

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

Институт горного дела, геологии и геотехнологий

Кафедра «Горные машины и комплексы»

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
А.С.Морин
«_____» _____ 2022 г.

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

21.05.04 «Горное дело»
(специальность)

21.05.04.09 «Горные машины и оборудование»
(специализация)

ОБОСНОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ТЕХНИЧЕСКИХ ПРЕДЛОЖЕНИЙ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ ПЕРЕВОЗКИ УГЛЯ АВТОТРАНСПОРТОМ

тема

Руководитель	_____	<u>И.И. Демченко</u>
	подпись, дата	
Выпускник	_____	<u>А.А. Яковлев</u>
	подпись, дата	
Консультанты:		
<u>Экономическая часть</u>	_____	<u>Р.Р. Бурменко</u>
	подпись, дата	
<u>Безопасность жизнедеятельности</u>	_____	<u>А.В. Галайко</u>
	подпись, дата	
<u>Нормоконтролер</u>	_____	<u>И.И. Демченко</u>
	подпись, дата	

Красноярск 2022

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

Институт горного дела, геологии и геотехнологий

Кафедра «Горные машины и комплексы»

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

А.С.Морин

«_____» _____ 2022 г.

**ЗАДАНИЕ
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ
в форме дипломной работы**

Студенту Яковлеву Артему Андреевичу

фамилия, имя, отчество

Группа ГГ16-12-ГМ Направление (специальность) 21.05.04 «Горное дело»,

номер

код

специализация 21.05.04.09 «Горные машины и оборудование»

наименование

Тема выпускной квалификационной работы Обоснование и разработка технических предложений по совершенствованию перевозки угля автотранспортом

Утверждена приказом по университету № _____ от _____

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

инициалы, фамилия, должность, ученое звание и место работы

кафедры Горные машины и комплексы

Исходные данные для ВКР угольная компания «Угольторг», угольный разрез «Южный» в Кемеровской области, КГРП Cat HW300, котельная в п. Солонцы (Емельяновский район Красноярского края).

Перечень разделов ВКР Проблемы, связанные с перевозкой угля в автосамосвалах навалом. Применяемый автотранспорт для перевозки угля.

Существующая и предлагаемая технология загрузки угля.

Специализированные АТС.

Перечень графического материала Презентация в количестве 18 слайдов.

Руководитель ВКР

подпись

И.И. Демченко

инициалы и фамилия

Задание принял к исполнению

_____ А.А. Яковлев
подпись, инициалы и фамилия студента

« ____ » _____ 2022 г.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1 Перевозка угля автотранспортом.....	6
1.1 Исследование существующей технологии доставки угля автотранспортом по критерию сохранности и экологичности процесса ..	6
1.2 Анализ соответствия фактической массы угля в кузове и грузоподъемности в автотранспортах, используемых в перевозке твердого топлива ..	17
2 Применение специализированных контейнеров в горном деле.....	28
3 Разработка специализированной модели автотранспортного средства для транспортировки сортового угля ..	33
4 Подвижной состав автотранспорта для перевозки контейнеров.....	36
5 Безопасность жизнедеятельности при автотранспортных перевозках	51
6 Расчет экономической эффективности применения контейнерной перевозки угля автотранспортом ..	56
6.1 Анализ вариантов транспортирования угля.....	56
6.2 Расчет капитальных вложений.....	56
6.3 Расчет эксплуатационных затрат на перевозку угля автотранспортом ..	57
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	61
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	62

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в России выявлено и открыто множество месторождений полезных ископаемых, добывающих как открытым, так и подземными способами. Запас угля составляет 15-16% от мировых запасов, а в рейтинге стран Россия занимает третье место, после США и Китая. В данной дипломной работе мы рассмотрим, как осуществляется перевозка угля, с чем сталкиваются и какие возникают задачи, а также сделаем попытку в предложении способов решения возникших негативных факторов.

Осуществлять перевозку угля могут следующие виды транспорта: морской (речной) и железнодорожный, которые задействованы в крупных доставках угля. Но не во всех случаях нужны потребителям столь масштабные объемы горючего полезного ископаемого и не ко всем подведены железнодорожные пути или морские порты. Для этих случаев существует автомобильный транспорт, который далее будет затронут в работе.

В перевозке угля автотранспортом самым распространенным и популярным видом является автосамосвалы. Преимущество их заключается в удобстве загрузки, а разгрузка их осуществляется за счет наклона кузова. Мировые автомобильные заводы, выпускающие автосамосвалы, предлагают на выбор разную грузоподъемность. Для промышленных предприятий или котельных грузоподъемность самосвалов составляет до 30-35 тонн, частные работники используют 5-тонные автосамосвалы. Совсем другое дело обстоит на карьерах и разрезах, где грузоподъемность самосвалов может достигать 100, 200 и даже 400 тонн.

У угля существуют некоторые особенности, которые необходимо учитывать при его перевозке. При их не соблюдении могут возникнуть негативные ситуации, например, смерзание угля при низких температурах, что приведет к затруднению при разгрузке, а при высоких температурах произойдет самовозгорание угля. По мимо этих факторов на качество угля могут влиять и погодные условия.

Так же стоит отметить, что уголь относится к сыпучим грузам и по требованиям перевозки должен накрываться тентом, что зачастую это не выполняется. Грузят уголь в кузов автосамосвала навалом, с «шапкой». Во время долгой транспортировки происходит утряска угля и его дробление на мелкие фракции или образования пыли, которые в зависимости от манеры вождения, ветра, технического состояния подвески автомобиля выпадают или выдуваются из кузова.

Все эти факторы негативно сказываются на перевозке угля по критериям сохранности груза и экологичности процесса, которые в дипломной работе попытаемся исправить.

1 Перевозка угля автотранспортом

Использование автотранспорта для перевозки полезных ископаемых или вскрышных пород осуществляется тогда, когда расстояния транспортирования относительно небольшие или не имеется технической возможности доставлять этот груз железнодорожным или речным (морским) видами транспорта. Автотранспорт широко распространен на открытых горных работах в транспортировании угля (или вскрышных пород) непосредственно из забоя разреза до обогатительная фабрики (или соответственно, отвала), либо в перевозке из складов хранения угля до потребителей, когда не нужны масштабные объемы перевозки угля (коммунально-бытовой сектор или котельные).

Своевременность доставки, сохранность качества и количества, экономичность транспортирования – важные показатели при перевозке угля. Нужно учитывать особенности такого груза, чтобы уголь поступил заказчику с минимальными потерями.

1.1 Исследование существующей технологии доставки угля автотранспортом по критерию сохранности и экологичности процесса

Из классификации грузового автотранспорта по составу и типу кузова в перевозке угля для потребителей задействованы: одиночные бортовые автомобили; прицепные, состоящие из бортовых автомобилей с прицепами; седельные, состоящие из тягачей и полуприцепов. В основном для перевозок угля автотранспортом применяют автосамосвалы, потому что они удобные при выгрузке за счет автоматического наклона кузова. Кроме того, стоит ещё отметить то, что уголь, согласно классификации грузов автотранспорта, принадлежит к десятой группе, в которой указано, что это навалочные грузы, могут перевозиться без упаковки и не нуждаются в защите при перевозках от атмосферных осадков и распыления. Но, с другой стороны, правилами перевозки грузов автомобильным транспортом не предусмотрены и потери перевозимого навалочного груза. Также при перевозке или хранении не распространяются на уголь имеющиеся «Нормы естественной убыли». По этой причине автотранспортные компании обязаны осуществлять перевозку навалочных грузов, и, соответственно, 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 4-7 % перевозимой массы топлива.

На данный момент имеющаяся технология транспортирования угля не обеспечивает сохранность качества и количества угля. Поэтому имеются такие негативные факторы, как потери при транспортировании и как следствие - загрязнение 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, затем выдувается потоком воздуха или же вымывается атмосферными осадками. Угольная мелочь теряется по тем же причинам, но в большинстве случаев просто просыпается. А качество всего угля теряется от увлажнения атмосферными осадками, уменьшающими его теплотворную способность. Дать точную оценку полным потерям угля при перевозке автотранспортом не представляется возможным, т.к. на потери влияют множество моментов. Существует сложность при оценке любого вида потерь, но еще сложнее – это оценить потери угольной пыли и мелочи, потому что просыпавшаяся угольная пыль и мелочь не остается на твердом дорожном покрытии, а уносится ветром, смывается осадками или смешивается с почвой. Та же самая проблема есть и в определении веса просыпавшегося кускового угля. Из-за того, что выпавшие куски попадают под колеса проезжающих автомобилей, они измельчаются в ту же угольную пыль. Поэтому, чтобы попытаться сделать оценку потери угля при транспортировке его автотранспортом, нужно провести наблюдение за транспортным средством, перевозящим уголь на своем заданном маршруте.

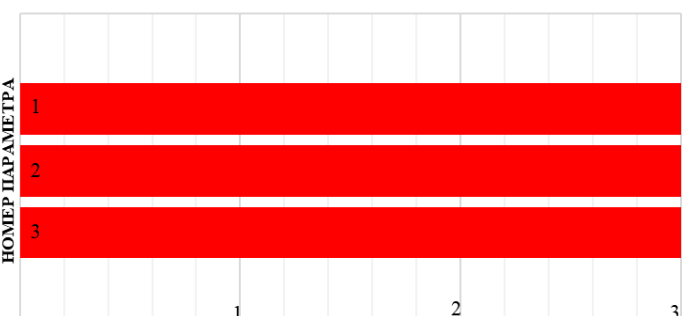
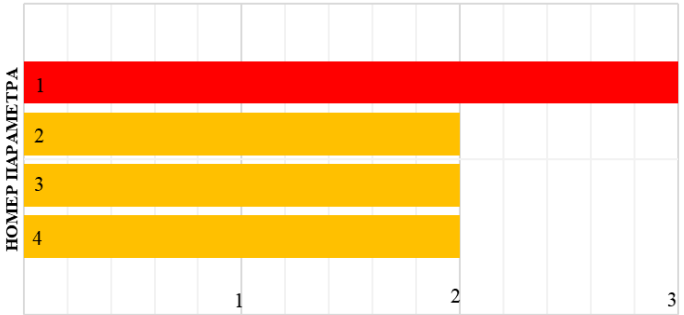
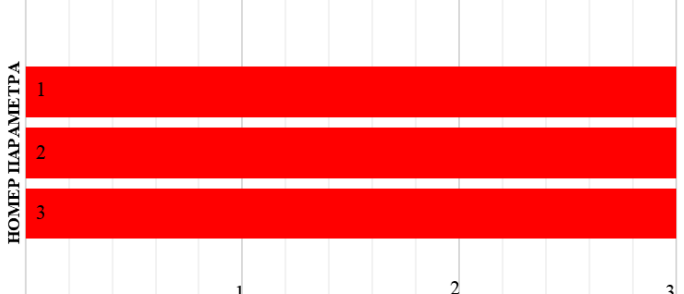
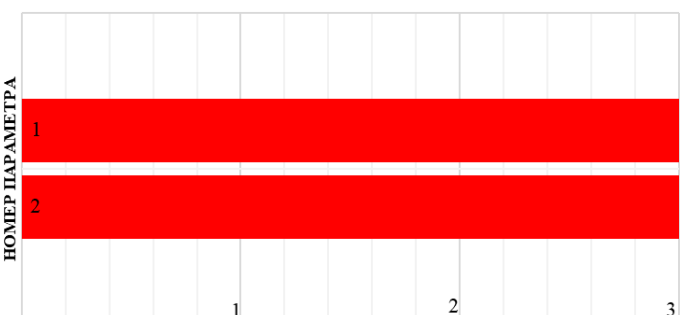
Такие наблюдения были проведены на территории Красноярского края в г.г. Красноярск, Дивногорск, Сосновоборск и Железногорск, а также на маршрутах доставки угля в районы края: Манский, Емельяновский, Березовский. После проведения этих наблюдений установили, что потери на всей длине маршрута распределяются неравномерно, а именно: большинство потерь приходится на начальный этап транспортирования, т.е. когда идет так называемая «утряска» угля и угольной мелочи в кузове.

По этим наблюдениям за перевозками составили таблицу (1), в которой показали факторы, оказывающие влияние на потери угля и дали оценку уровню воздействия влияния этих факторов в виде диаграммы. Примечание: за цифру «1» (зеленый цвет) приняли слабый уровень воздействия, «2» (оранжевый цвет) - средний уровень и «3» - соответственно, самый сильный уровень воздействия (красный цвет).

Таблица 1 - Факторы и уровень их влияния на потери угля при транспортировке его автотранспортом

Основные дорожные условия											
1) Укатанное гравийное 2) Гравийное, щебеночное 3) Железобетонное 4) Асфальто- или цементобетонное	<p>Дорожное покрытие</p> <table border="1"> <caption>Данные диаграммы</caption> <thead> <tr> <th>Номер параметра</th> <th>Уровень влияния</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	Номер параметра	Уровень влияния	1	3	2	3	3	3	4	1
Номер параметра	Уровень влияния										
1	3										
2	3										
3	3										
4	1										

Продолжение таблицы 1

<p>1) Состояние дорожного полотна 2) План трассы 3) Профиль трассы</p>	<p style="text-align: center;">Дорожные условия</p>  <p style="text-align: center;">УРОВЕНЬ ВЛИЯНИЯ</p>
Подвижной состав	
<p>1) Самосвал (без заднего борта) 2) Полуприцеп 3) Прицеп 4) Бортовой автомобиль</p>	<p style="text-align: center;">Тип подвижного состава</p>  <p style="text-align: center;">УРОВЕНЬ ВЛИЯНИЯ</p>
<p>1) Основные борта и днище 2) Надставные борта 3) Подвеска автомобиля</p>	<p style="text-align: center;">Техническое состояние конструкции</p>  <p style="text-align: center;">УРОВЕНЬ ВЛИЯНИЯ</p>
<p>1) Форма кузова 2) Периметр кузова</p>	<p style="text-align: center;">Геометрические параметры</p>  <p style="text-align: center;">УРОВЕНЬ ВЛИЯНИЯ</p>

Окончание таблицы 1

Темперамент водителя											
1) Сангвиник 2) Флегматик 3) Холерик 4) Меланхолик	<table border="1"> <caption>Темперамент водителя</caption> <thead> <tr> <th>НОМЕР ПАРАМЕТРА</th> <th>УРОВЕНЬ ВЛИЯНИЯ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>2</td> </tr> </tbody> </table>	НОМЕР ПАРАМЕТРА	УРОВЕНЬ ВЛИЯНИЯ	1	3	2	1	3	3	4	2
НОМЕР ПАРАМЕТРА	УРОВЕНЬ ВЛИЯНИЯ										
1	3										
2	1										
3	3										
4	2										
Груз и условия погрузки											
1) Гранулометрический состав 2) Марка угля	<table border="1"> <caption>Груз</caption> <thead> <tr> <th>НОМЕР ПАРАМЕТРА</th> <th>УРОВЕНЬ ВЛИЯНИЯ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	НОМЕР ПАРАМЕТРА	УРОВЕНЬ ВЛИЯНИЯ	1	3	2	1				
НОМЕР ПАРАМЕТРА	УРОВЕНЬ ВЛИЯНИЯ										
1	3										
2	1										
1) С «шапкой» 2) Без «шапки»	<table border="1"> <caption>Загрузка кузова</caption> <thead> <tr> <th>НОМЕР ПАРАМЕТРА</th> <th>УРОВЕНЬ ВЛИЯНИЯ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	НОМЕР ПАРАМЕТРА	УРОВЕНЬ ВЛИЯНИЯ	1	3	2	1				
НОМЕР ПАРАМЕТРА	УРОВЕНЬ ВЛИЯНИЯ										
1	3										
2	1										
Погодные условия											
1) Температура воздуха 2) Ветер 3) Осадки 4) Влажность	<table border="1"> <caption>Погодные условия</caption> <thead> <tr> <th>НОМЕР ПАРАМЕТРА</th> <th>УРОВЕНЬ ВЛИЯНИЯ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>2</td> </tr> </tbody> </table>	НОМЕР ПАРАМЕТРА	УРОВЕНЬ ВЛИЯНИЯ	1	1	2	3	3	2	4	2
НОМЕР ПАРАМЕТРА	УРОВЕНЬ ВЛИЯНИЯ										
1	1										
2	3										
3	2										
4	2										

Далее обоснуем полученные результаты наблюдений из таблицы.

Первый фактор - дорожные условия, имеет самую большую степень влияния, так как потери сильно зависят от типа и состояния дорожного

покрытия, а также от плана и профиля трассы. Исключение и, соответственно, минимальные потери наблюдаются только тогда, когда хорошее покрытие дороги (асфальто- и цементобетонное) и угольные потери происходят в результате выдувания мелочи потоком воздуха, что происходит либо в кормовой части кузова при отсутствии заднего борта, либо через щели в бортах кузова. А большие потери происходят при перевозке по сборным железобетонным плитам, гравийным и щебеночным дорогам. Также, как было указано выше, на потери угля влияет план и профиль трассы. Так, при наблюдениях за перевозками угля в г. Дивногорск отмечены значительные увеличения потерь на участках дорог, имеющие резкие подъемы и повороты (серпантины), чем, например, на междугородней трассе Красноярск-Железногорск, где дорога имеет равнинную поверхность без резких и крутых поворотов. Однако наибольшая интенсивность угольных потерь, измеряемая в килограммах угля на погонный метр дороги (кг/м), приходится места железнодорожных переездов или переезд через искусственную неровность, или же где имеются ухабы, рытвины, ямы.

Стоит отметить, что фактор - дорожные условия, не может строго зафиксировать потери угля на какой-нибудь результате даже на известных маршрутах перевозки, а всегда имеет разные показания. Для примера: бывает, что от ранее проехавшего автомобиля-грузовика может возникнуть кочка из-за просыпавшегося, например, щебня. Из-за этого поменялись дорожные условия. А это ведет к изменению потерь, что в данном случае – к увеличению потерь. Дороги общего пользования обслуживаются специализированными дорожными предприятиями, что в их обязанностях входит уборка или очистка дорожного полотна. Убрали просыпавшийся щебень - дорожные условия снова поменялись и, соответственно на потери угля этот момент больше не будет влиять. Полученные закономерности потерь угля от дорожных условий на условном маршруте в виде графика интенсивности потерей, показаны на рисунке 1.

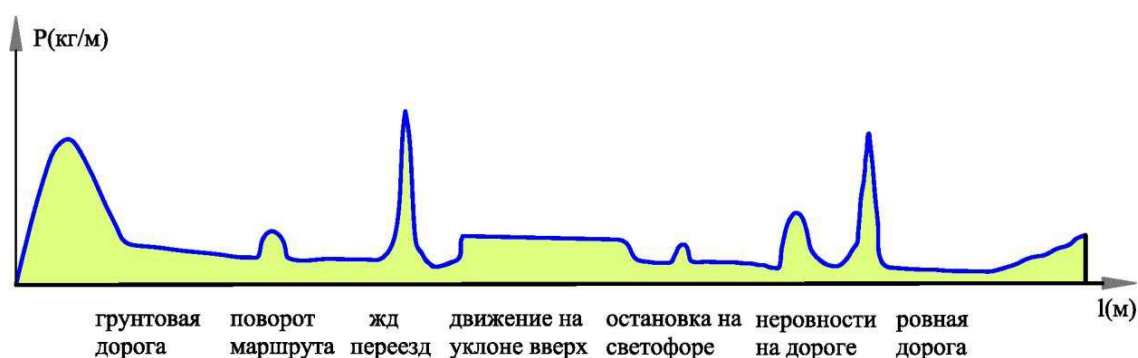


Рисунок 1 - График интенсивности потерь угля на маршруте перевозки автомобильным транспортом

Разберем зависимость потерь угля на маршруте от подвижного состава, который задействован в перевозке. Рассмотрев типы подвижного состава,

используемых в перевозках угля, можно отметить, что на потери они сильно не влияют. Исключением будет только автосамосвал, не имеющего заднего борта. Из-за того, что уголь имеет небольшую объемную массу, то его грузят в автотранспорт с «шапкой». Во время движения автотранспорта угол естественного откоса уменьшается. Это происходит из-за того, что кузов автомобиля во время движения испытывает на себе вибрации и от трясек угольная «шапка» оседает. Находящийся в кузове уголь начинает перемещаться к бортам, откуда потом и происходит его падение. Самые большие потери происходят, когда отсутствует задний борт у автотранспорта. Также стоит отметить, что форма кузова и периметр (величины, которые могут весомо отличаться) незначительно оказывают влияние на потери. Можно объяснить это тем, что во время процесса погрузки угля меньше всего заполняются углы кузова, по сравнению со средней частью, и оседающая в процессе движения «шапка» в большей степени попадает туда. Правильная загрузка подразумевается тогда, когда основание «шапки» находится ниже на расстоянии примерно 10-15 см от высоты бортов. Тогда возникающие потери будут происходить в основном из-за выдувания мелочи потоком воздуха.

Техническое состояние подвижного состава и ходовой части, а также герметичность кузова на потери угля оказывают значительное влияние. Имеющиеся щели между боковыми бортами, а также щели между бортов и днищем, приводят во время движения автотранспорта к просыпанию угольной мелочи. Замечено, что транспортные предприятия стремятся увеличить коэффициент использования грузоподъемности автомобиля-самосвала при перевозке угля за счет применения «наращиваемых» (надставных) бортов. К сожалению, это происходит с низким качеством технологии их изготовления, без точной «подгонки» деталей, образуются дополнительные щели, что также приводит к потерям. В сельских транспортных предприятиях наблюдаются такие случаи, когда такие надставные борта изготавливаются из древесных материалов. Это влечет за собой к образованию щелей между досок, а также в местах между основным бортом и надставным. Но стоит отметить, что эти деревянные надставные борта во время погрузки могут треснуть и, как итог, сломаться, что также при перевозке может негативно сказываться на сохранности груза.

Состояние подвески подвижного состава оказывает серьезное влияние на потери, т. к. при жесткой подвеске перевозимый уголь испытывает большие динамические нагрузки при езде по неровной дороге из-за того, что колебания не гасятся, а передаются на весь кузов, что в свою очередь приводит к большим потерям. Также нужно следить за состоянием пружин и амортизаторов, которые должны гасить колебания и не давать машине «плавать» от имеющихся на дороге неровностей.

Следующий фактор - темперамент водителя, основывается на таких типах, как сангвиник, флегматик, холерик и меланхолик.

Сангвиник характеризуется следующими чертами: сильный,

энергичный, обладающий высокой работоспособностью и психической активностью. Личность, имеющая такой темперамент быстро адаптируется в новых условиях, общителен, с хорошим настроением. В определенных ситуациях быстро принимает решения и с легкостью сможет справиться с задачами на сообразительность. Данный тип темперамента является оптимальным вариантом для работы водителем автомобиля. Он отлично чувствует себя на оживленных дорогах с большой интенсивностью. Но сангвиники предпочитают динамичную манеру вождения, а это часто приводит к возникновению средних потерь при транспортировании угля.

Флегматик характеризуется спокойным и ровным настроением, без резких перемен, эмоционально постоянен и медлителен. Водитель с таким темпераментом с легкостью справляется на длительных поездках, по сравнению с сангвиником, который не сильно устойчив к монотонному маршруту. Флегматик испытывает сложность в резко изменяющихся дорожных условиях и в аварийных ситуациях действует медленно. Но имеет положительные качества: высокая работоспособность, трудолюбие, упорство, большая уверенность в себе. По мере приобретения опыта может прогнозировать развитие дорожной обстановки и за счет отсутствия у него динамичной езды обеспечивает надежное управление автотранспортом, что приводит к минимальным потерям как угля, так и других насыпных грузов.

Холерик имеет высокий уровень психической активности, энергичен, смел и решителен, но не обладает выдержкой и терпимостью. Человек с таким темпераментом в управлении автомобилем проявляет излишнюю инициативу и не сильно осторожен. Характерен к лихачеству и быстрой езде, резкостью и торопливостью. К холерикам относят людей, которые несутся на большой скорости, а потом резко тормозят. Они слабо дисциплинированные водители, поэтому им необходимо контролировать себя постоянно, когда находятся за рулем. Из этих причин у холерика самые большие потери угля при транспортировке.

У меланхолика наблюдаются слабые реакции, они медлительны, имеют склонность к размышлениям и переживаниям, вял, пассивен и нерешителен. Однако в управлении автотранспортом обладает дисциплиной, не склонен к агрессивной езде, а наоборот нетороплив и аккуратен. Способности к рискованным действиям не имеет, а прогнозирует в поездке дорожную ситуацию, поэтому в управлении автомобилем надежен. Но при возникновении интенсивности на дороге или появлении нештатных ситуаций, когда требуется быстрые решения, меланхолики начинают теряться, нервничать, паниковать в результате чего может произвести поспешные или неправильные действия вплоть до полного прекращения управления автотранспорта. Поэтому данный тип темперамента для работы водителем менее пригоден. Но потери угля у меланхолика наблюдаются меньше, чем у сангвиника.

Стоит отметить, что какой-то только один темперамент у человека не бывает, а сочетается в нем либо два, либо более основных типов. У человека считается, что темперамент является устойчивой характеристикой, однако его

можно, например, за счет воспитания, скорректировать.

Проанализируем следующий фактор, влияющий на потери угля - груз и условие погрузки. Рассматривая марки перевозимого угля, то они почти не оказывают влияния на потери, но гранулометрический состав и, особенно, процесс загрузки кузова оказывают существенное влияние на потери угля при его транспортировке. При перевозке мелких фракций угля потери происходят из-за выветривания и просыпания этой мелочи через имеющиеся щели в кузове. Потери же крупных кусков угля наблюдаются реже, а если происходят, то в результате сваливания через кормовую часть кузова, особенно это происходит тогда, когда отсутствует задний борт у автотранспорта, а также через боковые борта на виражах. Также отмечено, что потери крупных кусков угля часто встречаются, когда происходит максимальная загрузка кузова с «шапкой».

Такой фактор, как погодные условия также оказывает свое влияние на потери. Ветер имеет наибольшее влияние на потери угля, а особенно в тех случаях, когда его направление навстречу движения автомобиля. Влияние дождя — это вымывание мелких фракций угля через щели и отверстия в бортах, а также увлажнение перевозимого угля, что снижает его качество. Идущий снег при перевозке угля почти не оказывает никакого влияния на потери, т.к. его сдувает встречный поток воздуха. Но, если снег попадет в кузов автомобиля во время погрузки вместе с углем, то впоследствии снег увлажнит уголь и, соответственно, снизит его качество и уменьшит теплотворную способность.

Для того, чтобы вычислить количественные потери угля при его транспортировке, были произведены экспериментальные исследования на укатанной грунтово-щебеночной дороге, ведущей от угольного склада в городе Красноярске «Угольторг», расположенного по адресу: улица Маерчака 67Д до начала асфальтированного участка на перекрестке улиц Маерчака и Калинина (в районе дома 2В).

Компания «Угольторг» занимается продажей и доставкой угля, добытого из Бородинского и Балахтинского разрезов. Поставки угля потребителям осуществляются как в города и населенные пункты Красноярского края, так и в города Новосибирск, Томск и Кемерово. У компании имеются два склада: первый, как уже было указано выше, находится на Маерчака, а второй в поселке городского типа Березовка, Красноярский край. Но в рассмотрение находящийся в Березовке склад принимать не будем, так как участок дороги относительно ровный и выявить потери сложно. Поэтому остановимся на первом складе, в городе Красноярск (рисунок 2).



Рисунок 2 – Склад угля в городе Красноярске

Протяженность исследуемого участка составляет около 500 метров. Дорожное покрытие изобилует рытвинами, ухабами и ямами, а также на большей части данного участка присутствует спуск вниз с имеющимися указанными ранее неровностями, что за собой влечет потери угля на начальном этапе транспортирования (рисунок 3). На исследуемом участке были проведены более ста наблюдений за перевозками угля автомобилями с замерами угольных потерь. Большая часть этих наблюдений носила вспомогательный характер. С их помощью было установлено следующее:

1) потери кусков угля, имеющих размер более 1 см, поддаются измерению относительно легко, по сравнению с размерами меньше, ведь, чтобы уловить угольную мелочь или пыль нужно выполнять более трудные приемы и требуется дорогое оборудование;

2) основные потери кускового угля происходили на тех участках дороги, где ранее выше указывалось о неровностях, на которых потери достигали 8-9 кг;

3) такие факторы как имеющийся задний борт, применение надставных бортов, темперамент водителя (его манера вождения) – являются основой, которые влияют на потери угля на дороге, имеющей неровности.



Рисунок 3 – Участок неровной дороги на улице Маерчака

На рисунке 4 показаны просыпи угля на улице Маерчака.



Рисунок 4 – Потери угля на начальном участке перевозки

Подведя итог проведенного анализа, можно сказать, что возникающие потери кусков угля при транспортировке на неровной дороге в значительной степени зависят от темперамента водителя (более темпераментный водитель грузового автомобиля обладает большими потерями угля на первых появившихся неровностях), а также от отсутствия у автотранспорта заднего борта (что, само собой разумеется). Заметно меньшее влияние оказывает

наличие наращенных бортов, потому что своими надставными бортами сдерживают расползание «углевой шапки». А самое малое влияние на потери оказывает порядковый номер неровности на дороге. Это объясняется тем, что расстояние между неровностями небольшое. Однако на второй неровности потери все-таки немного повыше первого, потому что происходит на начальном этапе постепенное расползание угольной «шапки».

Стоит сказать, что количественно провести оценку степени воздействия каждого фактора на потери угля не представляется возможным, т.к. в реальности на потери, а также на их количество, происходящие в транспортном процессе, будет влиять целый комплекс факторов таких как: время и место перевозки, скорость движения автомобиля, дальность транспортирования, возникшие дорожные условия, используемый подвижной состав, манера вождения (темперамент водителя), гранулометрический состав угля, погодные условия. Потерь угля будет больше тогда, когда будет больше негативных факторов, происходящих в реальных условиях транспортировки.

В настоящее время автомобильная промышленность предлагает широкий выбор автотранспортных средств, которые могут использоваться для перевозки угля. Важно знать, а все ли эти транспортные средства эффективно эксплуатируются по критерию коэффициента использования грузоподъемности?

1.2 Анализ соответствия фактической массы угля в кузове и грузоподъемности в автотранспортах, используемых в перевозке твердого топлива

Проводить этот анализ будем на основе эффективности использования подвижного состава в перевозке угля по величине коэффициента использования грузоподъемности. В настоящее время автопроизводители различных стран выпускают широкую гамму автотранспорта, используемых как для перевозки достаточно легких навалочных грузов (удельной массой $0,8 \text{ т/м}^3$), так и тяжелых ($1,5 \text{ т/м}^3$). Нужно отметить, что удельная масса угля варьируется в пределах $0,8 \text{ т/м}^3 - 1,2 \text{ т/м}^3$.

Для анализа возьмем автомобили-самосвалы, выпускаемые как отечественными заводами, так и зарубежными. Рассматривать будем грузоподъемность, форму и вместимость их кузовов.

На рисунках 5 и 6 приведены фотографии по одному экземпляру из рассматриваемых марок подвижного состава, выпускаемых различными автомобильными заводами, а в таблице 2 показана краткая их информация.

	
<p>ГАЗ-САЗ-35125 (1,4 т.)</p>	<p>Isuzu ELF 3.5 (0,62 т.)</p>
	
<p>Mitsubishi Fuso Canter FBA60B23 (2 т.)</p>	<p>Hyundai HD78 (4,8 т.)</p>

Рисунок 5 – Автосамосвалы небольшой вместимости, используемых для потребителей коммунально-бытового сектора

	
КАМАЗ 43255 (7 т.)	МАЗ 5551А2 (8,5 т.)
	
FAW CA3250P66K2T1E4 (19,3 т.)	ЗИЛ-СААЗ-4546-454610 (5,8 т.)

Рисунок 6 – Автосамосвалы большей вместимости, используемых для перевозки угля котельным

Таблица 2 – Краткая информация автомобилей-самосвалов

Марка автомобиля	Внутренние габариты кузова, мм			Вместимость кузова, м ³	Грузоподъемность, т
	Длина	Ширина	Высота		
ГАЗ-СА3-35125	3000	2000	470	2,5	1,4
ГАЗ-СА3-35128	3090	2010	615	3,45	1,1
ГАЗ-СА3-2505	3050	2337	630	3,8	3,0
ГАЗ-СА3-2506	3516	2280	620	5,0	3,45
ГАЗ-СА3-2507	3516	2280	620	5,0	4,25
ГАЗ-СА3-25062	3050	2337	630	4,0	3,46
ГАЗ-СА3-25061-10	3516	2280	620	5,0	1,54
ГАЗ-СА3-250712	5000	2304	620	7,1	4,86
ГАЗ-СА3-25051	4500	2100	475	4,9	2,79
Isuzu CYZ51K	4880	2300	950	12,0	17,55
Isuzu ELF 3.5	3930	1830	400	2,9	0,62
Isuzu CYZ52M	5000	2272	1450	16,0	19,3
Isuzu Forward 18.0	5800	2550	1200	11,3	9,9
Mitsubishi Fuso Canter FBA60B23	3100	1600	320	1,5	2,0

Окончание таблицы 2

Mitsubishi Fuso Fighter FK71FC1D	3400	2060	340	2,1	3,6
Mitsubishi Fuso Super Great FV50VJ	5100	2200	520	5,5	9,2
Hyundai HD78	5150	2230	500	5,5	4,8
Hyundai HD170	5200	2270	730	8,5	7,96
Hyundai HD270	4620	2310	1395	15,0	19,65
КамАЗ 43255	3765	2395	700	6,0	7,0
КамАЗ 53605	3740	2395	700	6,5	7,2
КамАЗ 65115	4550	2500	950	10,0	14,5
КамАЗ 6522	4700	2490	1550	12	13,4
КамАЗ 689011	6200	2410	1400	20,9	13,5
МАЗ 5551А2	3800	2400	950	5,5	8,5
МАЗ 5551	3800	2268	950	5,4	10,0
FAW CA3250P66K2T1E4	6000	2300	1400	19,3	19,32
FAW CA3312P2K2LT4A	7200	2300	1400	23,2	24
ЗиЛ-СAA3-4546-454610	3516	2280	744	6,0	5,8
ЗиЛ-СAA3-454510	3050	2337	780	5,4	6,0

На рисунках 7 и 8 показаны примеры формы кузовов для автомобилей-самосвалов, выпускаемых и применяемых в настоящее время в достаточном разнообразии, имеющих форму как простых прямоугольных кузовов, так и геометрически и конструктивно сложных форм, которые могут иметь, например, подогрев бортов, чтобы предотвратить смерзание груза.




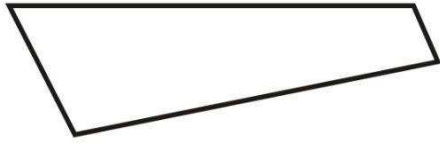
	
трапециевидная форма с плоским днищем	трапециевидная форма с плоским днищем и специальной короткой задней частью для превращения высыпания груза
	
кузов сложной формы	трапециевидная форма с плоским наклонным днищем

Рисунок 7 – Формы кузовов





	
трапециевидная форма с плоским днищем и специальной длинной задней частью для предотвращения высыпания груза	прямоугольная форма малой высоты
	
прямоугольная форма средней высоты	прямоугольная форма большой высоты

Рисунок 8 – Формы кузовов

С помощью формулы 1 произведем оценку потребительских свойств при перевозке угля автотранспортом по вместимости кузова. Условие погрузки примем с «шапкой».

$$V = V_k + (D_k \cdot Ш_k \cdot B_k + \frac{Ш_k^2}{12tg^2 \cdot \alpha \cdot \rho} (3D_k \cdot tg \alpha \cdot \rho - Ш_k)), \quad (1)$$

где V_k – объем кузова, м³. За вместимость принимаем произведение 3 величин кузова: длина, ширина, высота. Отметим, что для расчета высоту кузова уменьшим на 100 мм. Это сделано для того, чтобы не допустить высыпание угля во время транспортировки;

D_k – длина кузова, м;

$Ш_k$ – ширина кузова, м;

B_k – высота кузова, м;

α – угол естественного откоса, град. Для угля угол естественного откоса находится в пределах 35-50°, для нашего расчета принимаем 40°;

ρ – удельная плотность угля, т/м³. Находится в промежутке от 0,8 до 1,2 т/м³, принимаем 0,8 т/м³, чтобы исключить возможность иметь некоторые автомобили с низким коэффициентом использования грузоподъемности.

Полученные результаты расчетов представлены в виде диаграмм, представленных на рисунках 9-16.

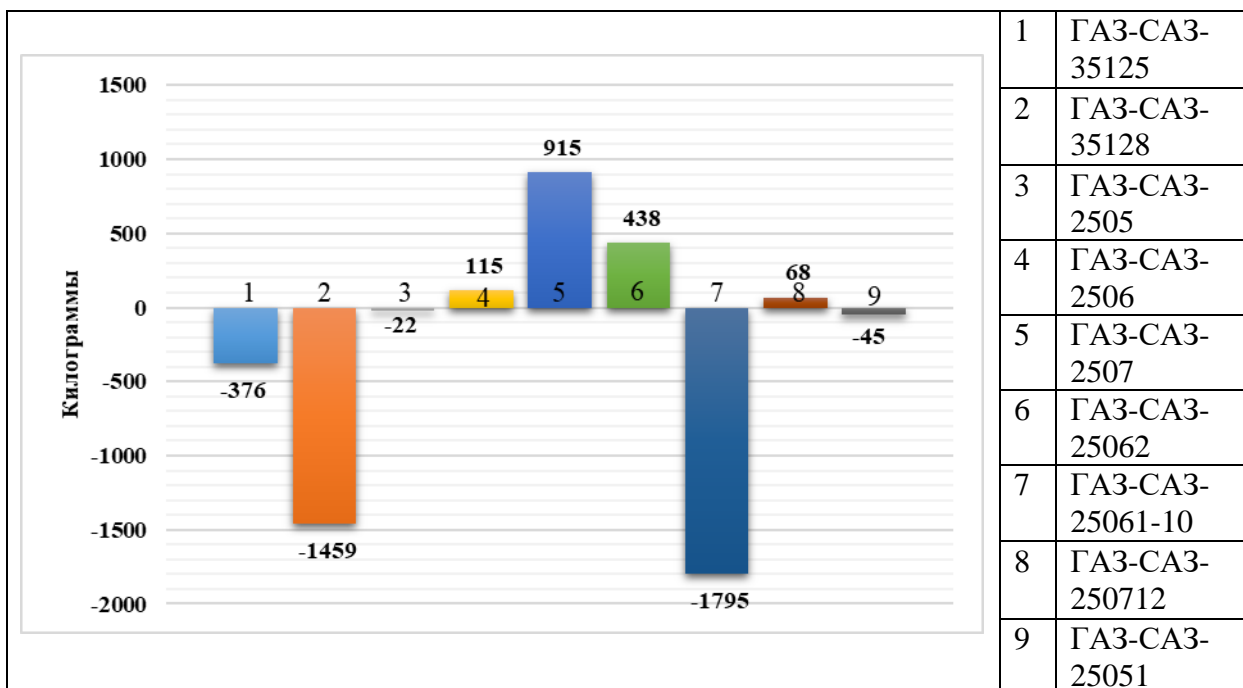


Рисунок 9 – Провозные возможности автомобилей модели ГАЗ-САЗ

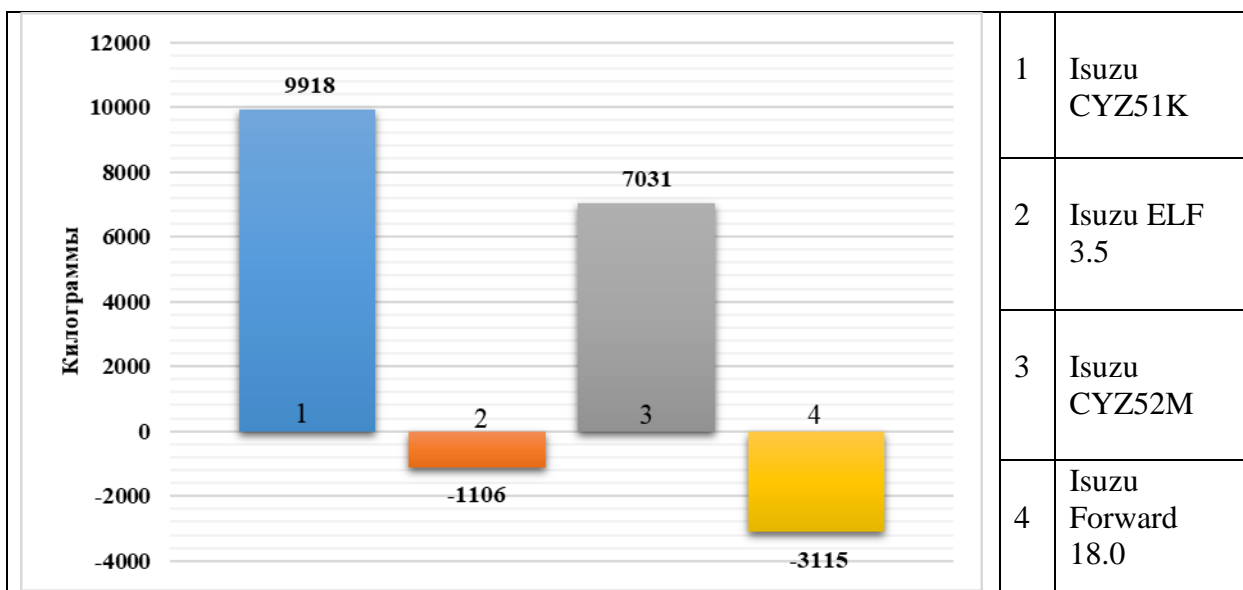


Рисунок 10 – Провозные возможности автомобилей модели Isuzu

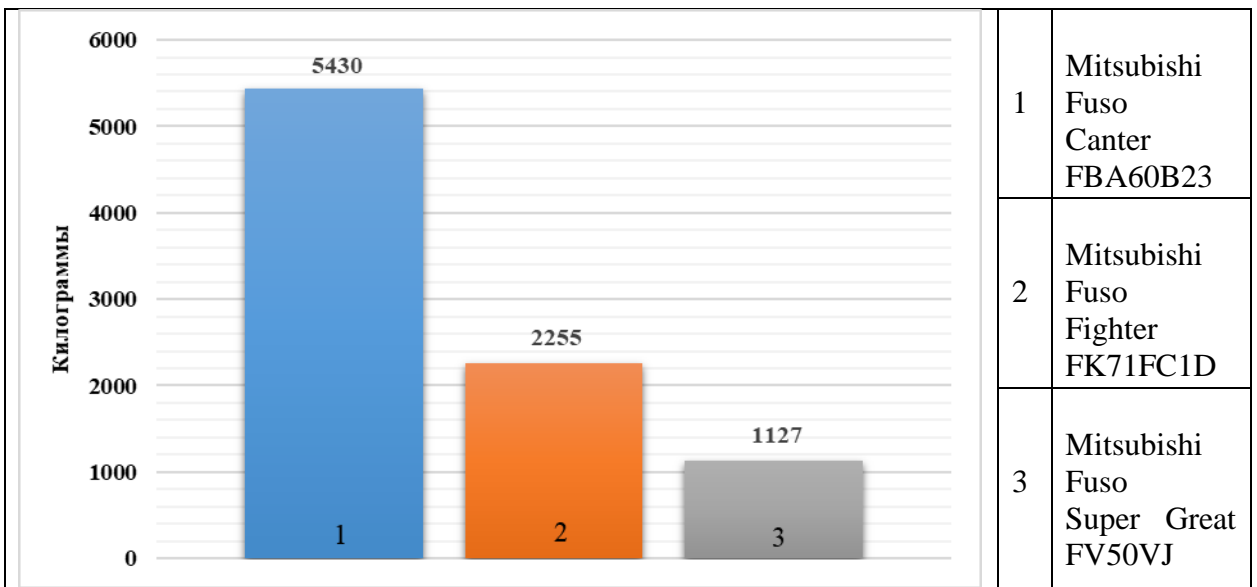


Рисунок 11 - Провозные возможности автомобилей модели Mitsubishi

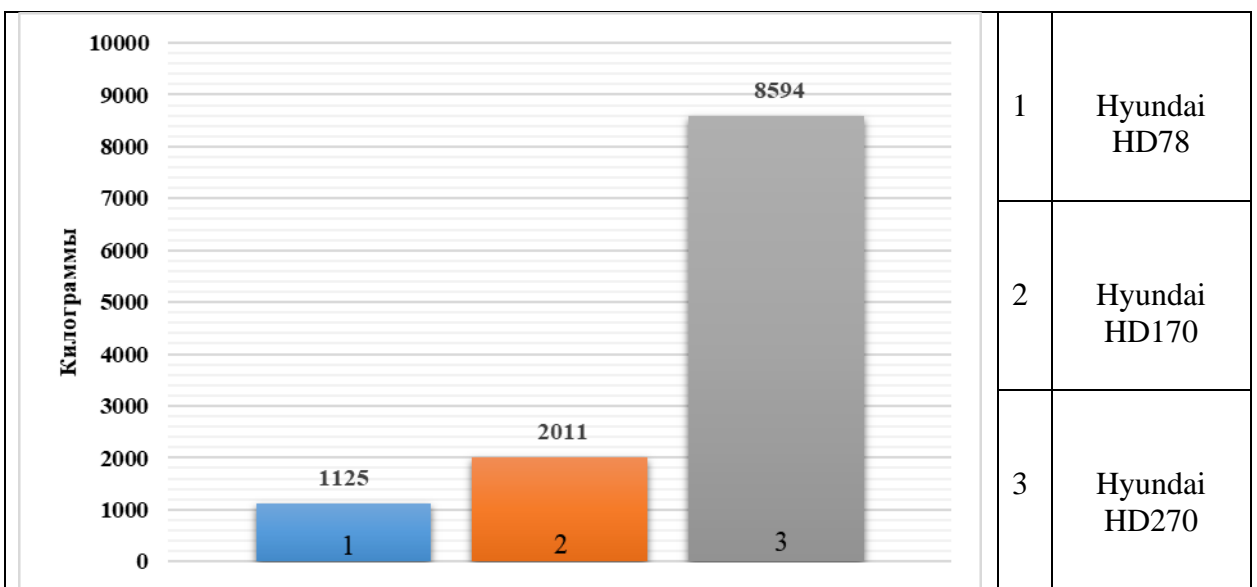


Рисунок 12 - Провозные возможности автомобилей модели Hyundai

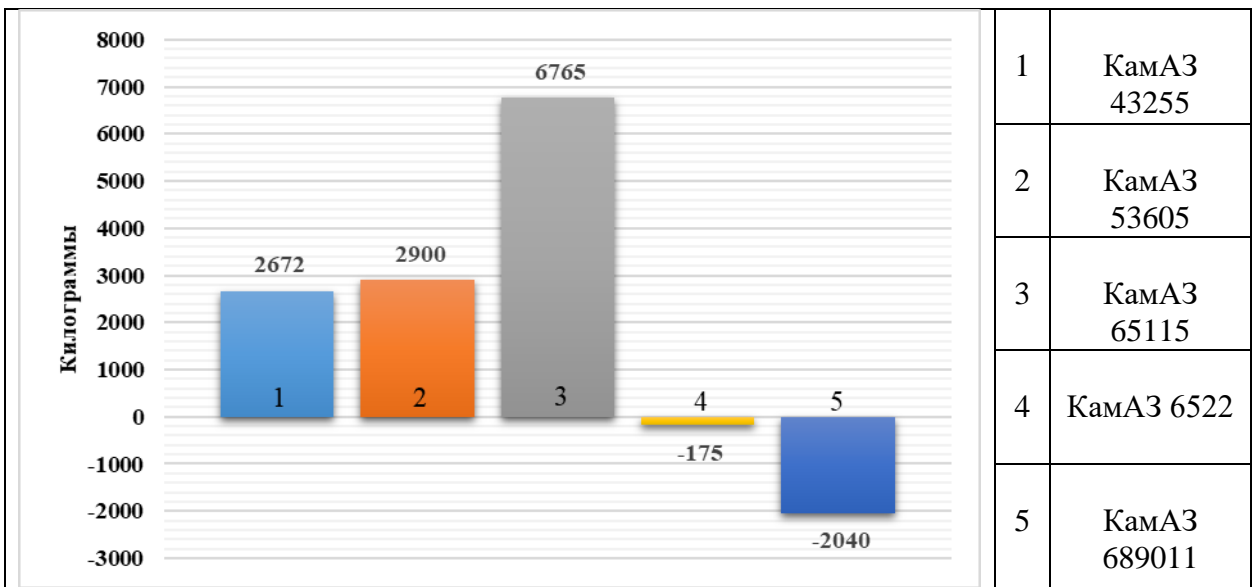


Рисунок 13 - Провозные возможности автомобилей модели КамАЗ

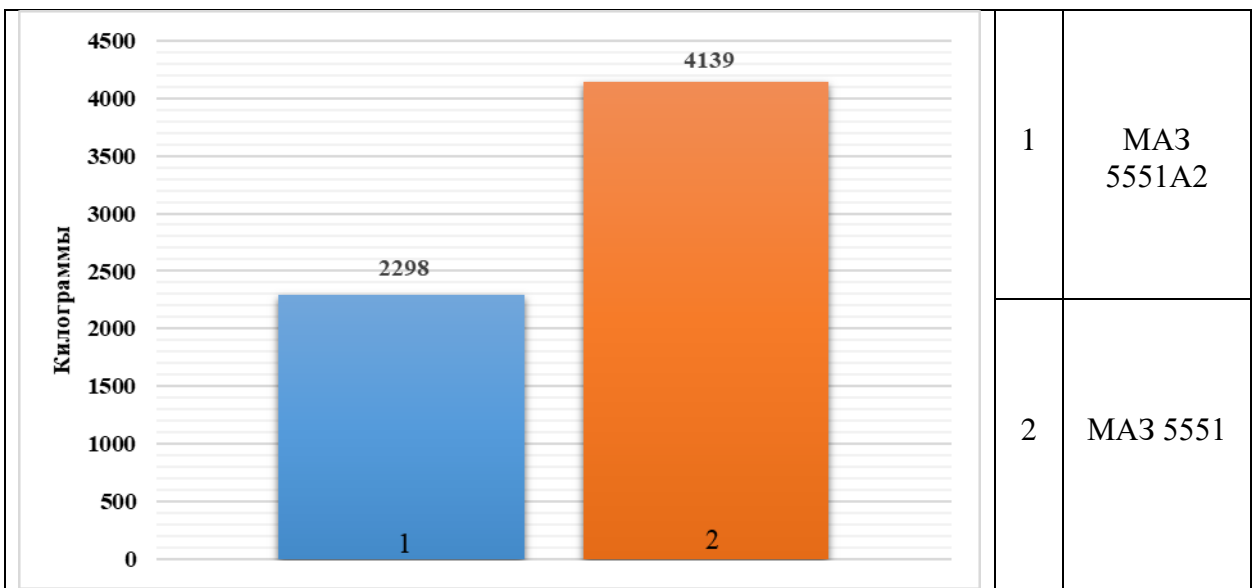


Рисунок 14 - Провозные возможности автомобилей модели МАЗ

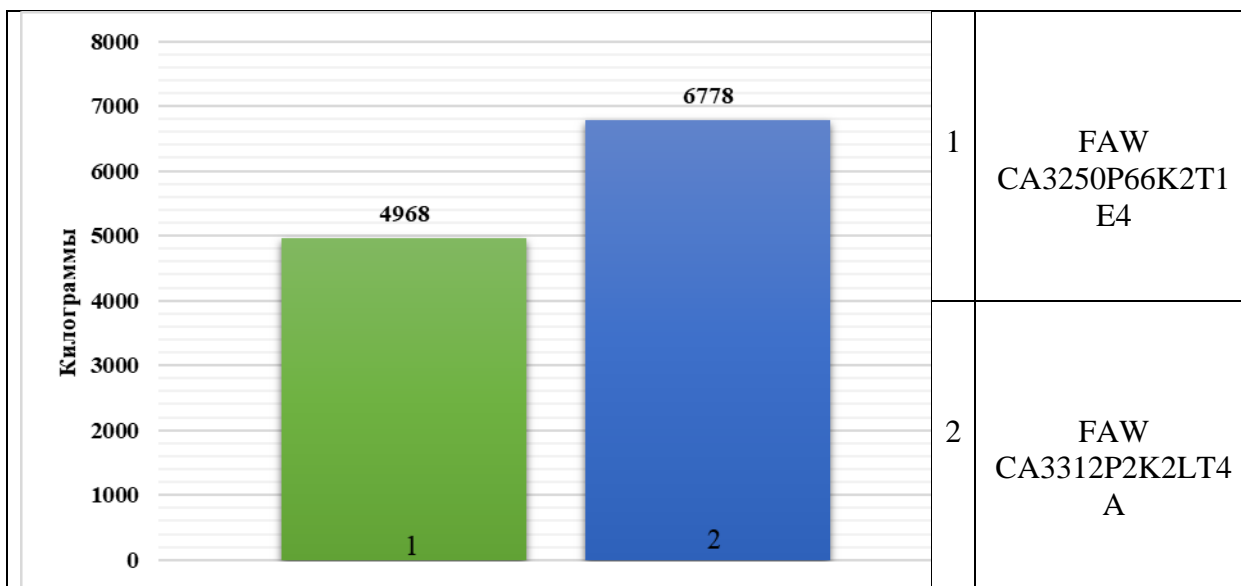


Рисунок 15 - Провозные возможности автомобилей модели FAW

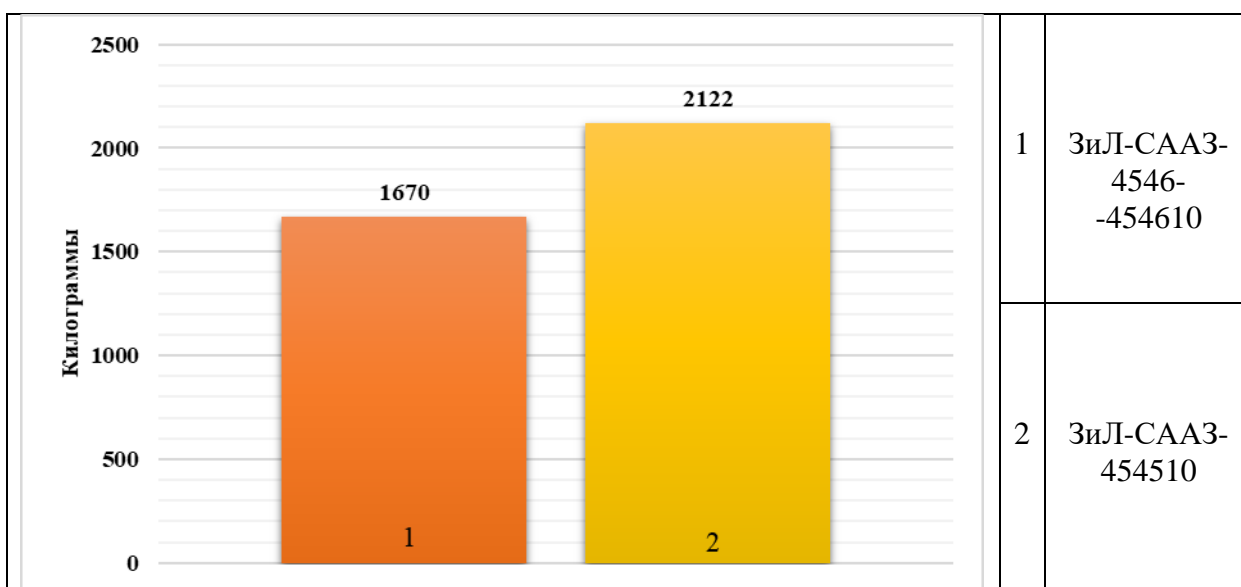


Рисунок 16 - Провозные возможности автомобилей модели ЗиЛ

Примечание: отрицательное значение на графике означает, что автотранспортное средство перегружено (исходя из его геометрических параметров кузова). Положительное значение показывает какое количество угля (килограмм) можно еще догрузить в виде «шапки» в автомобиль, но с учетом его максимально допустимой грузоподъемности.

Проанализировав полученные результаты, можно сделать выводы:

1) Практически все представленные грузовые автомобили не имеют соответствия своей заводской (номинальной) грузоподъемности массы для перевозок угля, полученные исходя габаритных размеров кузова;

2) Зафиксировано, что среди трех марок автопроизводителей, а именно ГАЗ-САЗ – пять модификаций модели из девяти, а у Isuzu и КамАЗ – по двум для каждой модификации из, соответственно четырех и пяти моделей, имеются превышение номинальной грузоподъемности по сравнению с геометрическими параметрами кузова, что означает у них перегруз.

3) Грузовые автомобили марок Mitsubishi, Hyundai, МАЗ, FAW, ЗиЛ по своим габаритным размерам кузова могут осуществлять перевозку угля (удельная плотность которого в диапазоне от 0,8 до 1,2 т/м³) с «шапкой».

Для рассмотрения предлагаю конструкцию автосамосвала (рисунок 17), который за счет оперативного реагирования на изменения объемного веса перевозимого груза повышает коэффициент грузоподъемности автосамосвала. Представленная конструкция способна менять высоту надставных бортов без участия в применении грузоподъемных механизмов. Также, для повышения надежности заднего борта от возникновения возможных поломок, предусмотрена автоматическая система открывания заднего борта, благодаря чему происходит образование увеличенного проходного пространства между задним бортом и днищем кузова.

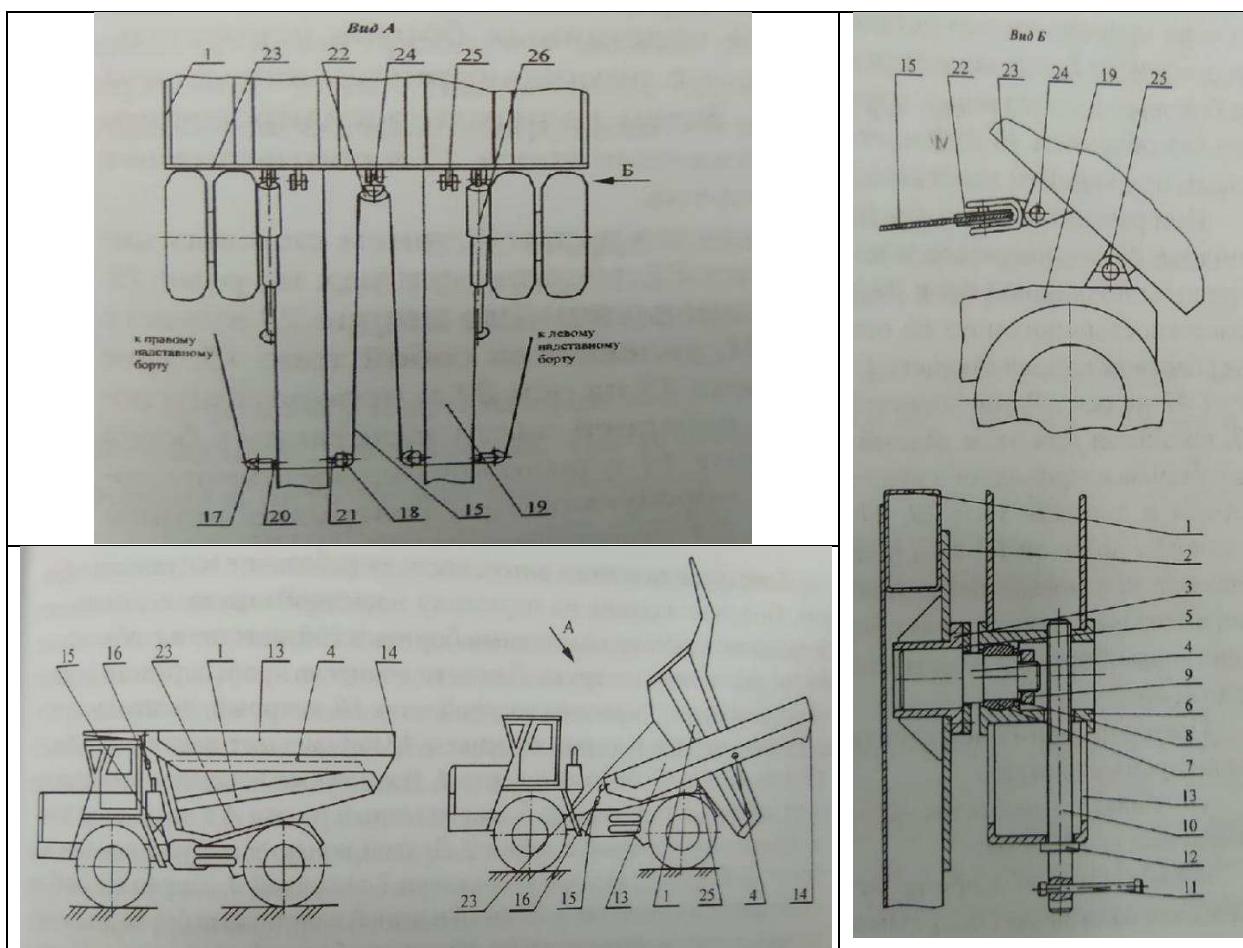


Рисунок 17 – Схема конструкции кузова автосамосвала с применением технологий изменения высоты надставных бортов и автоматического открывания заднего борта

Опишем принцип работы данной конструкции кузова автосамосвала. Водитель, получивший от своего начальства задание в виде перевозки насыпного груза, производит установку, руководствуясь объемным весом перевозимого груза, определенную высоту надставных бортов. Для этого водителю автосамосвала, следуя инструкции, необходимо взять рукоятку 11 и производить вращения ходового винта 10. Этот винт в свою очередь начинает перемещаться относительно подвижной втулки 6 и своим буртиком 12 делает перемещение надставного борта 13, относительно бокового борта 1. Появление некоторых перекосов скомпенсирует сферический шарнир 7, который закреплен на оси 4 при помощи дистанционного кольца 8 и гайки 9. На боковом борту 1 установлен другой конец оси 4 с помощью накладки 2 со втулкой 3, установленной на своем месте за счет кольца 5. Левый и правый надставные борта устанавливаем в равное положение относительно основного борта 1. С помощью специально нанесенных рисок на боковых и надставных бортах производим контроль за правильностью установки. После этого водителем устанавливается натяжение троса 15 при помощи регулировочного приспособлением 16 в соответствии с новым положением надставных бортов.

Во время процедуры разгрузки автосамосвала под действием силовых цилиндров 26, кузов поворачивается на осях 25, закрепленных на раме 19. Установленный на днище 23 кузова автосамосвала подвижной блок 22 имеет возможность поворачиваться на оси 24, при это увлекая за собой трос 15. Этот трос путем направляющего ролика 18, установленного на оси 21 и поворотного ролика 17 на оси 20, начинает притягивать надставные борта 13 в передней части и поднимать за собой задний борт 14 в такое положение, которое обеспечивает увеличенное проходное сечение, образовавшееся при разгрузке задним бортом 14 и днищем 23. Оси 20, 21 и 24 ориентируют установку, соответственно, роликов 17, 18 и подвижного блока 22 в оптимальное положение при постоянно меняющихся в моментах подъема и опускания положения надставных бортов 13 и днища 23.

Во время опускания кузова надставные борта 13 и задний борт 14 принимают свое транспортное положение.

У представленной конструкции кузова автосамосвала имеются такие достоинства, как:

1) Повышаются эксплуатационные характеристики кузова автосамосвала за счет возможности изменения его объема;

2) Увеличивается коэффициент использования грузоподъемности автосамосвала за счет возможности оперативно реагировать на возникшие изменения в объемном весе транспортируемого груза;

3) Нет нужды использовать при перестановке надставных бортов какие-либо грузоподъемные механизмы;

4) Уменьшаются нагрузки, приходящиеся на трос во время подъема кузова за счет хорошей балансировки надставных бортов на оси;

5) Повышается надежность заднего борта при сходе крупных кусков угля за счет увеличения проходного сечения, образуемым между днищем кузова и

задним бортом.

Недостатком предложенной конструкции является то, что эта конструкция кузова решает только проблему – это адаптация объема кузова к массе перевозимого груза. А такие проблемы как: перевозка угля навалом, потери, возникающие в процессе перевозки, измельчение гранулометрического состава и, самое главное с точки зрения экологии, запыление окружающей среды во время разгрузки угля остаются не решенными. Этот недочет поможет исправить перевозка автотранспортом угля в специализированных контейнерах. Поэтому далее мы это и рассмотрим.

2 Применение специализированных контейнеров в горном деле

В настоящее время в Кемеровской области (Кузбасс) наблюдается тенденция по применению на разрезах Комплекса Глубокой Разработки Пластов (КГРП) для извлечения угля. Так, на разрезе «Южный» применяется КГРП американской компании Caterpillar HW300, позволяющий разрабатывать угольные пласты мощность от 1,2 до 6 метров, нарезать камеры длиной до 300 метров на труднодоступных участках (рисунок 18). Краткие технические характеристики его приведены в таблице 3.



Рисунок 18 – Комплекс КГРП Caterpillar HW300

Таблица 3 – Краткие технические характеристики КГРП Caterpillar HW300

Параметр	Значение
Эксплуатационная масса, кг	225000
Максимальная проникающая способность, м	305
Ширина, м	11,7
Высота, м	8,7
Длина, м	20,3

По-нашему предложению предлагается, чтобы вместо организации образования буртов угля, выбуренный из пластов, поступал непосредственно в специализированные контейнеры (рисунок 19). Это позволит обеспечить и

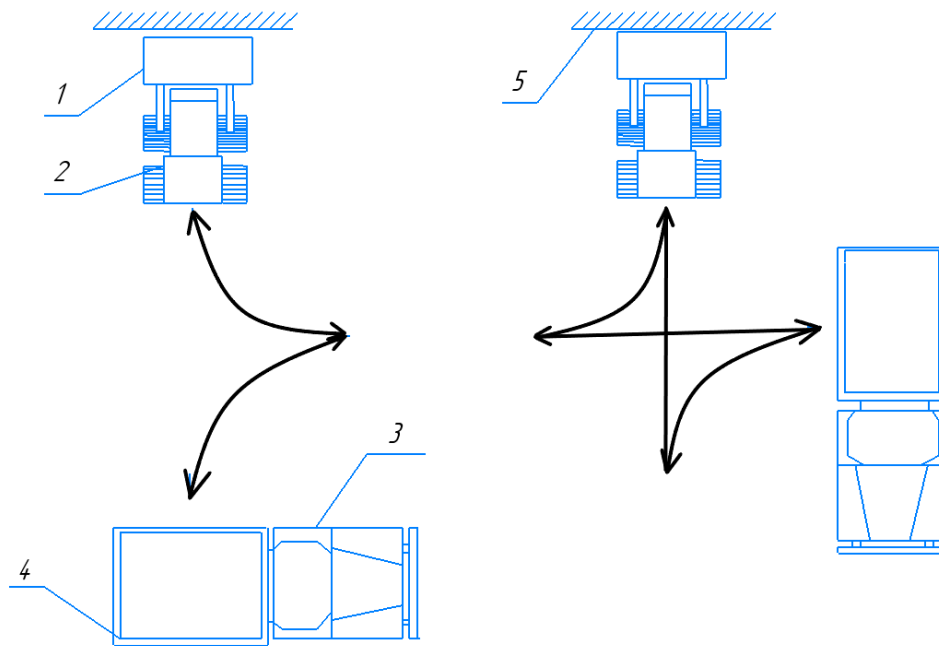
свести к минимуму возникающие потери угля и сделать перевозку «от двери до двери». Также, за счет применения нового варианта загрузки непосредственно в контейнер снижается количество технологических операций и, соответственно время на погрузку. В существующей технологии процессы происходят следующим образом: комплекс КГРП Cat HW300 сбрасывает с конвейера добытый из пласта уголь в бурт, тем самым тратится время на образование угольного бурта ($t_{подг}$). Затем погрузчик начинает осуществлять черпание угля из бурта и загружать его в кузов автосамосвала ($t_{загр}$). Время загрузки зависит от количества зачерпываний ковшом угля, чтобы полностью заполнить вместимость кузова автосамосвала (n) и времени на выполнение маневров (t_m): время на черпание ($t_ч$), время на поднятие ковша ($t_п$), время на разворот погрузчика ($t_р$), время на подъезд к автосамосвалу ($t_д$) и время на выгрузку заполненного углем ковша в кузов автосамосвала ($t_в$). Схемы движения погрузчика показаны на рисунке 20. Общая формула выглядит следующим образом:

$$t_{ногр} = t_{нодг} + t_{загр} = t_{нодг} + n + t_m = t_{нодг} + n + t_ч + t_п + t_р + t_д + t_в \quad (2)$$



Рисунок 19 – Вариант для использования специализированных контейнеров на разрезе

Помимо этого комплекса осуществлять такую же загрузку в контейнер могут также комбайны фрезерного типа моделей «Wirtgen Surface Miner 4200 SM» (рисунок 21) или КСМ «Krupp» (рисунок 22). Краткие технические характеристики этих моделей показаны в таблице 4 и 5.



1 – ковш погрузчика; 2 – кабина погрузчика;
 3 – кабина автосамосвала; 4 – кузов автосамосвала;
 5 – угольный бурт

Рисунок 20 – Схема движения погрузчика



Рисунок 21 - Wirtgen Surface Miner 4200 SM



Рисунок 22 - КСМ «Krupp»

Таблица 4 – Краткие технические характеристики Wirtgen Surface Miner 4200 SM

Параметр	Значение
Производительность, м ³ /ч	2400
Ширина фрезерования, мм	4200
Глубина фрезерования, мм	650
Мощность двигателя, кВт/л.с.	1194/1600
Подача питания, В	24
Расход топлива при эксплуатации, л/ч	142
Емкость топливного бака, л	2900
Эксплуатационная масса, кг	201300

Таблица 5 – Краткие технические характеристики КСМ «Krupp»

Параметр	Значение
Производительность, м ³ /ч	2000
Ширина резания, мм	7100
Высота резания, мм	2900
Мощность двигателя, кВт/л.с.	1146/1559
Диаметр роторных колес, м	4,8
Количество роторных колес, ед.	4
Эксплуатационная масса, кг	527000
Скорость резания, м/с	1,57

Представленные три модели горной техники выдают уголь мелких фракций, что востребовано у потребителей для коммунально-бытового сектора, использующих размеры: кулак, орех, семечка (рисунок 23), а для котельных, работающих на пылевидном сжигании топлива – размер штыб (рисунок 24).



а – размер «орех»; б – размер «семечка»
Рисунок 23 – Сорта мелких фракций угля



Рисунок 24 – Размер «штыб» мелкой фракции угля

3 Разработка специализированной модели автотранспортного средства для транспортировки сортового угля

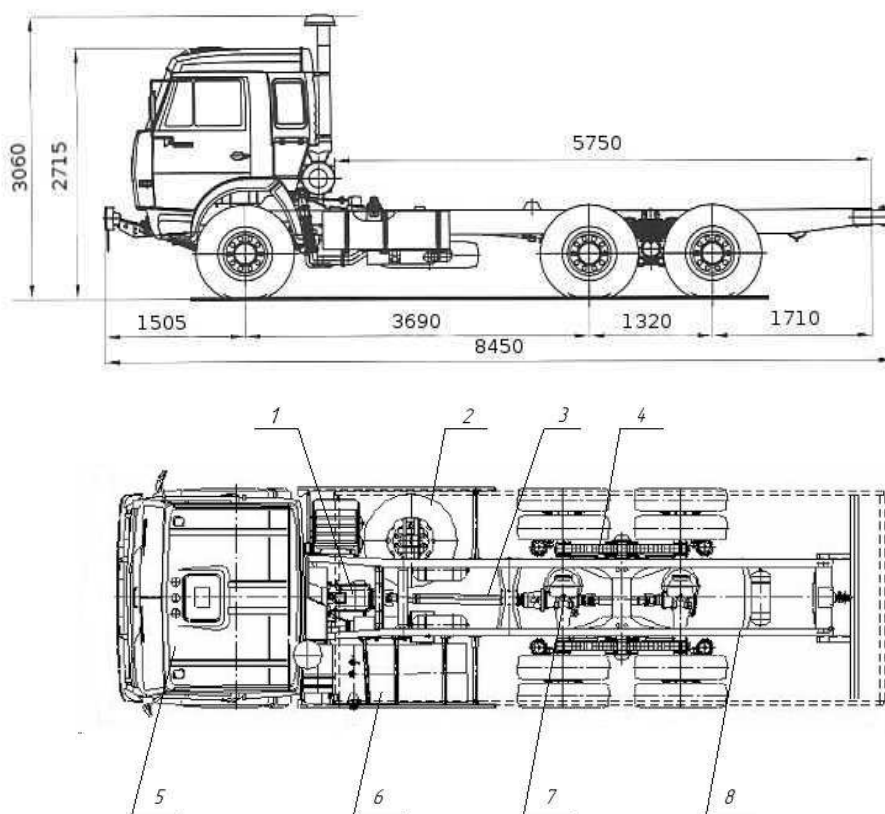
Для рассмотрения предлагается вариант модели автотранспортного средства для перевозки угля в специализированных контейнерах (рисунок 25), так как использование тента в автосамосвалах для накрытия угля обеспечит сохранность от выдувания во время перевозки, а при разгрузке, с точки зрения экологии, все равно произойдет загрязнение/запыление окружающей рядом среды, которое оказывает негативное воздействие как воздух и почву, так и при попадании в воду.



Рисунок 25 – Модель для перевозки угля в специализированных контейнерах

За основу принят КамАЗ 53212. Это широко распространенный и востребованный трехосный грузовой тягач отечественного производства, которой может одновременно перевозить с собой прицеп ГКБ-8350, за счет чего повышается его производительность (становится автопоездом). На раму тягача и прицепа устанавливаются 20-футовые специализированные контейнера (объем 33,3 м³; длина - 6,06 м; ширина – 2,44 м; высота – 2,59 м), загрузка которых осуществляется при помощи открытии створок в верхней части контейнера. Также существует возможность установки на раму КамАЗа или прицепа контейнеров, имеющих другой типоразмер. Благодаря этому обеспечивается возможность доставки контейнеров для потребителей как большой, так и меньшей мощности. Фиксация контейнеров осуществляется за

счет фитингов, либо лебедкой, которая обхватывает контейнер по всему его периметру, обеспечивая при этом надежное крепление. На рисунке 26 показана схема с указанием габаритов и основных узлов КамАЗа 53212, а в таблице 6 - краткие технические характеристики.



1 – коробка переключения передач; 2 – запасное колесо; 3 – карданный вал;
4 – рессоры; 5 – кабина; 6 – топливный бак; 7 – мост; 8 - рама

Рисунок 26 – Схема КамАЗ 53212

Таблица 6 – Краткие технические характеристики КамАЗ 53212

Параметр	Значение
Колесная формула	6x4
Грузоподъемность, т	10
Полная масса, т	18,3
Грузоподъемность прицепа, т	8
Полная масса прицепа, т	14
Мощность двигателя, кВт/л.с.	161/220
Максимальная скорость, км/ч	90
Объем топливного бака, л	240
Макс. угол преодолеваемого подъема, %	30
Клиренс, мм	280

Для защиты рамы от воздействия окружающей среды (или в зимний период от посыпаемых на дорогу реагентов и соли), обрабатывается специальной антикоррозионной обработкой. Рамные лонжероны

изготавливаются с высокопрочной стали, а на платформе применяется усиленный фундамент.

Подвеска автомобиля характеризуется большим ресурсом и долговечностью эксплуатации. Зависимая подвеска, включающая в себя амортизаторы и реактивные тяги, устанавливается на рессорах полуэллиптического типа, которые зарекомендовали себя на практике как надежный узел, обеспечивая при этом плавность хода и уменьшение колебаний, передающиеся на кузов.

Для увеличения проходной способности в труднодоступных местах (заснеженная дорога, вязкий грунт) в трансмиссии КамАЗа имеется блокировка межосевого дифференциала. Управлением этим агрегатом осуществляется в кабине автомобиля с помощью нажатия на специальный выключатель блокировки межосевого дифференциала, при этом на приборной панели загорается лампа, предупреждающая водителя, а также произойдет прерывистый звуковой сигнал.

Чтобы обеспечивалась безопасность передвижения грузового автомобиля в КамАЗе 53212 оборудованы четыре специализированные системы, выполняющие такие функции как:

1) Основная (рабочая) – включает в себя двойной контур пневматики, а также барабанные механизмы привода;

2) Стояночная – приводит в действие и обеспечивается за счет энергии аккумуляторных батарей;

3) Вспомогательная – система выхлопных газов оборудована дополнительными элементами.

4) Запасная – в случае возникновения внештатной ситуации (произошел отказ основных тормозных элементов) имеется возможность использования дополнительного (дублирующего) стояночного тормоза, который обеспечит торможение транспортного средства.

Как уже было отмечено, данный грузовой автомобиль может использоваться в качестве автопоезда. Этот фактор считается для него преимуществом, т.к. за один рейс производится доставка угля в контейнере не одному потребителю, а двум или более (в зависимости от требуемого объема угля потребителям и перевозки меньших типоразмерных контейнеров) без обязательного возврата автопоезда в пункт загрузки. Это приводит к сокращению времени на транспортирование и простои. За счет этого повышается его производительность. При этом стоит не забывать о прохождении своевременного технического обслуживания.

4 Подвижной состав автотранспорта для перевозки контейнеров

В транспортировке контейнеров участвуют такие автотранспортные средства (АТС), как грузовые автомобили, автопоезда, специальные контейнеровозы. Существует три класса АТС по их полной массе: легкий класс, средний класс и тяжелый класс.

К легкому классу относят АТС, у которых полная масса не превышает 6 тонн и грузоподъемность не более 3,5 тонн.

В средний класс входят АТС, имеющие полную массу в промежутке от 6 до 15 тонн, а грузоподъемность составляет от 3,5 до 10,7 тонн. Среди различных исполнений (комплектаций) эти АТС имеют возможность эксплуатироваться как тягачи, перевозящие грузы в составе автопоезда. Поэтому конкуренцию одиночным автомобилям, принадлежащим к тяжелому классу с полной массой от 18 до 32 тонн, могут создать прицепные (седельные) автопоезда на основе базы грузовых автомобилей с грузоподъемностью 15 тонн и полной массой около 33 тонн.

Всё, что превышает максимальные значения среднего класса, т.е. значение полной массы АТС больше 15 тонн, переходит уже в тяжелый класс. Помимо этого, автотранспортные средства, находящиеся в этом классе, должны полностью соблюдать такие правила, как допустимые нагрузки на оси автомобиля, габаритные размеры и полная масса, регламентирующим дорожным законодательством. Специфика таких перевозок контейнеров грузовыми автомобилями или автопоездами на их базе получается, что только лишь они могут гарантировать обеспечение полноценных перевозок среди крупнотоннажных контейнеров.

Изготовлением полуприцепов-контейнеровозов занимаются как иностранные, так и отечественные производители. Мы же будем рассматривать в большей степени полуприцепы-контейнеровозы, выпускаемые отечественными производителями.

Малотоннажные контейнеры (масса брутто 1,25 тонн), а также среднетоннажные контейнеры (масса брутто 3 или 5 тонн) перевозятся специально созданными отечественной промышленностью, имеющего грузоподъемность 5 тонн, низкорамными полуприцепами-контейнеровозами с модельным обозначением А-402 (рисунок 27) и А-402М, внутренние размеры которого составляют, соответственно длина × ширина – 3070 × 2180 мм. На данной модели полуприцепа-контейнеровоза могут размещаться контейнеры разной массы брутто в таких вариантах:

- 1) 4 контейнера с массой брутто 1,25 тонн;
- 2) 2 контейнера с массой брутто 3 тонн;
- 3) 1 контейнер с массой брутто 5 тонн.

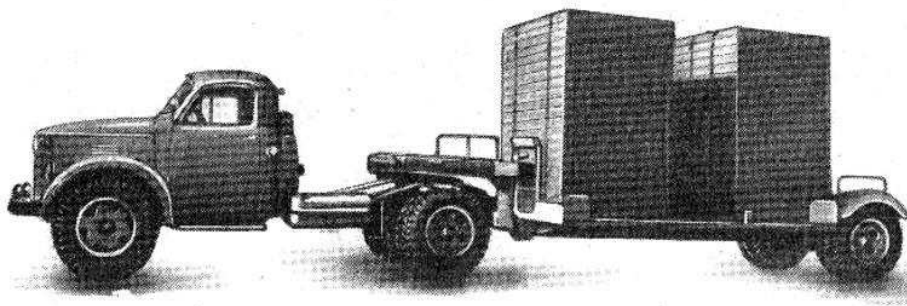


Рисунок 27 – Полуприцеп-контейнеровоз А-402 с тягачом ГАЗ-51П

Однако, также взяться за перевозку среднетоннажного контейнера может и другой низкорамный полуприцеп-контейнеровоз с модельным обозначением А-441 (рисунок 28), имеющий размеры 8100 × 2440 мм и грузоподъемность которого составляет 10 тонн. Размещение контейнеров на средней (она же является низкой) площадке может осуществляться по одному из предложенных вариантов:

- 1) 2 контейнера с массой брутто 3 тонны;
- 2) 1 контейнер с массой брутто 5 тонн;
- 3) 4 контейнера с массой брутто 1,25 тонн.

Помимо этого на выбор можно разместить на передней площадке или же задней либо один контейнер с массой брутто 3 тонны, либо же 2 контейнера с массой брутто 1,25 тонн, либо разместить на обеих площадках по одному контейнеру с массой брутто 1,25 тонн.

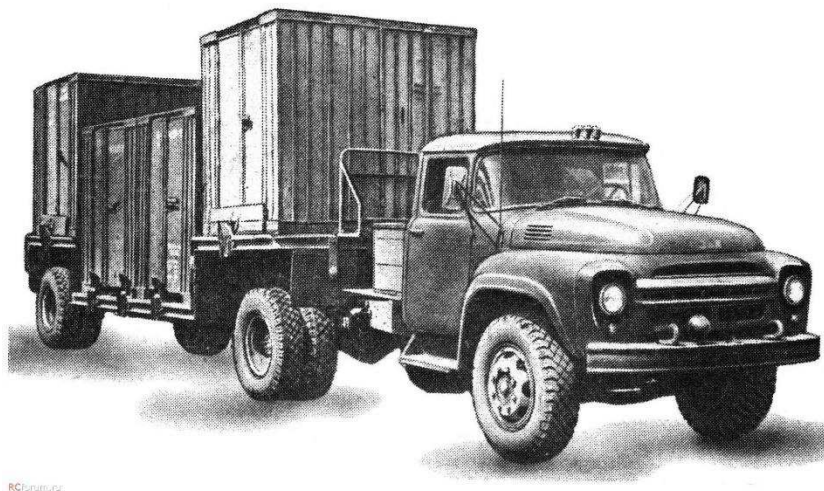


Рисунок 28 – Полуприцеп-контейнеровоз А-441 с тягачом ЗиЛ-130

В настоящее время в качестве тягача для этих полуприцепов-контейнеровозов могут применяться более современные автомобили, например ГАЗон Next (рисунок 29).



Рисунок 29 – Седельный тягач ГАЗон Next

За осуществление перевозок крупнотоннажных контейнеров отечественными производителями были выпущены полуприцепы-контейнеровозы с грузоподъемностью 20 тонн модели А-493 и ХЛС-200.78Т.

Отметим Челябинский машиностроительного завод и МЗ Тонар, которые также выпустили свои линейки моделей полуприцепов-контейнеровозов с разной грузоподъемностью, которые показаны в таблице 7, а на рисунках 30-32 показаны некоторые из этих моделей.

Таблица 7 – Модели полуприцепов-контейнеровозов, выпускаемых Челябинским машиностроительным заводом и ООО МЗ Тонар

Наименование модели	Грузоподъемность, т
ЧМЗАП-9985	20,0 или 32,0
ЧМЗАП-99858	28,0
ЧМЗАП-9991	32,7
ЧМЗАП-99859	32,7
Тонар 99891	24,8
Тонар 974624	34,0
Тонар 974623	38,7



Рисунок 30 – Полуприцеп ЧМЗАП-9985 с двумя контейнерами

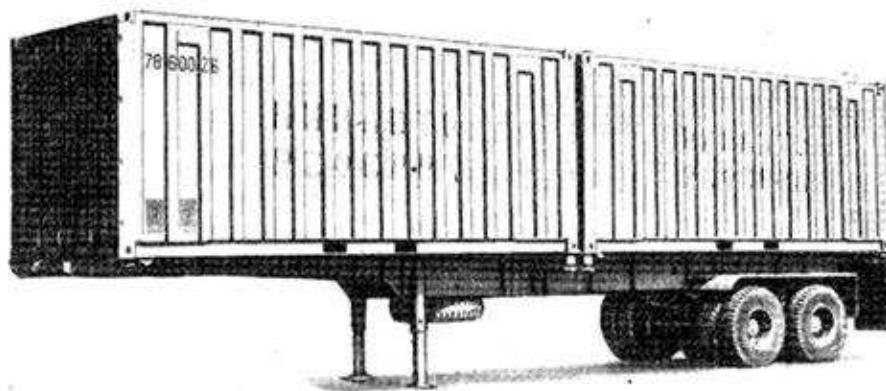


Рисунок 31 – Полуприцеп ЧМЗАП-9991 с двумя контейнерами



Рисунок 32 – Полуприцеп ЧМЗАП-99859 с двумя контейнерами

Среди импортных производителей отметим такие компании, как Steelbear, Grunwald, Koluman, Schmitz, выпускающих как двухосные, так и трех и даже четырехосные полуприцепы-контейнеровозы.

Однако, у транспортировки грузов в контейнерах имеется некоторый нюанс. В месте, куда доставляется контейнер, обязательно должно иметься специальное грузоподъемное оборудование, которое находится в разгрузочном пункте. Но наличие этого оборудования, в большинстве случаев, присутствует у тех потребителей, которые имеют довольно значительные и стабильные объемы потребления доставляемой продукции. А, например, владельцы домов в частном секторе, у которых отопление жилища происходит за счет печи, как правило, таким грузоподъемным оборудованием не владеют.

Чтобы повысить степень механизации погрузочно-разгрузочных работ предлагается применение транспортными компаниями специализированных АТС, оборудованными грузоподъемными механизмами. Это позволит увеличить эффективность транспортного процесса и уменьшить издержки на транспортировании, за счет снижения времени простоев АТС во время погрузки и разгрузки грузов.

На данный момент из разнообразия существующих схем грузоподъемного оборудования выделим два наиболее распространенных и применяемых типа – консольные и порталные, о которых расскажем более подробно. Стоит отметить о кафедре ОПУиБТ Красноярского Государственного Технического Университета за то, что за разработку конструкций автотранспортных средств для перевозок контейнеров, с установленным грузоподъемным оборудованием, внесли большой вклад.

В перевозке малогабаритных или мягких контейнеров используются полуприцепы, которые предназначены не только лишь для транспортировки грузов, а также имеющие возможность механизировать процессы погрузки и разгрузки на любую боковую сторону АТС как контейнеров. На рисунке 33 показан пример такого полуприцепа с тягачом КамАЗ-54112.



Рисунок 33 – Тягач с полуприцепом, используемый для перевозки малогабаритных и мягких контейнеров

Этот полуприцеп состоит из рамы, на которой установлены симметрично относительно продольной оси движения транспортного средства: кузов, кран с изменяемой высотой выдвижения стрелы и направляющие. Также на раме смонтирован специальный механизм, с помощью которого кран имеет возможность перемещаться. Выполнен этот механизм в виде тележки с ходовыми роликами. Одна из пар ходовых роликов взаимодействует с направляющей, которая закреплена с наружной стороны днища кузова. Колонна крана состоит из двух труб, закрепленных друг на друга. Одна труба смонтирована на тележке жестко, а вторая так, чтобы имела возможность вращаться вокруг своей оси. Также на второй трубе установлен гидроцилиндр.

Отличительным преимуществом данного контейнеровоза-самопогрузчика по сравнению с другими является то, что конструкция тележки обеспечивается жесткостью. Это достигается за счет установки на наружной стороне бокового борта транспортного средства одной из направляющих тележек. Этот фактор исключает в себе необходимость в рабочем положении дополнительных опор. В противоположной стороне платформы осуществление захвата груза происходит при помощи вертикального перемещения крана.

В таблице 8 показаны основные технические параметры данного полуприцепа с тягачом КамАЗ-54112.

Таблица 8 - Основные технические параметры данного полуприцепа с тягачом КамАЗ-54112

Параметр	Характеристика
Грузоподъемность полуприцепа	13 тонн
Грузоподъемность кранового устройства: - максимальный вылет стрелы - минимальный вылет стрелы	500 кг; 1000 кг
Вылет стрелы: - при максимальной грузоподъемности - при минимальной грузоподъемности	0,8-1 м; 1,6-2,0 м
Максимальная высота подъема груза относительно земли	3,5 м
Погрузочная высота	1,45 м
Скорость подъема груза	0,3 м/с
Скорость поворота стрелы	12 град/с
Угол поворота стрелы в плане	200 град.
Собственная масса одного кранового устройства	150-200 кг

В. А. Ковалев разработал транспортное средство (рисунок 34), используемое для перевозок малотоннажных контейнеров, конструкция которой включает в себя платформу, на которой предполагается установка грузоподъемного оборудования (механизмов).



Рисунок 34 – Разработка В. А. Ковалевым транспортного средства для перевозок малотоннажных контейнеров

Это грузоподъемное оборудование состоит из выполненной в виде рамного каркаса стрелы, которая установлена так, что имеет возможность поворачиваться в поперечной плоскости (за счет шарнирно установленного гидроцилиндра наклона) и перемещаться продольно относительно платформы. Помимо этого, на стреле установлены механизмы, изменяющие вылет канатной подвески. Каждый из этих механизмов сконструирован в виде привода с тросовоблочной системой. При этом отметим: один из ее концов связан с грузозахватом для контейнера, второй – связан через поворотные блоки, а поворотный блок привода совмещен со стрелой. Это позволяет увеличить технологичность процессов погрузки-разгрузки, а следовательно, уменьшает время простоев. Также снижается трудоемкость работы, при этом обеспечивая компактность конструкции.

В таблице 9 показаны основные технические параметры АТС, разработанным В. А. Ковалевым для перевозок малотоннажных контейнеров.

Таблица 9 - Основные технические параметры АТС, разработанным В. А. Ковалевым

Параметр	Характеристика
Грузоподъемность крановых устройств	2×625 кг (1250 кг)
Максимальная высота подъема груза относительно земли	3,5 м
Погрузочная высота	1,45 м
Скорость подъема груза	0,3 м/с
Скорость поворота стрелы	12 град/с
Собственная масса кранового устройства	150-200 кг

К среднетоннажным контейнерам относят, когда масса брутто составляет 5 тонн. На практике в большинстве случаев транспортировкой таких контейнеров осуществляют автотранспортные средства-самопогрузчики, имеющие у себя краны портального типа. В кормовой части обычного бортового грузового автомобиля, например КамАЗ-5320 (рисунок 35), МАЗ-53371, ЗиЛ-433100, установлен портал, гидропривод которого осуществляется за счет коробки отбора мощности автомобиля, а работа этим порталом осуществляется за счет пульта управления, расположенного в задней части. Для того, что порталная стрела поворачивалась отвечают два гидроцилиндра. Каретка с крюком устанавливается в верхней части на поперечине портала. Поднятие и опускание регулируется при помощи гидроцилиндра, а также тросовоблочной системы. Снабжение ауригерами позволило увеличить устойчивость во время процесса погрузки и разгрузки контейнеров.



Рисунок 35 – Грузовой автомобиль-самопогрузчик на базе КамАЗа 5320 с краном портального типа

Благодаря тому, что контейнерные перевозки получили большое применение, то это способствовало к созданию контейнеровозов-самопогрузчиков, используемых для транспортировки крупнотоннажных контейнеров. На рисунке 36 показано АТС на базе грузового автомобиля КамАЗ-55115 с полуприцепом-контейнеровозом, а в таблице 10 его основные технические характеристики.



Рисунок 36 – АТС для перевозок крупнотоннажных контейнеров

Таблица 10 - Основные технические параметры АТС для перевозок крупнотоннажных контейнеров

Параметр	Характеристика
Грузоподъемность основного базового шасси	24 тонны
Грузоподъемность устройств	2×12000 кг
Вылет стрелы (максимальный):	3,4 м
Высота подъема груза относительно дорожного полотна (максимальная)	3,5 м
Погрузочная высота	1,45 м
Скорость подъема груза	0,3 м/с
Максимальная транспортная скорость	80 км/ч
Собственная масса полуприцепа с грузоподъемным оборудованием	не более 7 тонн
Полная масса полуприцепа	31 тонна
Время погрузки или разгрузки	8-10 минут
Габариты полуприцепа с грузом:	
-длина	8000 мм
-ширина	2500 мм
-высота	4000 мм

Назначение данного автотранспортного средства в том, чтобы производить транспортирование и механизировать погрузо-разгрузочные процессы крупнотоннажных контейнеров на любую боковую сторону. Этот полуприцеп-контейнеровоз состоит из рамы с установленной на ней грузовой платформы; двух телескопических стрел, имеющих возможность поворачиваться в поперечных плоскостях за счет шарнирного соединения. На каждой этой телескопической стреле установлены ползуны. Эти ползуны снабжены так, чтобы могли перемещаться вдоль неподвижной секции соответствующей стрелы, а также они закреплены шарнирным соединением с гидроцилиндрами наклона стрелы.

Главными достоинствами этого контейнеровоза-самопогрузчика, перевозимого крупнотоннажные контейнеры по сравнению с другими, является то, что на нем оптимизируется общая компоновка АТС за счет предложенной кинематической связи грузовых стрел с аутригерами. Также это позволяет увеличить область его эксплуатации и, что немало важно еще, пользоваться односекционными гидроцилиндрами наклона стрел, а не многосекционными.

Недостатком данной конструкции, по сравнению с другими аналогичными устройствами, в том, что водитель контейнеровоза-саморазгрузчика должен иметь достаточный опыт и навыки при выполнении погрузочной операции максимально точного позиционирования подвижного состава. Потому что сгружаемый контейнер находится на крайне близком расстоянии после разгрузки от АТС. Это обстоятельство требует от водителей точного позиционирования подвижного состава при осуществлении погрузочной операции. На практике этот недостаток в итоге устраняется, что, в конечном итоге, ведет за собой к обеспечению значительных эксплуатационных возможностей, повышается безопасность проведения операций погрузки и разгрузки контейнеров, а время на эти грузовые операции во многом сокращаются.

На рисунках 37 и 38 показано автотранспортное средство, используемое для перевозок крупнотоннажных контейнеров и предназначенное в механизации погрузо-разгрузочных работ лишь на одну из сторон автомобиля.

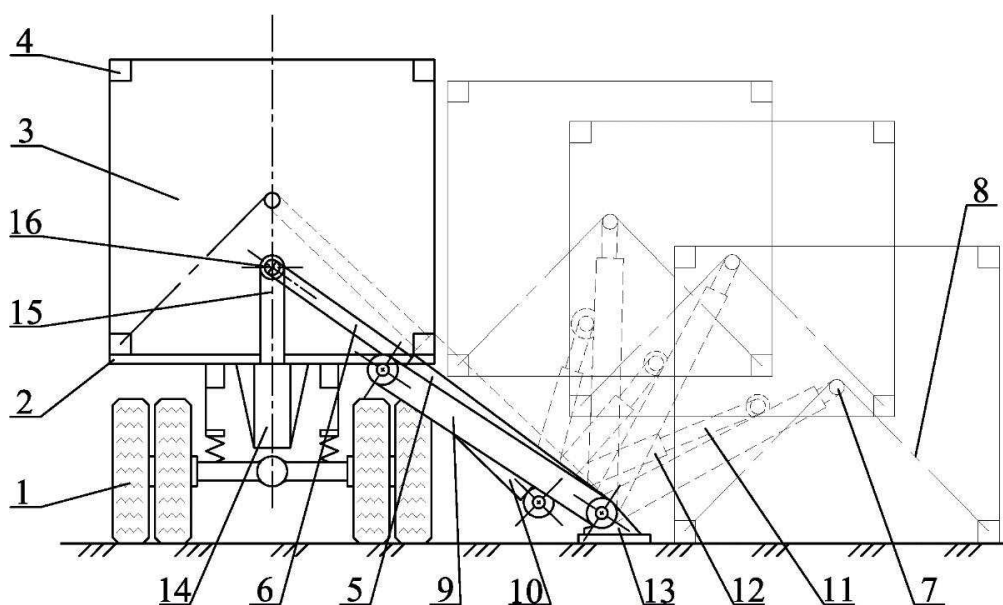


Рисунок 37 - АТС для перевозок крупнотоннажных контейнеров с разгрузкой на одну из сторон автомобиля

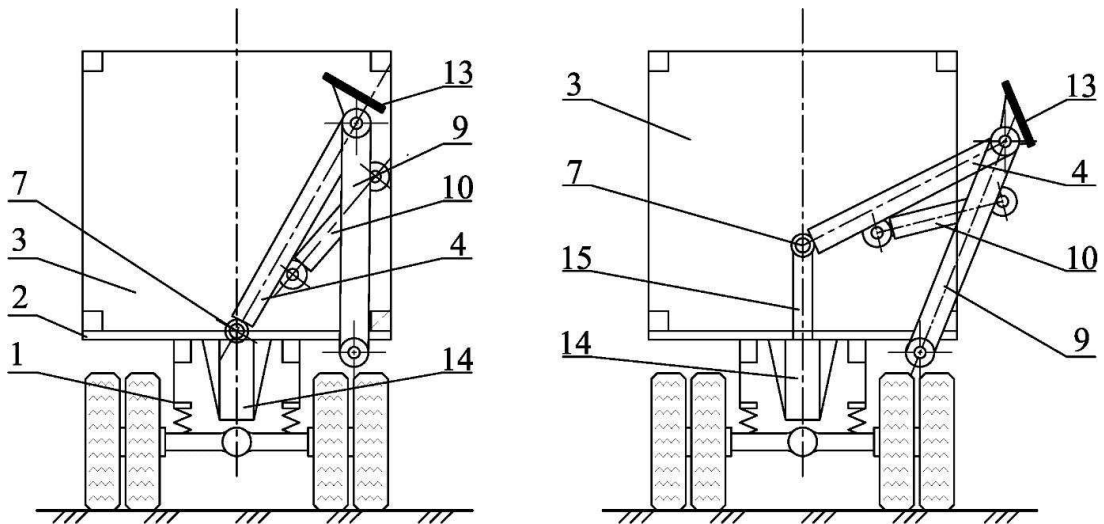


Рисунок 38 – Схема основных узлов АТС для перевозок крупнотоннажных контейнеров с разгрузкой на одну из сторон автомобиля

Это автотранспортное средство состоит из рамы 1, имеющей грузовую площадку 2 для установления на неё контейнера 3. Грузоподъемные устройства, включающие в себя стрелы 4, которые состоят из не выдвигной 5 и выдвигной 6 секций, установлены как на передней, так и на задней частях АТС. На конце выдвигной секции внедрен поворотный блок 7 для канатной подвески 8. С помощью шарнирного соединения не выдвигная секция стрелы смонтирована на опорном конце аутригера 9, со способностью поворачиваться гидроцилиндром наклона 10 стрелы в поперечной плоскости, который также шарнирно зафиксирован штоком 11 на не выдвигной секции стрелы и корпуса 12 на аутригере. Этот аутригер оснащается поворотной пятой 13, чтобы происходили взаимодействия с опорной поверхностью, а в составе всех механизмов фиксации аутригеров находятся: закрепленный по краям грузовой площадки корпусом на раме гидроцилиндр 14 и шток 15, закрепленный разъемным шарниром 16 с выдвигной секции стрелы.

На рисунке 39 показан пример современного контейнеровоза с боковым погрузчиком на левую по ходу движения АТС сторону. Он представляет собой седельный тягач с полуприцепом. На полуприцепе оборудована рама с двумя кранами, предназначенных для погрузки и разгрузки с полуприцепа крупнотоннажных контейнеров. Краны могут перемещаться по раме при помощи специальных салазок. Время погрузочной или разгрузочной операций составляет 4-6 минут.



Рисунок 39 – АТС с боковой разгрузкой контейнеров

Достоинствами, как уже было отмечено, являются универсальность и самостоятельность, т.к. нет нужды в специальном разгрузочном оборудовании в месте, куда доставляется контейнер (контейнеры), а также мобильность (может спокойно использоваться на дорогах общего пользования, площадкам или складам) и высокая производительность (при доставке загруженного контейнера и его выгрузке может сразу забрать пустой контейнер).

К недостатку можно лишь отнести крупные габариты, поэтому водитель автотранспортного средства должен иметь большой опыт вождения.

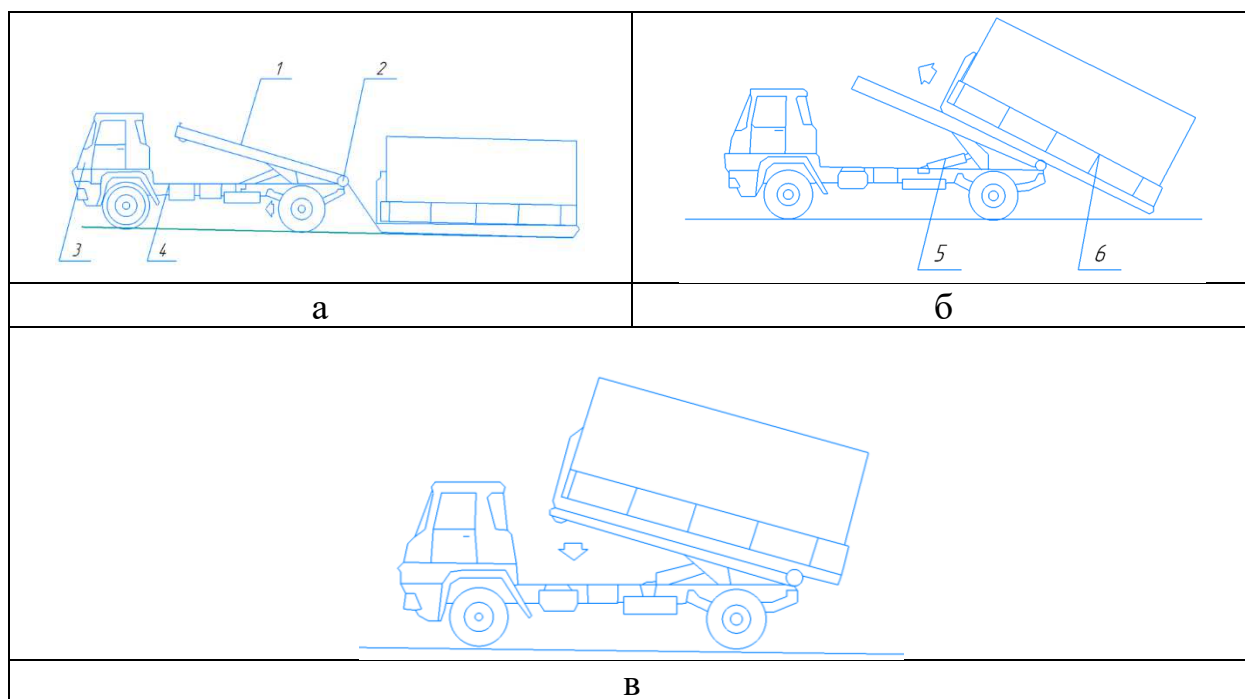
Отметим ещё две схемы конструкций АТС, перевозящие средне- или крупнотоннажные контейнеры – со съёмным контейнером назад, перевозимым полуприцепом-контейнеровозом (рисунок 40) или устройства снятия и установки контейнера по типу «Мультилифт» и съёмным контейнером со складывающимися стойками.



Рисунок 40 – Контейнеровоз со съёмным контейнером

Выгрузка и погрузка контейнера происходит за счет разных типов привода: гидравлический, пневматический, гидропневматический, механический или электродвигателем. За осуществление центрирования и позиционирования кузова во время установки отвечают: надрамники; направляющие ролики; направляющие конусы (установленные в передней и задней частях). А крепление кузова происходит при помощи установленных боковых ограничителей или откидных замков, или фитингов.

На рисунке 41 показаны этапы загрузки контейнера при помощи лебедочной системы и поднимающегося подрамника по типу «Мультилифт». Угол наклона достигает 25 градусов при помощи двух гидроцилиндров. За работу лебедки отвечает электродвигатель.



- а – принятое исходное положение; б – погрузка на грузовую платформу;
 в – опускание грузовой платформы на раму автомобиля;
 1 – грузовая платформа; 2 – лебедка; 3 – кабина АТС;
 4 – рама тягача; 5 – гидроцилиндр подъема; 6 - контейнер

Рисунок 41 – Этапы загрузки контейнера

Для того, чтобы установить контейнер на АТС, нужно, чтобы водитель подъехал задним ходом с расчетом на то, что он сможет произвести захват контейнера за фитинги, расположенные в передней нижней части при помощи замыкающего механизма. После того, как водитель это сделал, он включает электродвигатель лебедки, чтобы контейнер начал подниматься по наклонённой вверх грузовой платформе. Одновременно с этим нужно подъезжать автомобилю назад под контейнер. При достижении упора (максимального положения) контейнером на наклонной грузовой платформе, происходит его опускание до горизонтального положения на раму

полуприцепа-контейнеровоза или тягача. За осуществление процессов погрузки и разгрузки контейнеров на угольном разрезе Южный предлагаем применять эту систему «мультилифт».

Процесс разгрузки контейнера происходит в обратной последовательности.

Достоинства: простота конструкции и небольшая собственная масса.

Недостатки: нужен хороший опыт водителя и наличие помощника, для правильного подъезда к контейнеру; требуется наличие свободного пространства.

Схема, при которой используется снятие контейнера при помощи складывающихся стоек или аутригеров, представлена на рисунке 42.

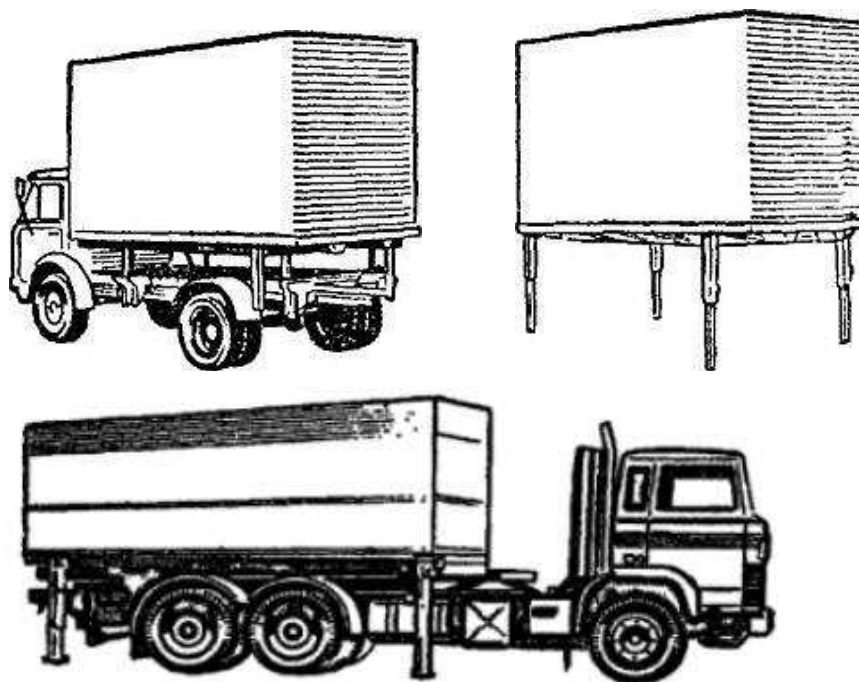


Рисунок 42 – Схема контейнеровоза со складывающимися стойками

Контейнеровоз, приехав в свое заданное место доставки, разгружает с себя контейнер при помощи опустившихся телескопических стоек, либо аутригеров. При этом эти стойки приподнимают площадку, на котором стоит контейнер, тем самым давая возможность выехать контейнеровозу. Затем контейнер опускают вниз до максимально возможного значения, т.к. стойки или домкраты не позволяют опустить контейнер вровень с поверхностью земли. После того, когда контейнер разгрузят, процесс начинается в обратном порядке, начиная от поднятия контейнера, заезда под него автотранспортного средства и опускание контейнера на раму автомобиля. При этом могут использоваться как мелко- или среднетоннажные контейнеры, перевозимых на базе грузовых автомобилей, так и крупнотоннажные контейнеры, перевозимые тягачами марок, например, Volvo.

На рисунке 43 показаны примеры выгрузки контейнеров данной схемы.



Рисунок 43 – Выгрузка контейнеров при помощи опускающихся стоек

Проанализировав приведенные выше конструкции автотранспортных средств-контейнеровозов, можно сделать вывод о том, что эти конструкции указывают о допустимости в настоящее время технической готовности автотранспорта к значительным масштабам в сфере перевозок контейнеров, имеющих разные типо-размеры, в том числе, специализирующихся на перевозках угля. При всём этом будет достигаться как оперативность в доставке углепродукции, так и использование средств механизации в работе погрузки и разгрузки контейнеров.

Также стоит сказать, что к полуприцепам-контейнеровозам предъявляются ряд технических требований:

- 1) размеры и масса контейнеров должны быть согласованы со стандартами;
- 2) должны иметься крепления, чтобы предотвратить свободное перемещение контейнера;
- 3) применять средства механизации при погрузо-разгрузочных операциях для облегчения труда персонала;
- 4) при необходимости нужно иметь возможность для погрузки груза вручную.

5 Безопасность жизнедеятельности при автотранспортных перевозках

Перед тем, как начать выполнять работы по фиксации (креплению) контейнеров, либо их демонтажу необходимо выслушать инструктаж по технике безопасности от начальника смены. Различают такие виды инструктажа как вводный, первичный, повторный, внеплановый и целевой.

Вводный инструктаж проводится для тех, кто только что устроился на работу или приехал в командировку. Также вводный инструктаж обязаны пройти ученики и студенты на практике, и люди из сторонних организаций, участвующие в производственной деятельности компании.

Первичный инструктаж предназначен для всех вновь принятых работников, включая сезонных и тех, кто подписал трудовой договор сроком менее двух месяцев. Первичный инструктаж также проходят:

- 1) совместители;
- 2) надомники, использующие материалы, инструменты или механизмы;
- 3) сотрудники, переведенные из других структурных подразделений;
- 4) лица, которым поручена новая для них работа;
- 5) приехавшие в командировку из других организаций;
- 6) практиканты;
- 7) все, кто так или иначе участвует в производственной деятельности компании.

Повторный инструктаж необходим всем, кто посещал первичный инструктаж. Повторные мероприятия проводятся регулярно.

Внеплановый инструктаж нужен в случаях, когда:

- 1) изменения или введения в действие новых законов и других нормативных правовых актов по охране труда, инструкций по ОТ;
- 2) изменения технологических процессов, замены или модернизации оборудования, приспособлений, инструмента и других факторов, влияющих на безопасность труда;
- 3) нарушения работниками требований ОТ, если возникла реальная угроза тяжких последствий: несчастного случая, аварии и т.д.;
- 4) требования должностных лиц органов государственного надзора и контроля;
- 5) перерыва в работе более двух месяцев (для работ с вредными и (или) опасными условиями — более 30 календарных дней);
- 6) принятия работодателем соответствующего решения.

Целевой инструктаж устраивают при выполнении разовых работ и проведении массовых мероприятий. Другие поводы для целевого инструктажа — ликвидация последствий аварий и стихийных бедствий; работы, требующие наряда-допуска, разрешения или иного специального документа.

После получения рабочим, должность которых является управление погрузчиками, наряд-задания могут приступать к выполнению погрузочно-разгрузочных работы. В наряде-задании прописан список всех контейнеров,

которые подлежат погрузке, а также в этом списке указывается место нахождения этих контейнеров, места передачи или места установки каждого контейнера.

При возникновении каких-либо ограничений, происходящие на контейнерном пункте на некоторое определенное время, в нарядах-заданиях производится запись, при этом рабочий состав, который должен выполнять свои задания в данном месте должен быть ознакомлены об этом заранее. При экстренных ситуациях или резких изменений установленного порядка выполнения работ персонал, а также водителей, управляющих погрузчиками, оповещают по радиотелефонной связи (рации) диспетчер, либо оператор данного предприятия.

Грузозахватное оборудование выбирают таким образом, чтобы оно было применительно именно к данному типоразмеру контейнера. Для использования грузозахватного оборудования нужно, чтобы оно было исправным, не имела дефектов или признаков явно выраженных поломок. Также грузозахватное оборудование нужно применять только по его непосредственному назначению. Наличие световой или иной сигнализации, которые обозначают и ориентируют положение поворотных штыковых замков, приспособлений и механизмов для перегрузки крупнотоннажных контейнеров должны быть смонтированы на механизмах, перегружающих крупнотоннажные контейнера.

Выполнение таких операций, как подъем или перемещения контейнеров, осуществляемыми перегрузочными машинами, должны проводиться только после установки в положение «подъем» на всех фитингах, имеющихся на контейнере, поворотных штыковых замков. Эти операции, а также установка контейнеров следует выполнять перегрузочными машинами без возникновения каких-либо толчков или ударов, чтобы не получить перемещения находящегося на нем груза.

На мало – и среднетоннажных груженых контейнерах строповку производят только за все имеющиеся на контейнерах устройств, отведенных для строповки.

Перед тем, как начать выполнять подъем контейнера рабочему необходимо убедиться, что строповка надежна строповки, а все двери контейнера закрыты, потому что производить подъем или же перемещение контейнера с открытыми дверями категорически запрещено.

Присутствие людей на средствах, используемых для транспортирования при установке крупнотоннажных контейнеров на, автомобильные прицепы и полуприцепы строго запрещается.

В момент процесса установки контейнера, включающего операции подъема, перемещения и опускания, на контейнеровоз водителям транспортных средств должны покинуть кабину своего автомобиля и переместиться в безопасное место (находиться в зоне видимости оператора подъемно- транспортной машины) или же вовсе уйти в место вне пути движения подъемно-транспортной машины.

Контейнерные погрузчики должны подъезжать или отъезжать от контейнеровозам, только сзади.

Запрещено при перегрузке контейнеров следующие действия:

1) производить одной из вилок погрузчика подхват и подъем контейнера за нижнюю раму;

2) производить одновременное (дублирующее) движения подъема, либо опускания другими рабочими движениями; стреловых грузоподъемных кранов.

При транспортировке контейнеров автомобильным транспортом предъявляются следующие требования к безопасности:

1) В кузове грузового автомобиля, специализирующихся на перевозках контейнеров, обязаны оборудоваться специальными сцепными устройствами для закрепления (фиксирования) контейнеров от их перемещений;

2) В местах на контейнерной площадке, куда подъезжают автотранспортные средства, необходимо, чтобы были установлены предохранительные валы в виде колесных упоров, которые должны обеспечивать безопасное расстояние, а именно не менее 0,5 метров между задним бортом автомобиля и площадкой и высота этого упора должна быть не менее 1/3 диаметра колеса автомобиля;

3) Для работы стропальщика обустроивается площадка, на которой производятся операции погрузки или выгрузки контейнеров, соответственно, на автомобиль или с автомобиля. Размеры площадки должны определяться габаритами автотранспорта и рабочей зоной грузоподъемного оборудования. Высота этой площадки должна быть на одном уровне относительно пола кузова автотранспортного средства. Ширина площадки должна быть не менее 0,8 м;

4) По периметру площадки должны быть установлены периллы: высота 1 метр с устройством сплошного ограждения понизу на высоту не менее 0,1 метра, а также лестницей шириной не менее 0,6 метров с расстояниями между ступенями не более 0,3 м и перилами высотой 1 метр;

5) Стационарным крановым оборудованием грузоподъемностью не менее 1 т, оснащенным автоматическими захватами, разрешается грузить одновременно два груженых или два порожних контейнера. При этом обязательно нужно производить проверку надежности крепления захвата относительно грузовых пальцев контейнера;

6) Чтобы избежать возможность случайного открывания дверей у груженого контейнера их устанавливают на автотранспортное средство дверями внутрь;

7) У контейнера, находящегося на контейнерной площадке, либо в процессе транспортирования его на автотранспорте, должно быть, чтобы рулевая тяга была зафиксирована строго в вертикальном положении;

8) Осуществлять погрузочно-разгрузочные операции контейнеров по сигналу работника.

В зимний период времени возникают ситуации с обледенением

контейнеров, креплений, фитингов, поэтому стоит соблюдать следующие правила:

Прежде чем выполнять погрузку-разгрузку контейнеров необходимо эти элементы отчищать от льда и снега, либо другого примёрзшего материала. Применять механические средства очистки от льда, способных привести к каким-либо повреждениям либо контейнера, либо крепежных устройств, запрещено. Очистку рекомендуется выполнять при помощи горячей воды или пара. Для предотвращения возникновения у работников, выполняющие очистку способом горячей воды или пара, нужно использовать индивидуальные средства защиты от возможных ожогов.

При выполнении работ, когда рабочий находится на обледенелой или мокрой крыше контейнера, необходимо принимать мероприятия по предупреждению возникновения у них скольжения. К этим мероприятиям относят следующее:

- 1) Необходимо использовать рабочим специальную обувь, имеющую противоскользкую подошву;
- 2) Производить посыпание песком участков, либо всей скользкой поверхности контейнера;
- 3) Применять для работы на высоте страхующих средств.

Производить переходы с одного контейнера на другой, если расстояние между ними превышает 0,5 метра, только по оборудованным переходным мостикам (трапам), которые имеют у себя ограждения, а также имеющие устройства не допускающие случайного его сдвига.

Осуществлять подъемы или спускания с контейнера следует при помощи стандартных приставных лестниц или других специальных средств для подъема на контейнера. К этим лестницам предъявляются требования: должны быть исправным, не иметь дефектов или поломок, а также обязательное наличие в нижней части устройства, которое предотвращает случайное перемещение (скольжение) и приспособление для фиксации за контейнер (фитинги контейнера).

Производить поворот (или разворот) контейнера, который перемещается краном допускается только при помощи багров, имеющих у себя мягкий наконечник. Категорически запрещено нахождение людей под поднятым вверх контейнером. Во время поворота (или разворота) контейнера багром запрещено производить одновременно с этим других манипуляций с контейнером, например его подъем, опускание или горизонтальное перемещение. При перегрузке крупнотоннажных контейнеров, когда в работе задействованы с стреловые краны, которые имеют возможность изменять вылет стрелы и, соответственно, с этим меняется его грузоподъемность, лицо, выполняющий функции сигнальщика, в обязательном порядке должен сообщать крановщику массу каждого перемещаемого контейнера.

Только после установки стояночного тормоза на погрузчике, оборудованным фронтальным грузоподъемным устройством, разрешается выполнять строповку, а также подъем и опускание контейнеров. А выполнять захват контейнеров клещевыми подхватками контейнерных погрузчиков за

нижнюю раму разрешается в том случае, если продольные балки днищевой рамы имеют опоры, образующие паз для клещевого захвата.

Только с применением крана со специальной траверсой для тяжелых грузов допускается выполнение операций подъема, перемещения и опускания за раз одновременно двух или более мало- и средне тоннажных контейнеров.

Находящиеся на территории склада контейнеров рабочие, должны иметь при себе средства двусторонней радиотелефонной связи, либо сигнальные лампы, которые оборудованы функцией мигания для привлечения внимания как других рабочих, так и водителей спецмашин, оповещая тем самым присутствие людей на данной территории.

6 Расчет экономической эффективности применения контейнерной перевозки угля автотранспортом

6.1 Анализ вариантов транспортирования угля

Рассмотрим какие изменения в затратах произойдут при применении способа перевозки угля в специализированных контейнерах взамен существующей технологии перевозки в кузове автосамосвалов. Для обоснования расчетов по вариантам транспортирования угля принят объект-аналог: котельная, находящаяся в поселке Солонцы, Емельяновский район, Красноярский край.

Котельная использует бурый уголь с угольного разреза «Бородинский», который закупается в компании «Угольторг». Доставка угля осуществляется грузовыми автомобилями КамАЗ-55111 (грузоподъемность 13 тонн) в количестве 3 единиц, которые являются собственностью котельной. Расстояние от угольной компании до котельной составляет 6 км. На период отопительного сезона (250 дней) котельная потребляет 32 т. угля в сутки. В летний период (115 дней) потребление угля составляет 8 т. в сутки.

В отопительный сезон частота завоза угля в сутки – 1 раз тремя грузовыми автомобилями, в летний период – 1 раз одним грузовым автомобилем.

Для сравнения и выбора эффективного варианта поставки угля рассчитаем технико-экономические показатели по следующим вариантам:

- 1) Доставка угля в контейнерах (новый вариант);
- 2) Доставка угля автосамосвалами (существующий вариант).

6.2 Расчет капитальных вложений

Для 1 варианта необходимо использование специализированных контейнеров и грузового автомобиля с краном-манипулятором, размер капитальных вложений которых указано в таблице 11.

Таблица 11 – Капитальные вложения для использования нового варианта

Наименование оборудования	Количество, единиц	Стоимость единицы, тысяч рублей	Итоговая сумма, тысяч рублей
Грузовой автомобиль Nowo HW76 (20 т.) с краном-манипулятором	1	7000	7000
Специализированные контейнеры для перевозки и хранения угля – УУК-5	8	30	240
Всего			7240

Предлагаемые в дипломной работе контейнеры для перевозки сортового угля соответствуют существующим контейнерам по типоразмерам (длине,

ширине, высоте), но отличаются по конструкции (створки для открытия находятся в верхней части). Принимаем контейнера УУК-5 (масса контейнера – 1 тонна, грузоподъемность - 4 тонны).

За счет применения нового варианта перевозки угля в специализированных контейнерах появляется возможность продать 3 грузовых автомобиля КамАЗ-55111, которые перестанут быть востребованы. На вырученные от продажи этих автомобилей денежные средства можно покрыть часть капитальных затрат, приходящихся на новый вариант перевозки.

В таблице 12 показан перечень автотранспорта, предназначенного для продажи.

Таблица 12 - Перечень автотранспорта, предназначенного для продажи

Марка автомобиля	Год выпуска	Количество, ед	Стоимость, тыс. рублей
КамАЗ-55111	2004	1	800
КамАЗ-55111	2005	2	1800
Итого		3	2600

Цены на грузовые автомобили устанавливались в соответствии с проведенным мониторингом цен на сайтах по продаже автомобилей по критериям технического состояния, пробега и года выпуска.

6.3 Расчет эксплуатационных затрат на перевозку угля автотранспортом

Расход топлива на транспортировку определяется по формуле:

$$Q_T = P_T \cdot L_{ГОД} / 100, \text{ л}, \quad (3)$$

где P_T - расход топлива грузовым автомобилем, л/100 км: для Howo HW76 расход составляет 35 л/100 км, для КамАЗ-55111 - 30 л/100 км;

$L_{ГОД}$ – годовой пробег автомобилей, км:

$$L_{ГОД} = (L_C + L_K) \cdot n_3 \cdot d_3 + (L_C + L_K) \cdot n_L \cdot d_L, \quad (4)$$

где L_C – расстояние от котельной до склада угольной компании;

L_K – расстояние от склада угольной компании до котельной;

n_3 – частота завоза в зимний период;

d_3 – количество дней отопительного сезона;

n_L – частота завоза в летний период;

d_L – количество дней летнего периода.

$$1) L_{ГОД} = (6+6) \cdot 2 \cdot 250 + (6+6) \cdot 1 \cdot 115 = 7380 \text{ км/год};$$

$$2) L_{ГОД} = (6+6) \cdot 3 \cdot 250 + (6+6) \cdot 1 \cdot 115 = 10380 \text{ км/год}$$

$$1) Q_T = 35 \cdot 7380 / 100 = 2583, \text{ л};$$

$$2) Q_T = 30 \cdot 10380 / 100 = 3114, \text{ л}.$$

Дополнительный расход топлива в зимний период времени (10-15% от

расхода топлива на транспортировку):

$$Q_3 = Q_T \cdot 0,15, \text{ л;} \quad (5)$$

- 1) $Q_3 = 2583 \cdot 0,15 = 387,5, \text{ л};$
- 2) $Q_3 = 3114 \cdot 0,15 = 467,1, \text{ л}.$

Расход топлива на маневры на складах котельной и угольной компании «Угольторг» (5% от суммы расходов топлива на транспортировку и зимнего периода):

$$Q_M = (Q_T + Q_3) \cdot 0,05, \text{ л;} \quad (6)$$

- 1) $Q_M = (2583 + 387,5) \cdot 0,05 = 148,5, \text{ л};$
- 2) $Q_M = (3114 + 467,1) \cdot 0,05 = 179,1, \text{ л}.$

Общий расход топлива в год:

$$Q_{\text{ОБЩ}} = Q_T + Q_3 + Q_M, \text{ л;} \quad (7)$$

- 1) $Q_{\text{ОБЩ}} = 2583 + 387,5 + 148,5 = 3119, \text{ л};$
- 2) $Q_{\text{ОБЩ}} = 3114 + 497,1 + 179,1 = 3760,2, \text{ л}.$

Затраты на топливо парка автомобилей в год определяются по формуле:

$$Z_T = Q_{\text{ОБЩ}} \cdot C_T, \text{ руб.}, \quad (8)$$

где C_T – стоимость 1 литра дизельного топлива, рублей.

- 1) $Z_T = 3119 \cdot 60 = 187140, \text{ руб.};$
- 2) $Z_T = 3760,2 \cdot 60 = 225612, \text{ руб}.$

Затраты на смазочные и прочие материалы в год (10% от затрат на топливо):

$$Z_{\text{СМ}} = Z_T \cdot 0,1, \text{ руб;} \quad (9)$$

- 1) $Z_{\text{СМ}} = 187140 \cdot 0,1 = 18714, \text{ руб.};$
- 2) $Z_{\text{СМ}} = 225612 \cdot 0,1 = 22561,2, \text{ руб}.$

Полис ОСАГО для нового варианта (грузоподъемность больше 16 тонн) составляет: 5918 рублей. Для существующего варианта (грузоподъемность меньше 16 тонн): $3 \cdot 3930 = 11790$ руб.

Амортизация основных фондов определяется по формуле:

$$A = H_A \cdot ПС/100, \text{ руб}, \quad (10)$$

$$1) A = 14,3 \cdot 7000000/100 + 8 \cdot 14,3 \cdot 30000/100 = 1035320, \text{ руб};$$

$$2) A = 3 \cdot 14,3 \cdot 2500000/100 = 1072500, \text{ руб},$$

где H_A – норма амортизации, %:

$$H_A = \frac{1}{N} \cdot 100\%, \quad (11)$$

где N – срок полезного использования данного объекта, лет. Для обоих вариантов принимается 7 лет;

$$H_A = \frac{1}{7} \cdot 100\% = 14,3, \text{ \%},$$

Фонд оплаты труда определяется по формуле:

$$\Phi_T = Z_M \cdot Ч_C \cdot 12, \text{ руб}, \quad (12)$$

где Z_M – заработная плата в месяц водителя грузового автомобиля, руб.

Принимаем 55000 рублей;

$Ч_C$ – численность сотрудников-водителей.

$$1) \Phi_T = 55000 \cdot 1 \cdot 12 = 660000, \text{ руб};$$

$$2) \Phi_T = 55000 \cdot 3 \cdot 12 = 1980000, \text{ руб}.$$

Величину общехозяйственных расходов принимаем 17% от фонда оплаты труда:

$$Z_{OXP} = 0,17 \cdot \Phi_T, \text{ руб}; \quad (13)$$

$$1) Z_{OXP} = 0,17 \cdot 660000 = 112200, \text{ руб};$$

$$2) Z_{OXP} = 0,17 \cdot 1980000 = 277200, \text{ руб}.$$

Отчисления с фонда оплаты труда составляют 30,2% от ФОТ:

$$1) N = 0,32 \cdot 660000 = 211200, \text{ руб};$$

$$2) N = 0,32 \cdot 1980000 = 633600, \text{ руб}.$$

В таблице 13 приведены результаты расчетов эксплуатационных затрат.

Таблица 13 – Затраты на перевозку угля автотранспортом

Затраты	Всего затрат		Затраты на 1 ткм	
	Новый вариант	Существующий вариант	Новый вариант	Существующий вариант
Фонд оплаты труда	660 000	1 980 000	24,7	37
Отчисления с фонда оплаты труда	212 200	633600	4	11,8
Затраты на топливо	187 140	225 612	3,5	4,2
Затраты на смазочные и прочие эксплуатационные материалы;	18 714	22 561,2	0,35	0,42
Амортизация основных фондов;	1 035 320	1 072 500	19,3	20
Общехозяйственные расходы;	112 200	277 200	3,4	5,2

Окончание таблицы 13

Обязательное страхование;	5918	11 790	0,22	0,2
Итого:	2 231 492	3 813 073,2	55,47	78,82

Годовой грузооборот определяется по формуле:

$$P = m_{\Gamma} \cdot L \cdot d_3 + m_{\Gamma} \cdot L \cdot d_{\text{Л}}, \text{ ткм}, \quad (14)$$

где m_{Γ} – масса перевозимого груза, т;

L – расстояние транспортирования, км,

$$P = 32 \cdot 6 \cdot 250 + 8 \cdot 6 \cdot 115 = 53520 \text{ ткм}.$$

Таким образом в результате проделанной работы по внедрению новой технологии перевозки угля в специализированных контейнерах себестоимость транспортировки уменьшилась на 23,35 руб/ткм и составила 55,47 руб/ткм по сравнению с существующим вариантом перевозки в кузове автосамосвалов, где себестоимость транспортировки составляет 78,82 руб/ткм.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В представленной дипломной работе был описан автомобильный способ перевозки угля, в котором были разобраны причины и факторы возникновения потерь угля от начала его появления на угольном разрезе, так и при транспортировке от угольных складов до потребителей. Для решения этих имеющихся проблем был предложен вариант, чтобы перевозка угля осуществлялась в специализированных контейнерах.

Применение специализированных контейнеров при перевозке угля автотранспортом позволяет осуществлять доставку по таким критериям: сохранность груза – предотвращается выдувание и просыпание угля за счет закрытой конструкции контейнера; сохранность качества и свойств угля – предотвращается влияние окружающей среды на уголь; экологичность процесса перевозки – предотвращается в следствие выдувания или высыпания угля из кузова автомобиля попадание его в воду или воздух, а при разгрузке угля – запыленность окружающей среды.

За счет применения загрузки угля непосредственно в контейнер и дальнейшей его перевозки на угольных разрезах можно сократить технологические операции и время загрузки угля в автотранспорт, тем самым повышается производительность предприятия.

Понимая то, что в настоящее время не у всех потребителей угольной продукции имеется специальное грузоподъемное оборудование для разгрузки и погрузки контейнеров в разгрузочном пункте в автотранспортные средства, были предложены различные виды погрузочных механизмов, которые могут быть установлены в автотранспортные средства, задействованных в перевозке легко-, средне- и крупнотоннажным контейнеров.

На основе полученных результатов, рассчитанных в экономической части можно сделать вывод, что применение при специализированных контейнеров при перевозке угля имеет экономический эффект в виде снижения себестоимости на транспортировку угля.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. 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.
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. Japan Life [Электронный ресурс]: Классификация и виды грузовых автомобилей - Режим доступа: <https://jplife.ru/stati/klassifikatsiya-i-vidy-gruzovykh-avtomobiley/>
4. Drive2.ru [Электронный ресурс]: Типы водителей автомобилей - Режим доступа: <https://jplife.ru/stati/klassifikatsiya-i-vidy-gruzovykh-avtomobiley/>
5. ГРУЗОВОЙ.РУ [Электронный ресурс]: Технические характеристики грузовых автомобилей - Режим доступа: <https://gruzovoy.ru/>
6. StudRef.com [Электронный ресурс]: Автопоезда с устройствами для самопогрузки - Режим доступа: https://studref.com/301403/logistika/avtopoezda_ustroystvami_samopogruzki
7. Современные Технологии Производства [Электронный ресурс]: Контейнеровозы с грузоподъемными устройствами и съемными кузовами - Режим доступа: <https://extxe.com/24399/kontejnerovozy-s-gruzopodemnymi-ustrojstvami-i-semnymi-kuzovami/>
8. StudFiles [Электронный ресурс]: Автомобили самопогрузчики - Режим доступа: <https://studfile.net/preview/3616638/page:9/>
9. Яндекс.Дзен [Электронный ресурс]: Боковой погрузчик контейнеров (БПК) – перспектива контейнерной логистики - Режим доступа: https://zen.yandex.ru/media/novelco/bokovoi-pogruzchik-konteynerov-bpk--perspektiva-konteynernoi-logistiki-60d44acdbec1cf52d2cd1ec9?utm_source=images&utm_medium=viewer&utm_campaign=ekzen_organic
10. ГРУЗОВИК.БИЗ [Электронный ресурс]: КамАЗ-53212: технические характеристики - Режим доступа: <https://gruzovik.biz/articles/kamaz-53212-tekhnicheskie-kharakteristiki>
11. A Wirtgen Group Company [Электронный ресурс]: Карьерный комбайн 4200 SM - Режим доступа: <https://docs.yandex.ru/docs/view?tm=1642689711&tld=ru&lang=ru&name=4200s>
12. Союз горных инженеров [Электронный ресурс]: КГРП САТ НВ300: технические характеристики - Режим доступа: <http://www.mining-portal.ru/catalog/shahter/cat/hw300/>
13. KSM Krupp [Электронный ресурс]: Комбайны KSM фирмы Krupp для непрерывной разработки крепких пород на карьерах: технические характеристики - Режим доступа: <https://docs.yandex.ru/docs/view?tm=1642690400&tld=ru&lang=ru&name=04-00>

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

Институт горного дела, геологии и геотехнологий

Кафедра «Горные машины и комплексы»

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

А.С.Морин

« 31 » / 01 2022 г.

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА


21.05.04 «Горное дело»
(специальность)

21.05.04.09 «Горные машины и оборудование»
(специализация)

ОБОСНОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ТЕХНИЧЕСКИХ ПРЕДЛОЖЕНИЙ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ ПЕРЕВОЗКИ УГЛЯ АВТОТРАНСПОРТОМ


тема

Руководитель

 31.01.22
подпись, дата

И.И. Демченко

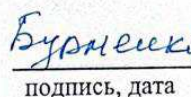
Выпускник

 31.01.22
подпись, дата

А.А. Яковлев

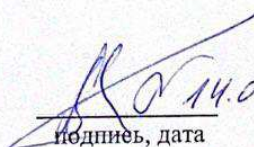
Консультанты:

Экономическая часть

 26.01.22
подпись, дата

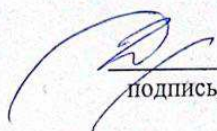
Р.Р. Бурменко

Безопасность
жизнедеятельности

 14.01.22
подпись, дата

А.В. Галайко

Нормоконтролер

 31.01.22
подпись, дата

И.И. Демченко

Красноярск 2022