роликов 17, 18 и подвижного блока 22 в оптимальное положение при постоянно меняющихся в момент подъема и опускания положениях надставных бортов 13 и днища 23.

При опускании кузова надставные борта 13 и задний борт 14 занимают свое транспортное положение.

Предлагаемая конструкция кузова автосамосвала имеет следующие преимущества:

Улучшаются эксплуатационные характеристики кузова путем изменения его объема;

Повышается коэффициент использования грузоподъемности автосамосвала за счет оперативного реагирования на изменение объемного веса перевозимого груза;

Исключается применение грузоподъемного механизма при перестановке надставных бортов;

хорошая балансировка надставных бортов на оси, благодаря чему уменьшается нагрузка на трос при подъеме кузова;

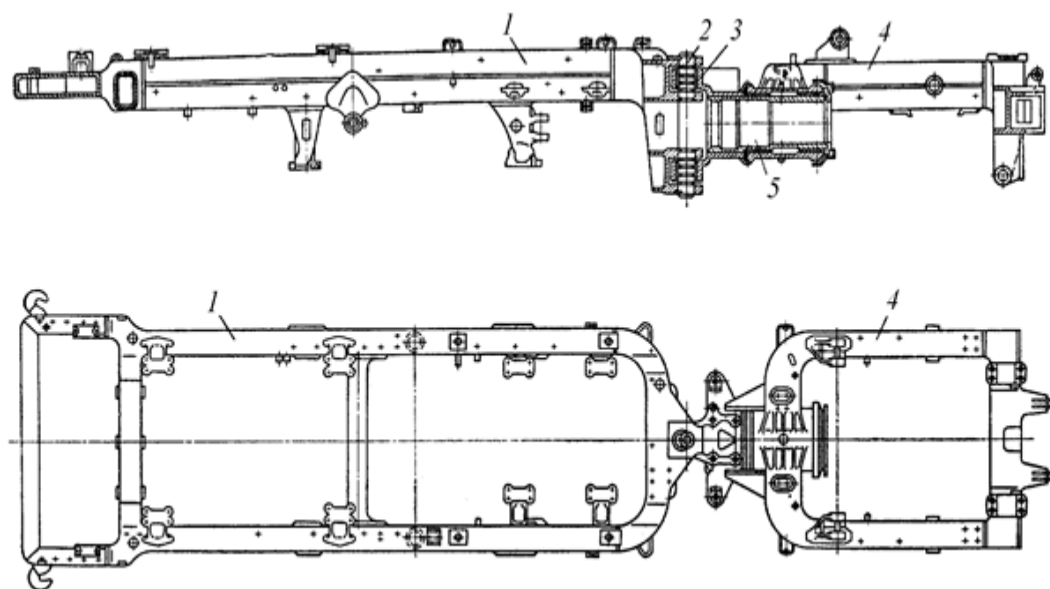
увеличивается проходное сечение, образуемое днищем кузова и задним бортом, тем самым предотвращает возможные поломки заднего борта при сходе крупных кусков.

Предложенная конструкция решает локальную задачу по адаптиванию объема кузова к массе перевозимого груза. Однако другие проблемы, связанные с перевозкой угля навалом, в частности, потери при транспортировке, измельчение гранулометрического состава и запыленность атмосферы при разгрузке остаются не решенными. Данную проблему может решить контейнерная перевозка угля. Рассмотрим подвижной состав автомобильного транспорта, специализирующийся на перевозке контейнеров.

2. МОДЕЛЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО АВТОТРАНС-ПОРТНОГО СРЕДСТВА ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ СОРТОВОГО УГЛЯ.

В результате проделанной нами работы была разработана модель специализированного автотранспортного средства для перевозки контейнеров. Модель представляет собой шарнирно-сочлененный самосвал с плоской платформой для установки и транспортировки контейнеров с углём.

Основой данной модели служит шарнирно-сочленённая рама, показанная на рисунке 14. Она состоит из двух сварных полурам, соединенных шарниром с двумя степенями свободы. Такая рама исключает вывешивание или разгрузку одного из колес при преодолении неровностей дороги, способствует полному использованию сцепной массы машины, что улучшает проходимость. В то же время шарнир повышает долговечность рамы, предотвращая ее скручивание. Гидромеханическая система с двумя исполнительными гидроцилиндрами поворачивает полурамы на большой (до 45°) угол, обеспечивая высокую маневренность. Упрощается схема поворотного механизма по причине отсутствия рулевой трапеции, карданных шарниров равных угловых скоростей и поворотных цапф. Так как колеса передней оси неповоротные, появляется свободное пространство для установки широкопрофильных шин большого размера, что очень важно для увеличения проходимости машины.



1, 4 – полурамы соответственно передняя и задняя; 2, 5 – вертикальный и горизонтальный шарниры соответственно; 3 – шарнирное устройство

Рисунок 14 - Шарнирно-сочлененная рама

Большинство сочлененных самосвалов имеет грузоподъемность от 10 до 50 т. При этом больше выпускается машин грузоподъемностью до 30 т. В большинстве своем автомобили трехосные, хотя встречаются и двухосные.

Производители предлагают машины колесной формулы 6x4 и 6x6. Наиболее оснащенные варианты имеют привод на все шесть колес, возможность блокировки дифференциалов всех осей плюс межосевую блокировку. В сочетании с автоматической трансмиссией, подвеской колес с большими ходами и шарнирным сочленением полурам это придает очень высокую проходимость. Кузов «плавает» над неровностями, не теряя горизонтального положения.

Двигатели применяются дизельные, как рядные, так и V-образные. Для работы в сильно запыленных условиях монтируют дополнительные фильтры поступающего в двигатель воздуха. Устанавливают также дополнительные топливные фильтры. Для использования в холодном климате монтируют предпусковые обогреватели. Обычно применяется автоматическая трансмиссия, которая облегчает труд водителя и помогает экономить топливо, выбирая оптимальный режим движения. Система управления спроектирована так, что рулевое колесо вращается почти так же легко, как и у легкового автомобиля.

Движение по пересеченной местности связано с преодолением подъемов и спусков. Поэтому самосвалы, особенно большой грузоподъемности, оснащают тормозными механизмами, охлаждаемыми маслом. Полностью закрытая конструкция предотвращает попадание в них грязи и воды. На младшие модели охлаждаемые маслом тормоза предлагают за доплату. Кроме того, машины часто оснащают гидравлическими тормозами-замедлителями (ретардерами). Кузова спроектированы таким образом, что разгрузка происходит на значительном расстоянии от задних колес. При этом кузов поднимается почти вертикально. Обычно грунт сваливают под откос или в бункер, что избавляет от необходимости использовать дополнительную технику для подчистки площадки.

В нашей модели на рисунке 15 предлагается заменить кузов на жесткую плоскую платформу. На эту платформу будут устанавливаться контейнера различных конструкций. Модель спроектирована так, что возможны различные комбинации установок контейнеров, имеющие разные типоразмеры. Это даёт возможность одновременной транспортировки контейнеров для потребителей разной мощности. Надежное крепление контейнеров осуществляется с помощью фитингов, либо при помощи лебёдки, которая производит обхват контейнеров по всему периметру.



Рисунок 15-Разработанная модель

3. ПОДВИЖНОЙ СОСТАВ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ КОНТЕЙНЕРОВ

Перевозку контейнеров могут осуществлять как универсальные автомобили, автопоезда, так и специальные автомобили-контейнеровозы и автопоезда-контейнеровозы.

Все автотранспортные средства (АТС) по их полной массе делятся на три класса.

Легкий класс в эту категорию входят АТС полной массой до 6 т и грузоподъемностью примерно до 3,5 т.

Среднего класса относят грузовики полной массой от 6 до 15 т и грузоподъемностью от 3,5 до 10,7 т. В зависимости от комплектации эти автомобили могут использоваться и как тягачи, работающие на перевозках в составе автопоездов. Седельные и прицепные автопоезда на базе грузовиков грузоподъемностью 14-15 т и полной массой 32-34 т в состоянии конкурировать с одиночными автомобилями тяжелого класса полной массой 18-32 т.

Тяжелому классу относятся АТС полной массой свыше 15 т, полностью использующие допустимые дорожным законодательством нагрузки на оси, полные массы и габаритные размеры. Специфическим качеством тяжелых грузовиков и автопоездов на их базе является то, что только они в состоянии обеспечить полноценные перевозки крупнотоннажных контейнеров.

Для перевозки малотоннажных контейнеров массой брутто 1,25 т и среднетоннажных контейнеров массой брутто 3 и 5 т отечественной промышленностью создан низкорамный полуприцеп-контейнеровоз модели А-402 и А-402М грузоподъемностью 5 т. На этом полуприцепе с внутренними размерами 3070×2180 мм могут разместиться четыре контейнера массой брутто 1,25 т, или два контейнера массой брутто 3 т, или один контейнер массой брутто 5 т.

Перевозку среднетоннажных контейнеров может осуществлять низкорамный полуприцеп-контейнеровоз модели А-441 грузоподъемностью 10 т. На нем с габаритами 8100×2440 на средней (низкой) площадке могут разместиться два контейнера массой брутто 3 т, или один контейнер массой брутто 5 т, или четыре контейнера массой брутто 1,25 т. Кроме того, на передней и задней площадках могут быть по одному контейнеру массой брутто 3 т, или по два массой брутто 1,25 т.

Доставку крупнотоннажных контейнеров выполняют полуприцепы-контейнеровозы модели А-493, и ХЛС 200, 78Т грузоподъемностью 20 т, а также модели Челябинского машиностроительного завода ЧМЗАП-9985, грузоподъемностью 20 и 32 т, ЧМЗАП-99858, 28 т, ЧМЗАП-9991 и ЧМЗАП-99859 грузоподъемностью 32,7 т.

Однако транспортировка грузов в контейнерах связана с обязательным наличием грузоподъемных механизмов в пункте разгрузки. При перевозках угля в контейнерах наличие грузоподъемного оборудования могут себе позволить лишь потребители с довольно большими и стабильными объемами потребления. Мелкие же потребители и в частности владельцы частных домов с печным отоплением, как правило, грузоподъемным оборудованием не обладают.

Для повышения уровня механизации погрузо-разгрузочных работ и в конечном итоге повышение эффективности транспортного процесса может быть достигнуто применением специализированных автотранспортных средств оборудованных грузоподъемными устройствами, что позволит снизить транспортные издержки за счет уменьшения простоев подвижного состава при погрузке и выгрузке грузов .

В настоящее время существует множество схем грузоподъемного оборудования устанавливаемого на автотранспортное средство. Наиболее распространенные - консольного и порталного типов. Значительный вклад в разработку конструкций автотранспортных средств для перевозки

контейнеров, снабженных грузоподъемным оборудованием внесла кафедра ОПУиБТ Красноярского государственного технического университета.

Транспортное средство для перевозки **малогабаритных, мягких контейнеров** представляет собой полуприцеп, предназначенный для перевозки и механизированной погрузки, разгрузки малогабаритных контейнеров, штучных и пакетированных грузов на любую из боковых сторон транспортного средства (рисунок 16). Полуприцеп содержит раму, кузов, кран со стрелой, направляющие, смонтированные симметрично продольной оси транспортного средства, и механизм перемещения крана, выполненный в виде тележки с ходовыми роликами, одна пара из которых взаимодействует с направляющей, закрепленной на наружной стороне днища кузова. Колонна крана выполнена из двух установленных друг на друга труб, одна из которых установлена жестко на тележке, а другая – с возможностью вращения вокруг своей оси, при этом в последней установлен гидроцилиндр. Основным преимуществом по сравнению с другими контейнеровозами самопогрузчиками является то, что одна из боковых направляющих тележки с краном смонтирована на наружной стороне бокового борта, что обеспечивает жесткость конструкции тележки и исключает необходимость в дополнительных опорах в рабочем положении. При этом колонна крана выполнена с возможностью вертикального перемещения, что обеспечивает захват груза с противоположной стороны грузовой платформы.

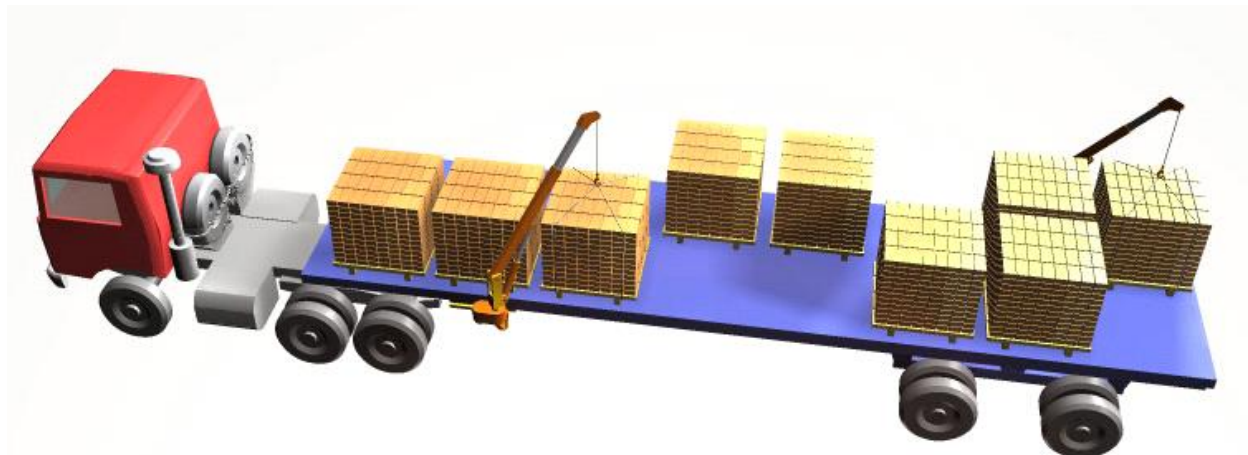


Рисунок 16-Транспортное средство для перевозки малогабаритных и мягких контейнеров

Основные технические параметры:

1. Автомобиль тягач КамАЗ-54112 (54115) с базовым шасси-полуприцепом;
2. Грузоподъемность полуприцепа, кг – 13000;

3. Местоположение крановых устройств – на направляющей наружных боковых частях кузова;
4. Грузоподъемность кранового устройства, кг:
 - при максимальном вылете – 500
 - при минимальном вылете – 1000;
5. Вылет стрелы, м:
 - при максимальной грузоподъемности – 0,8 – 1,0
 - при минимальной грузоподъемности – 1,6-2,0;
6. Максимальная высота подъема груза от земли, м – 3,5
7. Погрузочная высота, м – 1,45
8. Скорость подъема груза, м/с – 0,3;
9. Скорость поворота стрелы, град/с – 12;
10. Угол поворота стрелы в плане, град. – 200;
11. Собственная масса одного кранового устройства, кг – 150-200.

Транспортное средство, разработанное В.А. Ковалевым для перевозки **малотоннажных контейнеров**, содержит платформу для установки грузоподъемных механизмов, каждый из которых включает в себя стрелу, выполненную в виде рамного каркаса, установленную с возможностью поворота в поперечной плоскости гидроцилиндром наклона и продольного перемещения относительно платформы. Стрела снабжена механизмами вылета канатной подвески, каждый из которой выполнен в виде трособлочной системы с приводом, причем один из концов ее связан с грузозахватом для контейнера, а другой через поворотные блоки и поворотный блок привода – со стрелой. Основным преимуществом конструкции по сравнению с другими контейнеровозами самопогрузчиками является то, что грузоподъемный механизм установлен на платформе с возможностью продольного перемещения приводом относительно платформы. При этом стрела выполнена в виде рамного каркаса, шарнирно соединенного с гидроцилиндром ее наклона, и снабжена механизмами изменения вылета канатной подвески, каждый из которых выполнен в виде трособлочной системы с приводом. Причем один из концов трособлочной системы связан с грузозахватом для контейнеров, а другой через поворотные блоки и поворотный блок привода – со стрелой. Это повышает технологичность процесса погрузки, разгрузки, сокращает время простоя и снижает трудоемкость работ, обеспечивая при этом компактность конструкции (рисунок 17).



Рисунок 17-Транспортное средство для перевозки малотоннажных контейнеров.

Основные технические параметры:

1. Базовое шасси – подвижной состав средней (2-8 т) и большой (8-16 т) грузоподъемности;
2. Местоположение крановых устройств – на левой и правой стороне грузовой платформы с возможностью продольного перемещения и поворота в вертикальной плоскости относительно платформы;
3. Грузоподъемность крановых устройств, кг – 2х625 (1250);
4. Максимальная высота подъема груза от земли, м – 3,5;
5. Погрузочная высота, м – 1,45;
6. Скорость подъема груза, м/с – 0,3;
7. Направление погрузки-разгрузки – лево и правостороннее;
8. Скорость поворота стрелы, град/с – 12;
9. Собственная масса кранового устройства, кг – 150-200.

В практике перевозки **среднетоннажных контейнеров** (массой брутто 5 т) широкое распространение получили автомобили-самопогрузчики, оснащенные кранами порталного типа. Это обычный бортовой автомобиль (КамАЗ-5320, МАЗ-53371, ЗиЛ-433100), в кормовой части которого закреплен портал. Гидравлический привод осуществляется от коробки отбора мощности автомобиля. Поворот порталной стрелы осуществляется двумя

гидроцилиндрами. Для повышения устойчивости во время погрузо-разгрузочных работ предусмотрены аутригеры. В верхней части портала на поперечине монтируется каретка с крюком, поднимаемым и опускаемым при помощи гидроцилиндра и трособлочной системы. Пульт управления порталом расположен в задней части автомобиля.

Широкое распространение контейнерных перевозок стимулировало создание контейнеровозов-самопогрузчиков для перевозки **крупнотоннажных контейнеров**. Транспортное средство для перевозки крупнотоннажных контейнеров (рисунок 18) предназначено для перевозки и механизированной погрузки-разгрузки крупнотоннажных контейнеров на любую из боковых сторон транспортного средства. Полуприцеп-контейнеровоз содержит раму с грузовой платформой, две телескопические стрелы, шарнирно закрепленные с возможностью поворота в поперечных плоскостях. Каждая телескопическая стрела снабжена ползунами, установленными с возможностью перемещения вдоль неподвижной секции соответствующей стрелы и шарнирно соединенными с гидроцилиндрами наклона стрелы. Основными преимуществами по сравнению с другими контейнеровозами самопогрузчиками крупнотоннажных контейнеров является то, что предложенная кинематическая связь грузовых стрел с аутригерами позволяет оптимизировать общую компоновку транспортного средства, расширить его область эксплуатации и использовать не многосекционные, а односекционные гидроцилиндры наклона стрел.



Рисунок 18-Транспортное средство для перевозки крупнотоннажных Контейнеров

Основные технические параметры:

1. Основное базовое шасси – полуприцеп-контейнеровоз к автомобилю КамАЗ-54115;
2. Грузоподъемность основного базового шасси, кг – 24000;
3. Местоположение грузоподъемных устройств – в передней и задней частях платформы;
4. Грузоподъемность устройств, кг – 2х12000;
5. Максимальный вылет стрел, м – 3,4;
6. Максимальная высота подъема груза от уровня дорожного полотна, м – 3,5
7. Погрузочная высота, м – 1,45;
8. Скорость подъема груза, м/с – 0,3;
9. Направление погрузки-разгрузки – лево и правостороннее;
10. Максимальная транспортная скорость, км/ч – 80;
11. Собственная масса полуприцепа с грузоподъемными устройствами, кг – не более 7000;
12. Полная масса полуприцепа, кг – 31000;
13. Габаритные размеры полуприцепа с грузом, мм: длина -8000, ширина – 2500, высота – 4000;
14. Время погрузки (разгрузки), мин – 8-10.

Недостаток известной конструкции, наряду с другими аналогичными устройствами в том, что стружаемый контейнер после разгрузки находится близко от транспортного средства. Это обстоятельство требует от водителей точного позиционирования подвижного состава при осуществлении погрузочной операции. В работе этот недостаток устранен, что обеспечивает большие эксплуатационные возможности, безопасность проведения погрузо-разгрузочных работ и существенно сокращает время на грузовые операции. Транспортное средство для перевозки крупнотоннажных контейнеров (рисунок 18) предназначено для перевозки и механизированной погрузки-разгрузки крупнотоннажных контейнеров на одну из сторон.

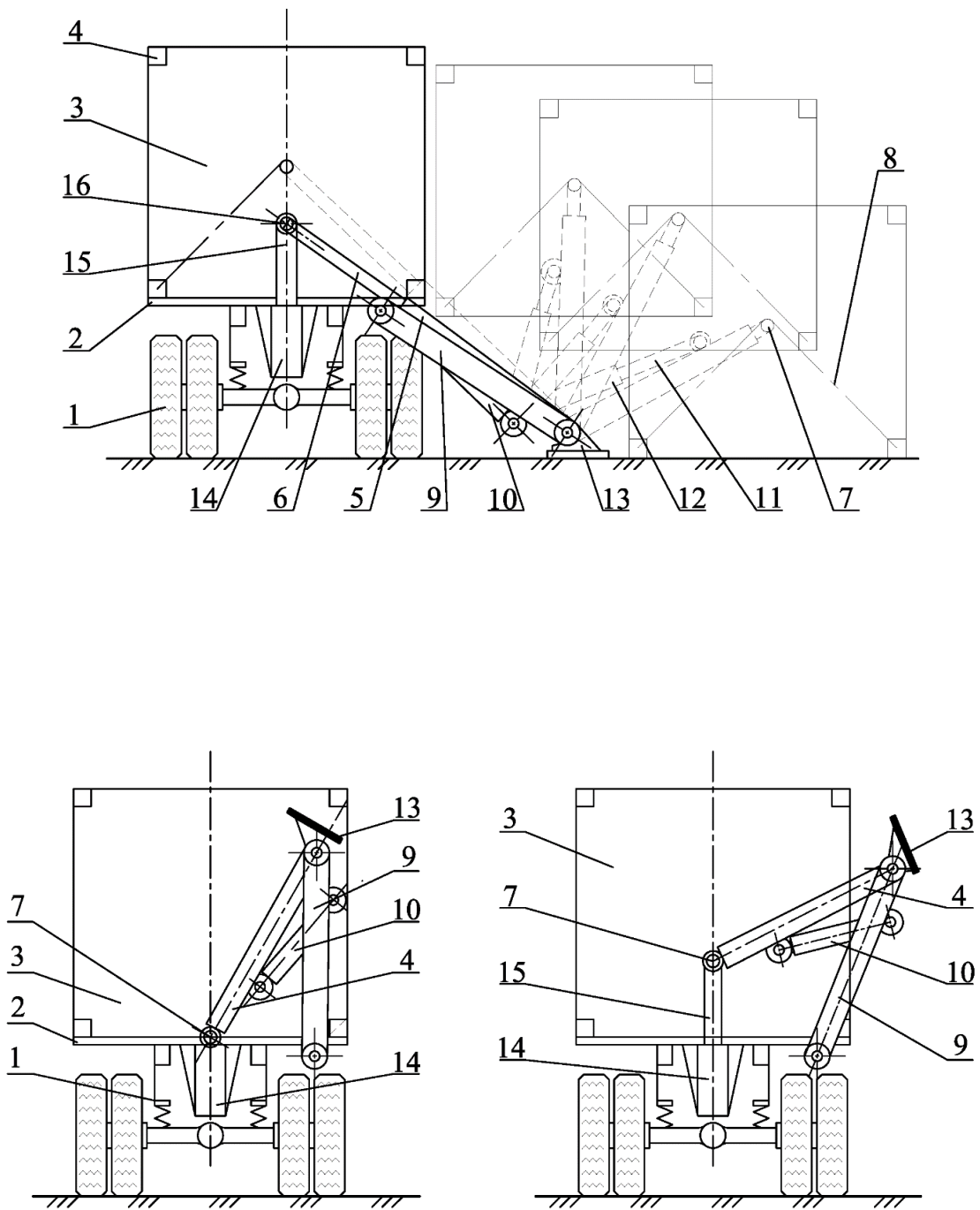


Рисунок 19-Транспортное средство для перевозки крупнотоннажных контейнеров с расширенными возможностями при выполнении грузовых операций

Транспортное средство содержит раму 1 с грузовой площадкой 2 для установки контейнера 3. На передней и задней частях транспортного средства смонтированы грузоподъемные механизмы, каждый из которых включает в себя стрелу 4. Стрела 4 состоит из невыемной секции 5 и выемной секции 6, на конце которой смонтирован поворотный блок 7 для канатной подвески 8. Невыемной секцией 5 стрелы 4 шарнирно установлена на опорном конце аутригера 9 с возможностью поворота в поперечной плоскости гидроцилиндром 10 наклона стрелы 4, шарнирно закрепленным штоком 11 на невыемной секции 5 стрелы 4 и корпусом 12 на аутригере 9. Для взаимодействия с опорной поверхностью аутригер 9 снабжен поворотной пятой 13. Каждый из механизмов фиксации аутригеров 9 состоит из гидроцилиндра 14, закрепленного корпусом на раме 1 по краям грузовой площадки 2, а штоком 15 – с выемной секцией 6 стрелы 4 разъемным шарниром 16.

Рассмотренные конструкции позволяют сделать вывод о возможности и технической готовности автомобильного транспорта к более масштабным перевозкам контейнеров, в частности специализированных с углем. Однако, кроме железнодорожного и автомобильного транспорта на территории Красноярского края активно работает водный (речной) транспорт, обеспечивая твердым топливом северные районы края

4. БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ПЕРЕВОЗКАХ

Перед началом выполнения работ по креплению контейнеров и снятию креплений необходимо получить инструктаж от производителя работ.

Рабочие, управляющие погрузчиком, приступают к выполнению погрузочно-разгрузочных работ только после получения наряда-задания, к которому прилагается список всех контейнеров, подлежащих погрузке, с указанием места нахождения, места передачи или места установки каждого контейнера.

Ограничения, вводимые на контейнерном пункте на отрезок времени, записываются в нарядах-заданиях, с которыми рабочие комплексных бригад, участвующие в перегрузочном процессе, должны быть ознакомлены заранее.

При экстренных изменениях установленного порядка выполнения работ водителей порталных погрузчиков предупреждает по радиотелефонной связи диспетчер (оператор).

Грузозахватные оборудование подбирают применительно к контейнерам данного типа. Грузозахватные оборудование должны быть исправным, использовать по назначению, а приспособления и механизмы для перегрузки крупнотоннажных контейнеров должны иметь световую или иную сигнализацию, показывающую положение поворотных штыковых замков.

Подъем и перемещение контейнеров перегрузочными машинами должны осуществляться только после установки поворотных штыковых замков в положение "подъем" во всех фитингах контейнера.

Строповку грузеных средне – и малотоннажных контейнеров производить только за все имеющиеся на контейнерах устройства для строповки.

Подъем, перемещение и установку контейнеров перегрузочными машинами выполнять без толчков и ударов во избежание смещения находящегося в них груза.

Перед подъемом контейнера необходимо убедиться в надежности строповки и в том, что двери контейнера закрыты. Подъем и перемещение контейнеров с открытыми дверями не допускаются.

При установке крупнотоннажных контейнеров на, автомобильные прицепы и полуприцепы, полуприцеп нахождение людей на средствах транспортирования запрещается.

Водители транспортных средств , контейнерных погрузчиков во время установки контейнеров на контейнеровозы и должны выйти из кабины и находиться в безопасном месте в зоне видимости оператора подъемно-транспортной машины и вне пути движения указанной машины.

Контейнерные погрузчики должны подъезжать к контейнеровозам , и отъезжать от них только сзади.

При перегрузке контейнеров запрещаются:

- подхват и подъем контейнера за нижнюю раму одной вилой погрузчика;
- совмещение движения подъема (спуска) с другими рабочими
- движениями стреловых грузоподъемных кранов.

Требования безопасности при перевозке контейнеров автомобильным транспортом:

- В кузове автомобиля, оборудованном для перевозки контейнеров, должны быть предусмотрены устройства для закрепления контейнеров от их перемещения.
- В местах подъезда автотранспортных средств к контейнерной площадке должны быть оборудованы подколесные упоры, обеспечивающие безопасное расстояние не менее 0,5 м между задним бортом автомобиля и площадкой. Высота упора должна быть не менее 1/3 диаметра колеса автомобиля.

- Площадка для стропальщика оборудуется для погрузки (выгрузки) контейнеров на автотранспорт (с автотранспорта). Площадка по высоте должна быть на одном уровне с полом кузова автотранспорта. Размеры площадки должны определяться габаритами автотранспорта и рабочей зоной грузоподъемного оборудования.

-Площадка по периметру должна быть оборудована перилами высотой 1 м с устройством сплошного ограждения понизу на высоту не менее 0,1 м, лестницей шириной не менее 0,6 м с расстояниями между ступенями не более 0,3 м и перилами высотой 1 м.Ширина площадки должна быть не менее 0,8 м.

- Стационарным крановым оборудованием грузоподъемностью не менее 1 т, оснащенным автоматическими захватами, разрешается грузить одновременно два груженых или два порожних контейнера.

-При этом обязательно проверяется надежность фиксации захвата относительно грузовых пальцев контейнера.

-Загруженные контейнеры устанавливаются в кузове автомобиля дверками внутрь во избежание открывания их во время движения автомобиля.

-Рулевая тяга контейнера при нахождении его на контейнерных площадках, при перевозке автомобильным транспортом должна быть зафиксирована в вертикальном положении.

-Погрузка и выгрузка контейнеров в автомобили и из автомобилей должна производиться по сигналу работника.

При обледенении контейнеров их крепление (снятие креплений) и погрузочно-разгрузочные работы с ними выполнять только после очистки крепежных приспособлений и фитингов ото льда и снега. Применение механических средств очистки, могущих привести к повреждению контейнера или крепежных приспособлений, не допускается. Очистку производить с помощью горячей воды или пара. Рабочие, выполняющие работы, связанные с использованием горячей воды или пара, должны применять индивидуальные средства защиты от возможных ожогов.

При нахождении рабочих на обледенелой или мокрой крыше контейнера необходимо принимать меры по предупреждению скольжения. К таким мерам относятся: использование обуви с противоскользящей подошвой, посыпание скользкой поверхности песком, применение страхующих средств.Переход с одного контейнера на другой, если расстояние между ними превышает 0,5 м, осуществлять по переходным мостикам (трапам), оборудованным

ограждением. Переходные трапы оборудовать устройством, предупреждающим сдвиг.

Подниматься на контейнеры и спускаться с них следует с помощью стандартных приставных лестниц или других специальных средств для подъема на контейнеры. Лестницы должны быть исправными и иметь в нижней части устройства для предотвращения скольжения и приспособление для их крепления за контейнер (или фитинги контейнера).

Разворачивать перемещаемые краном контейнеры разрешается с помощью багров с мягкими наконечниками. В момент разворота контейнера не допускается одновременный подъем, опускание или горизонтальное перемещение контейнера. При перегрузке крупнотоннажных контейнеров с помощью стреловых кранов, имеющих переменную грузоподъемность с изменением вылета стрелы, рабочий, выполняющий функции сигнальщика, обязан сообщить массу каждого перемещаемого контейнера крановщику.

Строповку, подъем и опускание контейнеров погрузчиком с фронтальным грузоподъемником разрешается производить только после постановки погрузчика на стояночный тормоз. Захват контейнеров клещевыми подхватами контейнерных погрузчиков за нижнюю раму разрешается в том случае, если продольные балки днищевой рамы имеют опоры, образующие паз для клещевого захвата.

Подъем и перемещение одновременно двух и более средне- и малотоннажных контейнеров краном разрешаются только с применением специальных траверс.

Лица, находящиеся на территории складирования контейнеров, должны иметь средства двусторонней радиотелефонной связи или сигнальные лампы-мигалки для предупреждения водителей перегрузочных машин о присутствии людей на территории терминала.

5. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОНТЕЙНЕРОВ НА СКЛАДАХ ПЕРЕГРУЗКИ И ВРЕМЕННОГО ХРАНЕНИЯ УГЛЯ

Изменение затрат на складах потребителя рассмотрим на примере склада котельной на ул. Норильская, отапливающей северо-западный район г. Красноярска, как наиболее типичной малой котельной, расположенной в городской черте. Склад топлива у потребителя предназначен для хранения неснижаемого запаса угля. Объем склада определяется мощностью котельной. По существующим нормам угольный склад котельной в студенческом городке

должен содержать неснижаемый запас угля в расчете на 15 суток работы без подвоза топлива, равный 480 тонн. Угольный склад занимает площадь 300-400 м². Общая территория котельной с угольным складом, включая места разгрузки перевозимого угля автотранспортом, составляет 850-900 м².

С переходом на новую технологию перевозки и хранения угля площадь угольного склада сократится до 200-250 м² вместе с обслуживающим это склад грузоподъемным оборудованием, или высвободится около 125 м² территории. При средней стоимости 1 м² земли в г. Красноярске, равной 1270 рублей, экономия составит 158 750 рублей. Высвобождаемые площади могут быть использованы по другому назначению, например, для озеленения.

Внедрение новой технологии требует замены бульдозера ДТ-75Т, работающего на складе по перемещению угля после разгрузки автомобилями в бурт и последующей подачи угля из бурта в приемный бункер конвейера на грузоподъемное оборудование с траверсой для механизации процесса захвата и кантования контейнеров. Грузоподъемное оборудование с траверсой будет выполнять ту же функцию, что и бульдозер. Так же очень важно, что экологический ущерб от работы бульдозера на дизельном двигателе огромен, а козловой-кран с электродвигателями не наносит вреда экологии.

Применение грузоподъемного оборудования позволит избежать затрат на дизельное топливо, однако возрастут затраты котельной на электроэнергию. Стоимость траверсы для захвата и кантования контейнеров примем равной стоимости спредера такой же грузоподъемности. Кроме того, в тракт топливоподачи котельной предусмотрим установку бункера-смесителя с целью усреднения угля для стабилизации его характеристик.

Заработная плата бульдозериста и крановщика принята равной, несмотря на более тяжелые условия труда и высокую квалификацию бульдозериста.

Исходя из принятых допущений в таблице 4 приведем оценку изменения затрат на складе потребителя.

Таблица 3 – Результаты расчета изменения затрат, связанных с эксплуатацией угольного склада у потребителя

Показатель	Значение показателя		Примечание
	Существующая технология	Предлагаемая технология	
Стоимость бульдозера, тыс. руб.	800	-	-
Стоимость крана с траверсой и бункера-смесителя, тыс. руб.	-	1500	-

Срок эксплуатации бульдозера, лет	10	-	-
Срок эксплуатации крана, лет	-	20	-
Амортизационные отчисления, тыс. руб/год	80	75	-
Расход дизельного топлива, л/ч	12	-	-
Затраты на дизельное топливо тыс. руб/год	369	-	250 дн*8,2 ч х 12 л/ч х 15 руб/л
Дополнительные расходы электроэнергии, кВт*ч	-	78,9	250 дн * 8,2 ч х 55 кВт * 0,7
Дополнительные затраты электроэнергии, тыс. руб/год	-	100	78,9 тыс кВт*ч х 1266,12 руб/тыс. кВт*ч
Итого прямых эксплуатационных расходов, тыс. руб/год	449	175	-
То же, руб/т	40,09	15,63	-
Снижение затрат на эксплуатация Склада, руб/т	-	24,46	-

При переходе на перевозку угля в контейнерах на угольном складе у потребителя происходит снижение эксплуатационных затрат, равное 24,46 рублей на тонну проходящего через склад угля.

Предлагаемые в проекте контейнеры для перевозки сортового угля, соответствуют существующим контейнерам по типоразмерам (длине, ширине, высоте), но отличаются по конструкции. По оценке заводов-изготовителей, такой тип контейнеров может стоить на 5-7 % меньше существующих универсальных контейнеров, ожидаемые цены на контейнеры для перевозки сортового угля представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Ожидаемая цена контейнеров для перевозки сортового угля

Марка контейнера	Цена контейнера, тыс. руб
АУК – 1,25	9,0 – 9,2
УУК – 3	14,4 – 14,7
УУК – 5	27,9 – 28,5
1С	84,4 – 86,2
МК – 1*	0,15

*Мягкий контейнер грузоподъемностью 1т

Эксплуатационные расходы, связанные с поддержанием контейнеров в технически исправном состоянии, по данным, представленным Красноярской железной дорогой, составляют сумму в размере 103 руб/мес на один контейнер

Далее рассчитаем изменение стоимости одной тонны угля при перевозке в контейнерах, принадлежащих ОАО «Красноярский гортоп», от угольного склада ст. Бугач до угольного склада котельной в Северо-Западном районе в г. Красноярске.

Время оборота контейнера от Бородинского угольного разреза до угольного склада ОАО «Красноярский гортоп» и далее до склада котельной на ул. Норильская составит 6 суток.

Количество специализированных контейнеров типоразмера УУК – 5, необходимое для перевозки заданного объема угля, равно 48 единиц стоимостью 28,5 тыс. рублей каждый. Исходя из потребного количества контейнеров, их срока службы и цены одного контейнера, стоимость одной тонны угля увеличится на 4,69 рубля.

Так как снижение затрат на эксплуатацию склада составляет 24,46 руб/т, а после покупки контейнеров стоимость одной тонны угля увеличивается на 4,69 рубля, в конечном итоге экономия котельной составляет 19,77 руб/т, а это значит, что переоборудование склада котельной на новую технологию окупится за 9 лет, при среднесуточном расходе угля в 32 тонны, а при продаже освобожденной территории склада, срок окупаемости сократится до 8,3 лет без учета экономии при транспортировке.

Заключение

Борьба с потерями угля при перевозке автомобильным транспортом, а, следовательно, загрязнение близлежащей территории и воздушного бассейна по которой проходит маршрут перевозки угля не может свестись к устранению какого либо фактора, или группы факторов, влияющих на потери, нужны кардинальные решения позволяющие устранить потери. Одним из таких решений может быть контейнерная или пакетная перевозка угля, обеспечивающая сохранность перевозимого груза.

Уголь перевозится автосамосвалами и универсальными автомобилями, даже не всегда предназначенными для перевозки навалочных грузов. Большинство автотранспортных средств не соответствует по своей номинальной грузоподъемности массе перевозимого угля, рассчитанного по геометрическим размерам кузова

В настоящее время автотранспортный парк обладает достаточно широкой гаммой автомобилей, предназначенных для перевозки контейнеров разной грузоподъемности. Для перевозки специализированных контейнеров с углем наиболее целесообразно применение контейнеровозов самопогрузчиков, обеспечивающих минимальные затраты и время на осуществление погрузо-разгрузочных операций.

Разработанная математическая модель расчета площадей угольных складов при хранении угля в буртах или в контейнерах позволяет оценить площади складов при обоих видах хранения с разными высотами буртов, ярусами установки и типами контейнеров. Выполненные расчеты говорят о перспективности контейнерного способа хранения угля с точки зрения экономии площади склада, которая значительно возрастает при увеличении грузоподъемности контейнера и числа ярусов их установки.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Википедия – Свободная энциклопедия [Электронный ресурс]: Ископаемый уголь - Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Ископаемый_уголь
2. Образовательный портал Geum.ru [Электронный ресурс]: Научное обоснование и разработка комплекса средств механизации для обеспечения качества углепродукции - Режим доступа: <http://geum.ru/next/art-217452.leaf-2.php>
3. Электронный фонд правовой и нормативно технической документации [Электронный ресурс]: Нормы естественной убыли массы грузов при перевозках по железным дорогам - Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/9039530>
4. Особенности перевозки угля автотранспорт – Режим доступа: <http://perevozka24.ru/pages/osobennosti-perevozki-uglya-avtotransportom.A>
5. Безопасность жизнедеятельности в дипломном проектировании. Красноярск 2005 (голубая методика)
6. Требования безопасности при перевозке контейнеров автомобильным транспортом http://norma.org.ua/russia/pot_otrasl/0_45_001/3_8.html.
7. <http://test.big-cars.ru/the-calculation-of-the-leasing-and-credit/?ID=144570&BEST=1>.
8. http://www.postroim.dp.ua/arenda_samosvala.php.
9. <http://www.biodos.ru/Moskovskaya-oblast/Voskresensk/zil-samosval-1998-g-dizel-iid-531936>.
10. <http://denisovets.ru/zil/zilpages/zilmmz2502.html>.
11. <http://fotoham.ru/picture.php?id=191028>.
12. <http://www.dorsur.ru/>
13. Демченко И.И. Ресурсосберегающие и экологичные технологии обеспечения качества углепродукции: монография/И.И. Демченко, В.Д. Буткин, А.И. Косолапов. – М.: МАКС Пресс, 2006. - 344 с.
14. СТО 4.2-07-2014 Общие требования к построению, изложению и оформлению документов учебной деятельности. – Красноярск: Системы управления СФУ, 2014. – 60с.



Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНСТИТУТ ГОРНОГО ДЕЛА, ГЕОЛОГИИ И ГЕОТЕХНОЛОГИЙ
Кафедра «Горные машины и комплексы»



Дипломная работа на тему:
«Разработка конструкций специализированных контейнеров и
модели технологического автотранспортного средства для перевозки
сортового угля»

Руководитель

профессор Демченко И. И.

Выполнил
студент гр. ГМ 12-12

Корольков Г. А.





Горные машины
и комплексы СФУ



ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ
FUST FEDERAL UNIVERSITY



Горные машины
и комплексы СФУ



ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ
FUST FEDERAL UNIVERSITY





Горные машины
и комплексы СФУ



СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
SIBERIAN FEDERAL UNIVERSITY



Горные машины
и комплексы СФУ



СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
SIBERIAN FEDERAL UNIVERSITY





СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
SIBIRIAN FEDERAL UNIVERSITY



СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
SIBIRIAN FEDERAL UNIVERSITY





Горные машины
и комплексы СФУ



СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
SIBIRIAN FEDERAL UNIVERSITY



Горные машины
и комплексы СФУ



СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
SIBIRIAN FEDERAL UNIVERSITY





Горные машины
и комплексы СФУ



СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
SIBERIAN FEDERAL UNIVERSITY



Горные машины
и комплексы СФУ



СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
SIBERIAN FEDERAL UNIVERSITY





СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
SIBERIAN FEDERAL UNIVERSITY

Спасибо за внимание