

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

Хакасский технический институт -
филиал федерального государственного автономного образовательного
учреждения высшего профессионального образования
«Сибирский федеральный университет»
Кафедра «Автомобили и автомобильное хозяйство»

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ Е.М. Желтобрюхов
подпись инициалы, фамилия
« ____ » _____ 2021г.

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов»
код и наименование специальности

«Снижение расхода топлива и повышение производительности автосамосвалов
БелАЗ на ООО «Восточно – Бейский разрез», с. Кирба»
тема

Пояснительная записка

Руководитель	_____	_____	<u>А. В. Олейников</u>
	подпись, дата	должность, ученая степень	инициалы, фамилия
Выпускник	_____		<u>Д.И. Полозов</u>
	подпись, дата		инициалы, фамилия

Продолжение титульного листа ДП по теме Снижение расхода топлива и повышение производительности автосамосвалов БелАЗ на ООО «Восточно – Бейский разрез», с. Кирба».

Консультанты по разделам:

Анализ производственной деятельности предприятия
наименование раздела

подпись, дата

А. В. Олейников
инициалы, фамилия

Анализ факторов оказывающих влияние на повышенный расход дизельного топлива карьерных автосамосвалов марки БелАЗ
наименование раздела

подпись, дата

А. В. Олейников
инициалы, фамилия

Повышение производительности карьерных автосамосвалов марки БелАЗ
наименование раздела

подпись, дата

А. В. Олейников
инициалы, фамилия

Экономическая оценка производительности карьерных автосамосвалов марки БелАЗ
наименование раздела

подпись, дата

А. В. Олейников
инициалы, фамилия

Безопасность и экология производства
наименование раздела

подпись, дата

В. А. Васильев
инициалы, фамилия

Заключение на иностранном языке
наименование раздела

подпись, дата

Е. В. Танков
инициалы, фамилия

Нормоконтролер

подпись, дата

А. В. Олейников
инициалы, фамилия

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

Хакасский технический институт –
Филиал федерального государственного автономного образовательного
учреждения высшего образования «Сибирский федеральный университет»
Кафедра «Автомобильный транспорт и машиностроение»

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ Е. М. Желтобрюхов
подпись инициалы, фамилия
« ___ » _____ 2021 г.

ЗАДАНИЕ
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ
в форме бакалаврской работы
бакалаврской работы, дипломного проекта, дипломной работы, магистерской диссертации

Студенту

Полозову Дмитрию Игоревичу

фамилия, имя, отчество

Группа 67-1

номер

Направление (специальность) 23.03.03

код

Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

наименование

Тема выпускной квалификационной работы: «Снижение расхода топлива и повышение производительности автосамосвалов БелАЗ на ООО «Восточно – Бейский разрез», с. Кирба»

Утверждена приказом по университету № 242 от 23.04.2021 г.

Руководитель ВКР А.В. Олейников, доцент кафедры «Автомобильный транспорт и машиностроение», к.т.н., ХТИ - СФУ

инициалы, фамилия, должность, ученое звание и место работы

Исходные данные для ВКР Сбор и анализ статистических данных на предприятии ООО Восточно – Бейский разрез», с. Кирба»

Перечень разделов ВКР Анализ производственной деятельности предприятия; Анализ факторов оказывающих влияние на повышенный расход дизельного топлива карьерных автосамосвалов марки БелАЗ; Повышение производительности карьерных автосамосвалов марки БелАЗ; Экономическая оценка эксплуатации карьерных самосвалов БелАЗ; Безопасность и экология производства.

Перечень графического материала Исследовательская часть; Анализ расхода топлива при полной грузоподъемности; Анализ влияния технологических дорог на расход дизельного топлива; Анализ влияния поворотных участков на расход дизельного топлива; Анализ влияния давления КГШ на расход дизельного топлива; Анализ влияния климатических условий и технического состояния на расход дизельного топлива; Анализ факторов влияющих на производительность самосвала БелАЗ; Анализ влияния степени использования грузоподъемности на производительность самосвала; Экономическая оценка эксплуатации подвижного состава.

Руководитель ВКР

подпись

А. В. Олейников

инициалы и фамилия

Задание принял к исполнению

подпись

Д.И. Полозов

инициалы и фамилия

«23» 04 2021 г.

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Снижение расхода топлива и повышение производительности автосамосвалов БелАЗ на ООО «Восточно – Бейский разрез», с. Кирба» содержит 71 страниц текстового документа, 10 использованных источников, 9 листов графического материала.

РАСХОД ТОПЛИВА, ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ, ФАКТОРЫ, АНАЛИЗ, ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ, ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ.

Объект исследования – карьерные самосвалы БелАЗ 75131, 75306 ООО «Восточно-Бейский разрез», с. Кирба

Цель работы:

- Снижение расхода топлива и повышение производительности автосамосвалов БелАЗ на ООО «Восточно – Бейский разрез, с. Кирба

Задачи работы:

- анализ производственной деятельности предприятия;
- сбор и анализ статистических данных о эксплуатации самосвалов БелАЗ 75131, 75306;

- поиск резервов для повышения производительности эксплуатации самосвалов БелАЗ 75131, 75306;

- определение экономических потерь, при эксплуатации БелАЗ 75131, 75306;

- анализ выбросов вредных веществ в окружающую среду.

В результате проведенного исследования установлено, что на рассматриваемом предприятии существует проблема повышенного расхода дизельного топлива и низкий уровень производительности самосвалов БелАЗ. В результате работы был произведен сбор и анализ статистических данных о эксплуатации самосвалов, выполнен отбор факторов оказывающих влияние на расход дизельного топлива, произведено их исследование, предложены факторы к более детальному анализу. Дана оценка производительности самосвалов, определено отклонение фактически перевезенной горной массы от номинального количества которое возможно перевезти за период исследования. Определены экономические потери предприятия от потенциально невыполненных рейсов. Произведен анализ параметров выбросов вредных веществ в окружающую среду на предприятии.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	8
1 Анализ производственной деятельности предприятия.....	9
1.1 Общие сведения о предприятии.....	9
1.2 Характеристика предприятия.....	10
1.3 Характеристика персонала.....	11
1.4 Организация технического обслуживания и ремонта на предприятии ..	12
1.5 Устройство постов ТО и Р.....	13
1.6 Технологии процесса ТО и Р.....	14
1.7 Организация работы складского хозяйства.....	16
1.8 Организация техники безопасности на производстве.....	16
1.9 Основные недостатки организации.....	17
2 Анализ факторов оказывающих влияние на повышенный расход дизельного топлива карьерных автосамосвалов марки БелАЗ.....	18
2.1. Отбор и оценка факторов оказывающих влияние на расход дизельного топлива.....	18
2.2 Анализ расхода топлива при полной грузоподъемности.....	19
2.3 Анализ влияния технологических дорог на расход дизельного топлива.....	22
2.4 Анализ влияния поворотных участков на расход дизельного топлива карьерных самосвалов БелАЗ.....	30
2.5 Анализ влияния давления крупногабаритных шин на расход дизельного топлива.....	32
2.6 Анализ влияния климатических условий на расход дизельного топлива.....	35
2.7 Анализ влияния технического состояния самосвала на расход дизельного топлива.....	37
3 Повышение производительности карьерных автосамосвалов марки БелАЗ.....	41
3.1 Анализ факторов влияющих на производительность самосвала.....	41
3.2 Хронометраж показателей работы самосвала при перевозке горной массы.....	42
3.3 Анализ влияния степени использования грузоподъемности на производительность самосвала.....	46
4 Экономическая оценка эксплуатации карьерных самосвалов БелАЗ.....	54
4.1 Определение экономических потерь.....	54

5	Безопасность и экология производства	57
5.1	Сварка и резка металлов	57
5.2	Аккумуляторные работы	60
5.3	Медницкие работы	62
5.4	Мойка деталей, узлов и агрегатов.....	65
5.5	Контроль токсичности отработавших газов автомобилей	67
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	69
	CONCLUSION	70
	СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	71

ВВЕДЕНИЕ

Открытый способ разработки как генеральное направление развития горнодобывающих отраслей промышленности России сохраняется для обеспечения топливом и минеральным сырьем потребностей энергетики, черной и цветной металлургии, химической индустрии, строительства, машиностроения, вычислительной техники, коммунально-бытового и сельского хозяйств и др.

Первые признаки угольности Бейского каменноугольного бассейна обнаружены более 100 лет назад – в 1920 году Василием Ивановичем Яворским, ученым в области угольных месторождений.

Бейское месторождение расположено в южной части Минусинского каменноугольного бассейна, в структурном плане месторождение приурочено к северному крылу Абаканской мульды. Месторождение находится на территории Алтайского и Бейского районов.

Общество с ограниченной ответственностью «Восточно – Бейский разрез» – промышленное предприятие занимающееся добычей каменного угля марки Д открытым способом. Разработка ведется в Бейском районе республики Хакасия в 12 км от села Кирба.

На территории данного месторождения Восточно – Бейский разрез является первым крупным угледобывающим предприятием, которое, так же является лидером по повышению экономики Бейского района.

1 Анализ производственной деятельности предприятия

1.1 Общие сведения о предприятии

ООО «Восточно – Бейский разрез» – Общество с ограниченной ответственностью, с 2003 года реализует свою деятельность под руководством АО «СУЭК». Должность исполнительного директора занимает Попов Денис Владимирович.

Главный офис расположен по адресу: Республика Хакасия, Бейский район, село Кирба, улица Майская, дом 6.

Производственная площадка расположена в 12 км от села Кирба.

В качестве источника отопления на предприятии используется котельная, для удовлетворения нужд по водоснабжению используется привозная вода. Для технических нужд применяются грунтовые воды прошедшие несколько этапов очистки.

Ситуационный план представлен на рисунке 1.1.

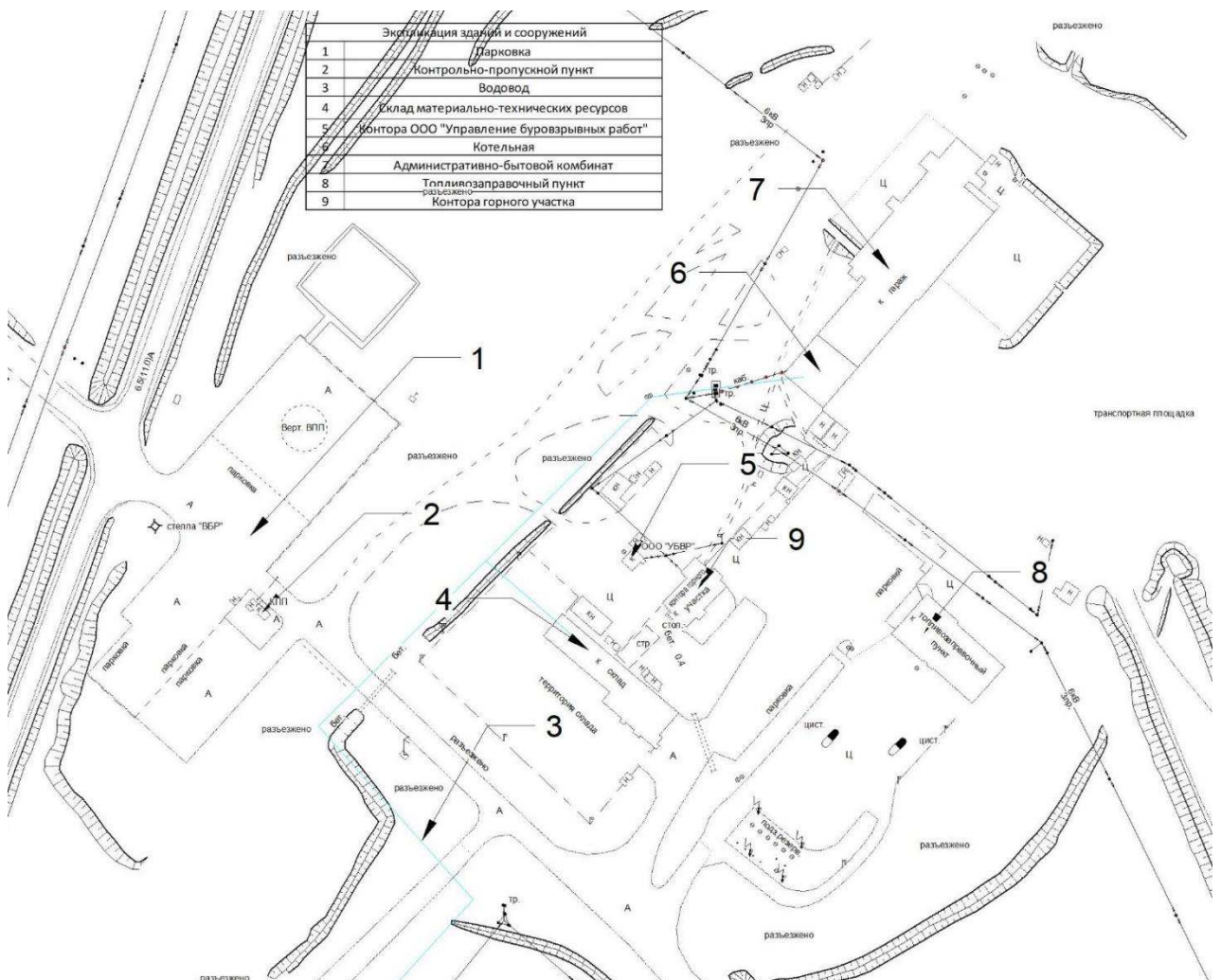


Рисунок 1.1 – Ситуационный план производственной площадки

1.2 Характеристика предприятия

Подвижной состав автоколонны номер 1, ООО «Восточно – Бейский разрез» состоит из горнотранспортной техники – карьерных автосамосвалов марки БелАЗ:

- БелАЗ 7555 эксплуатационной массой 35100 кг, грузоподъемностью 55 – 60 тонн и объемом кузова 22,3 – 51,5 м³;
- БелАЗ 75131 эксплуатационной массой 100100 – 109500 кг, грузоподъемностью 110 – 136 тонн и объемом кузова 40 – 103,8 м³;
- БелАЗ 75306 эксплуатационной массой 156100 кг, грузоподъемностью 220 тонн и объемом кузова 80 – 117 м³.

Автопарк карьерных самосвалов представлен в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Автопарк карьерных самосвалов

№ п/п	Марка самосвала	Модель самосвала	Гаражный номер	Год ввода в эксплуатацию	Год выпуска	Грузоподъемность
1	БелАЗ	7555	07	2006	2006	55
2	БелАЗ	7555	010	2007	2007	55
3	БелАЗ	75131	101	2008	2008	130
4	БелАЗ	75131	107	2009	2009	130
5	БелАЗ	75131	111	2013	2012	130
6	БелАЗ	75131	112	2014	2013	130
7	БелАЗ	75131	113	2014	2013	130
8	БелАЗ	75131	114	2014	2013	130
9	БелАЗ	75131	117	2016	2016	130
10	БелАЗ	75131	118	2017	2016	130
11	БелАЗ	75131	119	2017	2016	130
12	БелАЗ	75131	120	2018	2018	130
13	БелАЗ	75306	201	2018	2018	220
14	БелАЗ	75306	202	2018	2018	220
15	БелАЗ	75306	203	2018	2018	220
16	БелАЗ	75306	204	2018	2018	220
17	БелАЗ	75306	205	2018	2018	220
18	БелАЗ	75306	207	2018	2018	220

Карьерные автосамосвалы БелАЗ 7555, 75131, 75306 предназначены для транспортировки разрыхленной горной массы по технологическим дорогам на предприятиях ведущих разработку открытым способом с различными климатическими условиями.

Автосамосвалы БелАЗ обслуживаются согласно графика планово-предупредительных ремонтов, согласованного со смежными комплексами с целью сокращения непроизводительных простоев техники, например связка самосвал – экскаватор подлежит одновременному техническому обслуживанию.

Работы по обслуживанию и ремонту автосамосвалов БелАЗ 7555, 75131, 75306 выполняются в соответствии с техническими картами (3 шт. для

выполнения ТО, 19 шт. для выполнения других ремонтов) и подразделяются на следующие виды: ЕО, ТО-1, ТО-2, ТО-3, СО, а так же другие виды технического обслуживания.

1.3 Характеристика персонала

Управление на предприятии ООО «Восточно-Бейский разрез» осуществляется, исполнительным директором и аппаратом руководства.

Общий контроль за работой компании обеспечивают председатели правления.

Аппарат руководства состоит из специалистов занимающих следующие должности: главный инженер, заместитель исполнительного директора (по производству), заместитель исполнительного директора (по капитальному строительству), заместитель председателя правления – заместитель исполнительного директора по финансам и экономике, главный экономист, главный бухгалтер, заместитель исполнительного директора (по юридическим вопросам), заместитель исполнительного директора (по коммерческим вопросам), заместитель исполнительного директора (по персоналу и социальным вопросам).

Персонал автомобильной колонны номер отображен на схеме. Схема изображена на рисунке 1.2.

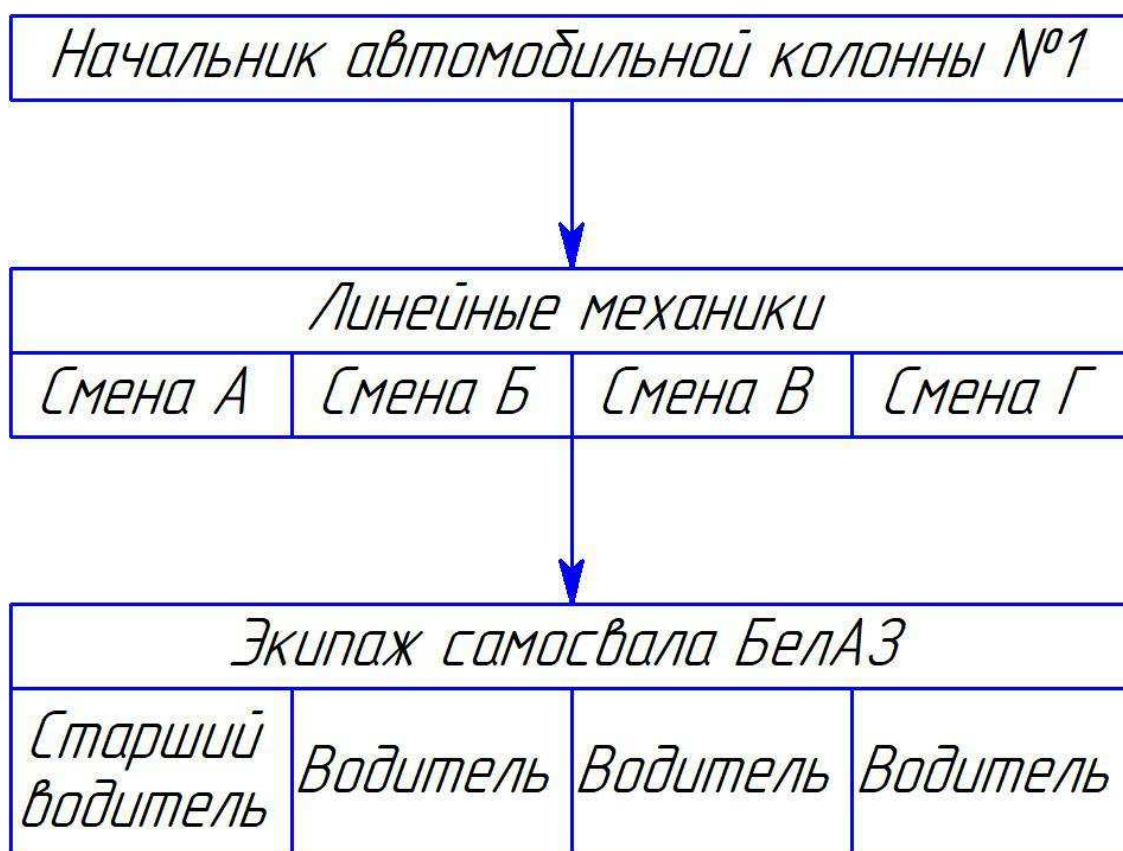


Рисунок 1.2 – Персонал автоколонны №1

Применяемый режим работы представлен в таблице 1.3.

Таблица 1.3– Режимы работы, применяемые в ООО «Восточно – Бейский разрез»

№ п/п	Режим рабочего времени	Прод-ть раб. недели, ч.	Вых-е дни	Прод-ть смены, ч.: мин.	Начало, окончание смены, ч.: мин.		Прод-ть оплачиваемых перерывов		Прод-ть неоплачиваемых перерывов	
					I	II	для отдыха и питания	Технологические, ч.: мин.	для отдыха и питания	другие (перечислить)
1	Суммированный учет рабочего времени (в две смены)	40	Согласно графика сменности, (2×2)	12	7:30 – 19:30	19:30 – 7:30	30 минут в течении смены	3 % от рабочего времени в течении смены*	нет	нет
2	Суммированный учет рабочего времени (в две смены)	40	Согласно графика сменности, (2×2)	12	8:20 – 17:00	17:00 – 8:20	60 минут в течении смены	3 % от рабочего времени в течении смены*	нет	нет
3	Пятидневная рабочая неделя	40	Суббота, воскресенье, (5×2)	8	8:00	17:00	нет	нет	с 12:00 до 13:00	нет
4	Пятидневная рабочая неделя	40	Суббота, воскресенье, (5×2)	8	8:20	17:00	нет	нет	с 12:00 до 12:40	нет
		Пятница 8:20 12:20								

Время для приема пищи согласовывается с непосредственным руководителем. Для приема пищи выделяется 30-60 мин. в период с 12 час. 00 мин. до 14 час. 00 мин.
 * Согласно трудового законодательства РФ в течении рабочей смены работникам предоставляется регламентированные перерывы:

- При выполнении работ в холодное время года на открытом воздухе или закрытых не обогреваемых помещениях;
- При выполнении работ во вредных и (или) опасных условиях труда.

* 36 часов – для женщин работающих в сельской местности, независимо от места их проживания.

1.4 Организация технического обслуживания и ремонта на предприятии

Планированием и организацией системы ТО и Р автосамосвалов занимаются сотрудники автоколонны №1 совместно с персоналом энерго-механической службы. Их задачей является выявление неисправностей подвижного состава, их анализ и составление графика планово-предупредительных ремонтов. Так же в их обязанности входит контроль за проведением планово-предупредительных и внеплановых ремонтов, контроль за эксплуатацией самосвалов.

Проведением технического обслуживания и ремонта карьерных самосвалов БелАЗ занимается фирма-подрядчик – ООО «Промтехсервис». Задачей подрядчика является обеспечение технически исправного состояния и бесперебойной работы горнотранспортной техники, сокращение аварийных простоев автосамосвалов и потерь в производстве, связанных с его ремонтом.

1.5 Устройство постов ТО и Р

Замена эксплуатационных жидкостей и фильтров производится в крытом боксе топливозаправочного пункта, одновременно может проводиться обслуживание только одной единицы техники. Высота бокса позволяет выполнять работы с частично поднятой платформой БелАЗ 75131, БелАЗ 75306 и полностью поднятой платформой БелАЗ 7555 (подъем платформы необходим для замены фильтра гидроблока).

Ремонт и часть операций технического обслуживания карьерных самосвалов БелАЗ на предприятии осуществляется на производственной площадке расположенной на открытом воздухе. Одновременно на площадке могут находиться от 2 до 4 самосвалов в зависимости от вида выполняемых работ (при замене КГШ, РМК и проведения других работ с крупногабаритными агрегатами необходимо пространство для маневров колесосъемника и манипулятора).

Сварочные работы выполняются на сварочном посту, который расположен на транспортной площадке, так же сварочные работы могут выполняться в зоне ремонта, с целью экономии времени и сокращения непроизводительных простоев техники (проведение сварочных работ на постах ремонтов совместно с другими видами работ разрешено руководством по эксплуатации БелАЗ, при применении защитных экранов и под контролем наблюдателя).

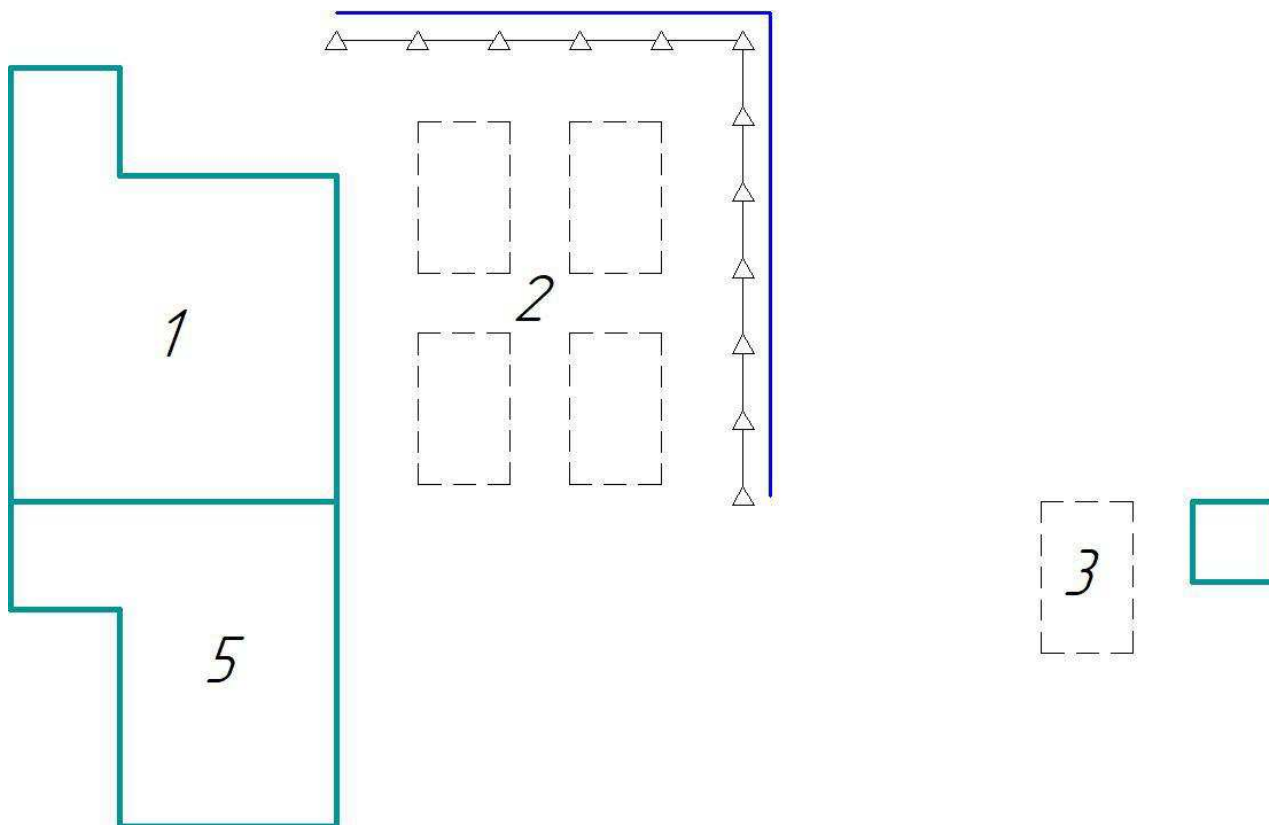
На рисунке 1.3 представлена схема зоны ТО и Р.

За 21 год своего существования ООО «Восточно – Бейский разрез» не стоит на месте, постоянно развивается и набирает все большую производственную мощность. Благодаря программам развития происходит регулярное перевооружение производства, оснащение более современным технологическим инструментом и оборудованием.

Производственный корпус укомплектован токарным, агрегатным, медницким, электротехническим цехами, аккумуляторным и инструментальным участками. Так же производственный корпус содержит стационарный сварочный пост для проведения сварочных работ в холодный период. Для безопасного монтажа – демонтажа крупногабаритных шин, производственный корпус оснащен стационарным шиномонтажным стендом NMZ300.

Все цеха, участки и посты полностью укомплектованы технологическим оборудованием, оснащены приточно-вытяжной вентиляцией, имеют подвод электроэнергии 380В источники естественного света и средства противопожарной безопасности. Токарный и агрегатный цеха, помещение производственной зоны оснащены кран-балками для перемещения запасных частей, узлов, агрегатов и КГШ соответственно.

Отсутствует цех по ремонту КГШ, шины для выполнения ремонта отправляются на Черногорский ремонтно-механический завод.



<i>№ п/п</i>	<i>Экспликация участков и зон</i>
<i>1</i>	<i>Производственный корпус</i>
<i>2</i>	<i>Зона ТО и Р</i>
<i>3</i>	<i>Сварочный пост</i>
<i>4</i>	<i>Пост замены эксплуатационных жидкостей</i>
<i>5</i>	<i>Тракторно-бульдозерный участок</i>

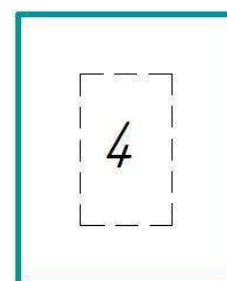


Рисунок 1.3 – Схема зоны технического обслуживания и ремонта

1.6 Технологии процесса ТО и Р

На предприятии ООО «Восточно – Бейский разрез» выполнением планово-предупредительных и внеплановых ремонтов горнотранспортной техники является фирма подрядчик – ООО «Промтехсервис».

Представители заказчика в лице ООО «Восточно – Бейский разрез» и представители подрядчика в лице ООО «Промтехсервис» совместно составляют месячный и годовой графики планово-предупредительных ремонтов, с уточнением даты остановки на ремонт и его продолжительности, за

исключением ТО. Внеплановыми ремонтами ГТТ являются ремонты не входящие в месячный график ППР.

Остановка горнотранспортного оборудования на плановые ремонты производятся строго в соответствии с утвержденным графиком ППР. Продолжительность времени нахождения оборудования в ремонте исчисляется с момента его принятия в ремонт и до момента его сдачи после ремонта, подтверждаемых подписью механика.

Для проведения ППР составляются ведомости дефектов с целью установления объема и времени проведения ремонтных работ, а так же количества деталей, материалов и узлов оборудования, вспомогательной техники, необходимых для проведения ремонта. Неисправности и дополнительные объемы работ, выявленные в процессе ремонта и не отраженные в ведомости, фиксируют как скрытые дефекты.

Остановка самосвалов производится согласно графику планово-предупредительных ремонтов на текущий месяц. За 1-2 дня до остановки уточняется перечень ремонтных работ, производится проверка подготовки к ремонту: готовность узлов и деталей, наличие вспомогательных материалов, наличие и исправность инструмента.

ГТО передается в ремонт представителем ООО «Восточно – Бейский разрез», полностью укомплектованной средствами пожаротушения. При приемке техники подрядчик отражает степень готовности оборудования в заказ-наряде.

Контроль за качеством ремонта осуществляют ответственный руководитель ООО «Промтехсервис» и представитель ООО «Восточно – Бейский разрез».

Сдача оборудования после выполнения ремонта отражается в заказ-наряде с заполнением граф о заказчике и подрядчике, техническом состоянии оборудования, используемых материалах, выполненных операциях, наработкой и пробегом на момент выполнения ремонта.

Ремонты производятся на основании следующей технологической и нормативной документации: руководство по эксплуатации БелАЗ, каталог запасных частей БелАЗ, техническая карта, заказ-наряд.

Стоимость выполненного ремонта рассчитывается на основании заказ-наряда.

Существующая технология проведения плановых и внеплановых ремонтов является действенной и эффективной, так как подрядчик и заказчик заинтересованы в ходимости горнотранспортного оборудования. Подрядчик получает оплату за свои услуги на основе данных о безаварийной ходимости техники, минимальном пребывании в зоне ремонта и поддержании коэффициента технической готовности на заданном уровне.

По статистическим данным уровень КТГ самосвалов БелАЗ ООО «Восточно – Бейский разрез» на протяжении нескольких лет занимает лидирующие позиции среди предприятий АО «СУЭК».

1.7 Организация работы складского хозяйства

ООО «Восточно – Бейский разрез» применяет систему аутсорсинга ведения склада для 90% номенклатур запасных частей. Заказ вспомогательных материалов и запасных частей для проведения обслуживания и ремонтов самосвалов БелАЗ обеспечивает подрядчик ООО «Промтехсервис». На складе находится не более 10% номенклатур запасных частей для ремонта и обслуживания, в основном фильтры (масляные, воздушные), горюче-смазочные материалы: моторные, гидравлические, трансмиссионные масла; амортизационная жидкость; пластичные смазки, охлаждающая жидкость, технические спирты.

Закупка запасных частей происходит как на территории РФ так и за ее пределами.

Закупочная деятельность для обеспечения потребности осуществляется на основании: утверждённых заявок на товары; утверждённого бюджета на работы, услуги.

На предприятии ведением склада занимается отдел материального технического снабжения, применяя программное обеспечение SAP ERP предназначенное для планирования ресурсов.

1.8 Организация техники безопасности на производстве

Обеспечение безопасности во время эксплуатации и обслуживания самосвалов БелАЗ, основывается на требованиях безопасности предъявляемых к карьерным самосвалам представленных в руководстве по эксплуатации БелАЗ.

Перед монтажом самосвала, его эксплуатацией, техническом обслуживании и ремонте водители и обслуживающий персонал должны проходить обязательный инструктаж по технике безопасности, обучению безопасным методам и приемам выполнения работ, соблюдению общих требований безопасности для автомобильных транспортных средств. При этом необходимо также руководствоваться “Едиными правилами техники безопасности при разработке месторождений полезных ископаемых открытым способом”, “Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей”, “Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей”, “Правилами устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением”, “Руководством по эксплуатации карьерных и промышленных шин радиальной и диагональной конструкции”.

Водители и обслуживающий персонал должны быть обеспечены следующими СИЗ: спецодеждой, безопасной обувью, защитными касками, очками и другими средствами индивидуальной защиты.

На предприятиях, эксплуатирующих самосвалы, должны быть обеспечены безопасные условия труда, разработаны инструкции на проведение технических обслуживаний и ремонтов, предусматривающие письменный

наряд-допуск на выполнение работ с повышенными требованиями безопасности, а также работ связанных с обслуживанием системы пожаротушения.

Кроме того, необходимо соблюдать требования, обусловленные конструкцией самосвала.

Во избежание пожара на самосвале необходимо соблюдать общие правила пожарной безопасности в обращении с горючими веществами.

Запрещается эксплуатация самосвала с неисправной системой пожаротушения техническое обслуживание системы пожаротушения должно проводиться в строгом соответствии с требованиями, изложенными в разделе «Система пожаротушения» руководства по эксплуатации карьерных автосамосвалов БЕЛАЗ.

1.9 Основные недостатки организации

При знакомстве с организацией были выявлены следующие недостатки:

Отсутствие крытого отапливаемого бокса для осуществления работ по ремонту и обслуживанию самосвалов. На данный момент работы производятся на открытом воздухе, что затруднительно при высоких и низких температурах, а так же большом количестве осадков. Время на выполнение различных видов технического обслуживания увеличивается в связи с вынужденными перерывами.

Отсутствие специализированного поста уборки и мойки автомобилей с собственной канализацией, мойка осуществляется вручную, требует привлечения нескольких рабочих, под самосвалом скапливается использованная вода. При замене ручной мойки автоматизированной повысится уровень механизации труда и снизится время непроизводительных простоев техники.

Графические материалы применяемые в исследовательской части представлены на листе графической части №1.

2 Анализ факторов оказывающих влияние на повышенный расход дизельного топлива карьерных автосамосвалов марки БелАЗ

2.1. Отбор и оценка факторов оказывающих влияние на расход дизельного топлива

Одной из эксплуатационных проблем является сверхнормативный расход дизельного топлива карьерными автосамосвалами, что ведет к материальным потерям предприятия.

Расход топлива измеряется в тоннах и грамм на тонну километр, ответственным за приемку, выдачу и хранение является контроллер-учетчик.

Для решения данной проблемы произведем оценку факторов влияющих на расход дизельного топлива применяя дерево целей, на котором наглядно представлены: главная цель – расход топлива, ключевые цели – факторы влияющие на расход топлива, подцели – параметры на которых основываются факторы расхода и задачи – решения необходимые предпринять для достижения главной цели.

Дерево целей представлено на рисунке 2.1.

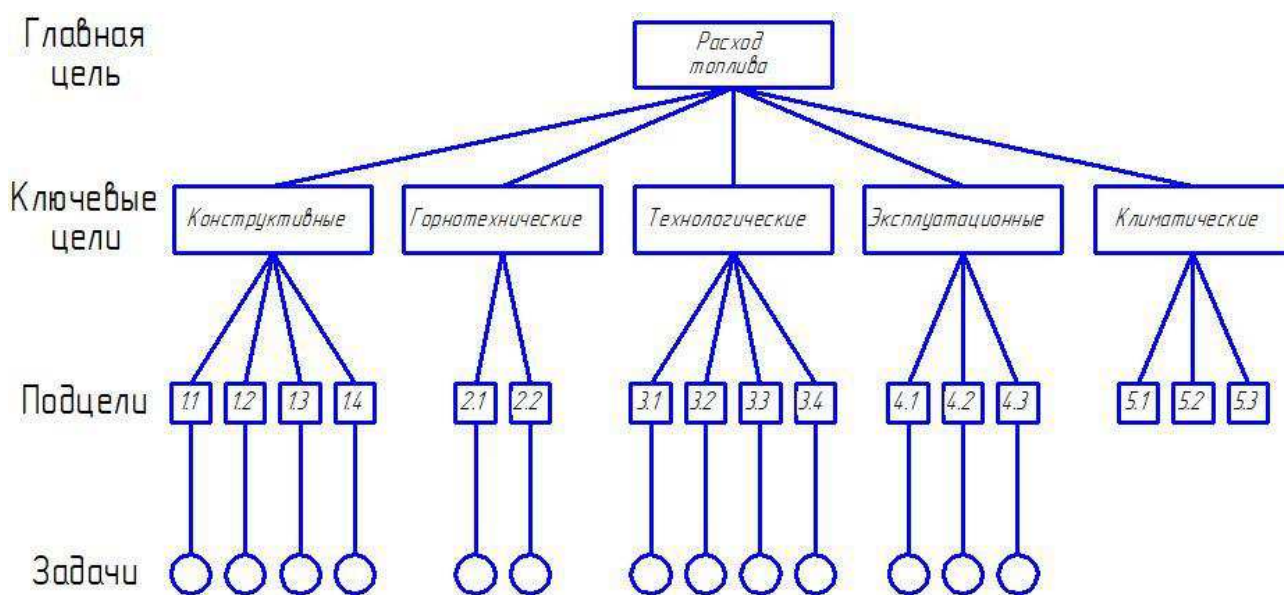


Рисунок 2.1 – Дерево целей

В таблице 2.1 представлены параметры основывающие факторы влияющие на расход топлива.

Таблица 2.1 – Параметры-подцели

Фактор	№ Параметра	Параметр
Конструктивный	1.1	Совершенство конструкции транспортного средства
	1.2	Грузоподъемность
	1.3	Параметры шин
	1.4	Конструкция дорожных покрытий
Горнотехнический	2.1	Глубина разработки
	2.2	Плечо перевозки
Технологический	3.1	Число и радиус поворотов
	3.2	Величина уклонов, ‰
	3.3	Протяженность наклонных участков и их количество
	3.4	Степень использования грузоподъемности
Эксплуатационный	4.1	Степень износа двигателя
	4.2	Давление крупногабаритных шин
	4.3	Рациональные приемы вождения
Климатический	5.1	Температура окружающего воздуха
	5.2	Протяженность сезонов года
	5.3	Количество осадков

Оценив вышеизложенные факторы исключим из их числа конструктивные и горнотехнические. Данные факторы были исключены по причине отсутствия возможности на них повлиять, так как мы не имеем возможности изменить конструктивные особенности самосвала, существующую конструкцию дорожных покрытий, глубину ведения разработки и плечо транспортирования.

Примем к анализу оставшиеся факторы, а именно технологические, эксплуатационные и климатические.

Применяемый в данном пункте графический материал представлен на листе графической части №2.

2.2 Анализ расхода топлива при полной грузоподъемности

Проанализируем расход топлива при полной грузоподъемности. Для анализа будем использовать данные по расходу топлива за 14 месяцев в период с января 2020 года по февраль 2021 года. В таблице 2.2 приведены исходные данные для анализа (в качестве примера представлен январь 2020 года).

Таблица 2.2 – Исходные данные

Гаражный №	Объем работ, тыс. т. км.	Объем ДТ, тонн			Удельный расход, гр/тн. км				Ср. вес, т.	Вып. стат. нагр., %	Кол-во рейсов	Ном. груз.
		норма	факт	откл. +/-	норма	факт	откл. +/-	откл. %				
112	416,2	36,5	39,7	3,2	87,8	95,4	7,6	109	110	85	1941	130
113	440,7	39,2	39,7	0,5	88,9	90,1	1,2	101	118	91	1778	130
114	470,5	40,9	44,5	3,6	87,0	94,7	7,7	109	120	92	1902	130
117	496,5	43,1	43,9	0,8	86,8	88,5	1,7	102	122	94	1912	130
118	457,0	49,8	40,5	-9,3	108,9	88,6	-20,3	81	120	92	1652	130
119	463,4	49,3	40,8	-8,5	106,3	88,0	-18,3	83	118	91	1589	130

Окончание таблицы 2.2 – Исходные данные

120	479,9	51,6	40,3	-11,3	107,6	83,9	-23,7	78	121	93	1582	130
201	1010,8	78,3	71,8	-6,5	77,5	71,0	-6,5	92	222	101	1858	220
202	970,2	75,5	66,7	-8,8	77,8	68,8	-9,0	88	222	101	1714	220
203	1043,5	80,4	72,8	-7,6	77,0	69,8	-7,2	91	220	100	2041	220
204	1038,0	80,0	73,1	-6,9	77,0	70,4	-6,6	91	222	101	1995	220
205	1021,3	78,7	74,5	-4,2	77,0	72,9	-4,1	95	218	99	2036	220
207	999,2	77,0	74,8	-2,2	77,1	74,8	-2,3	97	219	100	2009	220

Используя значения нормы удельного расхода топлива, средний вес перевозимой горной массы и номинальную грузоподъемность проведем пропорциональный расчет и определим расход топлива при полной загрузке платформы.

В таблице 2.3 представлены полученные значения.

Таблица 2.3 – Значения расхода топлива при номинальной грузоподъемности за 14 месяцев, %

Гаражный № БелАЗ	Значения превышения/выполнения нормы расхода топлива													
	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Январь 2021	Февраль 2021
112	118,2	121,5	123,8	136,8	121,5	114,0	144,4	127,5	144,4	0,0	0,0	102,4	100,8	0,0
113	110,2	109,2	113,0	138,3	121,5	114,0	146,1	119,3	134,0	119,3	111,1	103,2	101,6	103,2
114	108,3	115,0	123,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	114,0	112,1
117	106,6	112,1	130,0	138,3	107,4	139,8	0,0	0,0	0,0	128,7	0,0	105,7	100,8	105,7
118	108,3	107,4	107,4	106,6	0,0	116,1	109,2	104,8	104,0	104,8	106,6	105,7	104,8	108,3
119	110,2	111,1	110,2	108,3	110,2	109,2	117,1	107,4	103,2	103,2	102,4	104,0	103,2	109,2
120	107,4	106,6	106,6	105,7	106,6	104,8	107,4	108,3	104,8	105,7	105,7	105,7	103,2	108,3
201	99,1	98,2	102,8	103,8	101,9	99,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	102,3	101,4	100,5
202	99,1	97,8	97,3	99,5	97,8	98,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	99,5	97,8	99,1
203	100,0	99,1	98,2	100,5	99,1	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	99,5	103,3
204	99,1	98,7	98,2	99,5	99,5	98,2	102,8	98,2	100,9	101,9	98,2	101,9	100,9	99,1
205	100,9	101,4	100,0	100,5	99,5	100,9	103,8	99,1	101,4	102,3	99,1	102,3	100,5	100,9
207	100,5	100,5	98,7	100,9	99,5	100,0	104,8	101,4	101,4	101,9	99,5	103,3	0,0	0,0

Значение 0,0 – транспортное средство не эксплуатировалось;
Менее 100% – выполнение нормы;
Более 100% – превышение нормы.

Проанализировав полученные значения, определим, сколько месяцев в году автосамосвал выполняет нормативное значение по расходу топлива, а сколько месяцев превышает его. Значения представлены в таблице 2.4.

Таблица 2.4 – Значения выполнения норматива по расходу топлива

Гаражный №	Год ввода в эксп.	Год выпуска	Выполнение нормы с 100+0%			Выполнение нормы с 100+10%		
			Количество месяцев			Количество месяцев		
			Выполнение	Превышение	ТС не эксп.	Выполнение	Превышение	ТС не эксп.
112	2014	2013		11	3	2	9	3
113	2014	2013		14		5	9	
114	2014	2013		5	9	1	4	9
117	2016	2016		10	4	5	5	4
118	2017	2016		13	1	12	1	1
119	2017	2016		14		12	2	
120	2018	2018		14		14		
201	2018	2018	3	6	5	9		5
202	2018	2018	9		5	9		5
203	2018	2018	6	2	6	8		6
204	2018	2018	9	5		14		
205	2018	2018	4	10		14		
207	2018	2018	4	8	2	12		2

Проанализировав значения по расходу дизельного топлива при номинальной грузоподъемности, делаем вывод о том что степень использования грузоподъёмности оказывает влияние на расход топлива (при условии, что значение неполной загрузки не более 10%, а значение избыточной загрузки не превышает 20%).

На рисунке 2.2 представлена сравнительная диаграмма средних значений нормы расхода топлива и расхода топлива при полной грузоподъемности.

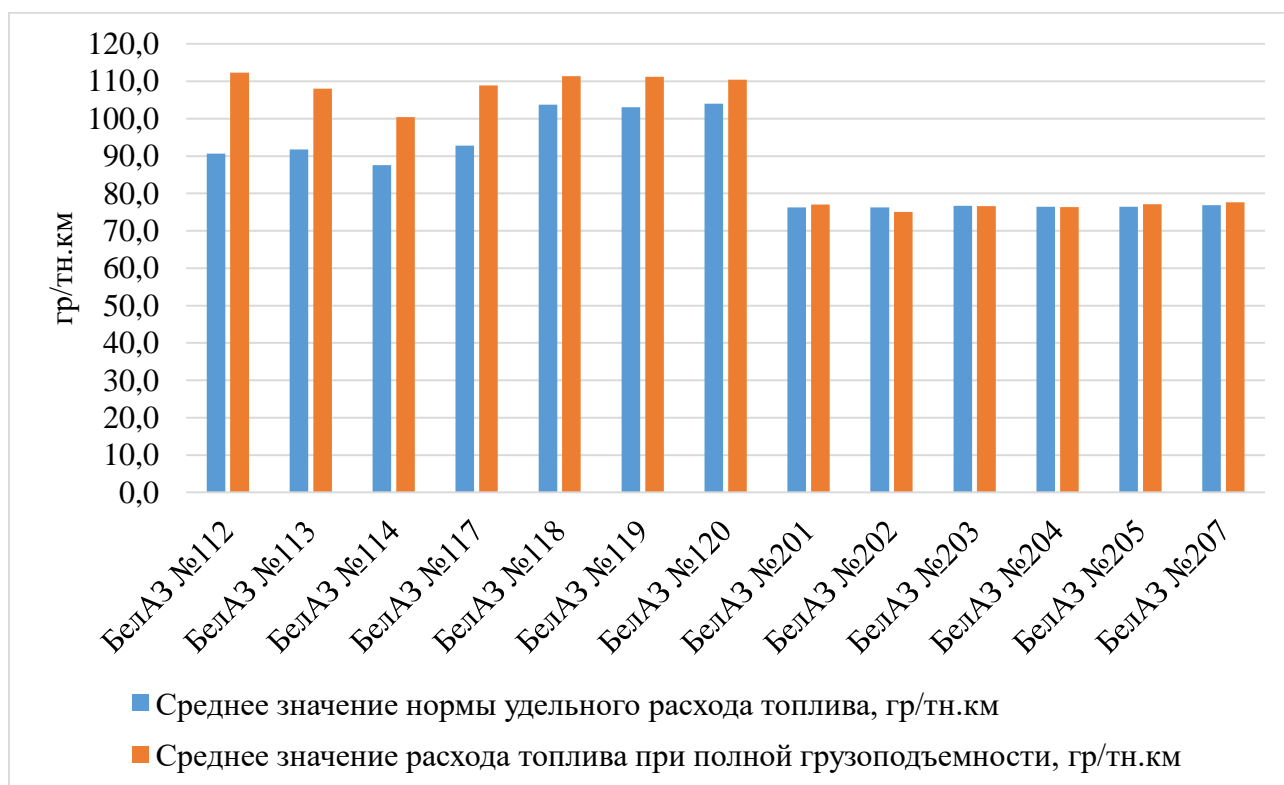


Рисунок 2.2 – Сравнительная диаграмма нормы по расходу топлива с расходом при полной грузоподъемности

Проанализировав данную диаграмму делаем следующие выводы: автосамосвалы БелАЗ модели 75131 превышают норму по расходу дизельного топлива, среднее, максимальное и минимальное превышение соответственно составляют 13,6%, 23,9%, 6,2%; автосамосвалы БелАЗ модели 75306 по результатам анализа показывают наилучшие показатели по соблюдению нормы расхода дизельного топлива, самосвалы с гаражными номерами №202, №203, №204 не превышают нормы, самосвалы №201, №205, №206 превышают норму на 1%, 0,9%, 1,03% соответственно.

Средний вес перевозимой горной массы за 14 месяцев с января 2020 по февраль 2021 года автосамосвалами БелАЗ 75131 и 75306 равен 116 тонн и 219 тонн соответственно.

По формуле 2.1 определяется удельный расход дизельного топлива

$$q = \frac{m_1}{m_2 \cdot l} \quad (2.1)$$

где m_1 – количество топлива, грамм;

m_2 – количество перевозимой горной массы, тонн;

l – плечо транспортировки.

При неизменном плече транспортировки между количеством топлива и количеством перевозимой горной массы устанавливается прямая зависимость. Снижая количество перевозимой горной массы возрастает удельный расход дизельного топлива. Повышая степень использования грузоподъемности больше номинального значения снижается ресурс техники.

Для выполнения нормы по расходу дизельного топлива необходимо достичь стопроцентного выполнения степени использования грузоподъемности, по возможности исключить неполную загрузку платформы.

Выполнение данных мер позволит снизить себестоимость эксплуатации автосамосвала и повысить его производительность.

Применяемый в данном пункте графический материал представлен на листе графической части №2.

2.3 Анализ влияния технологических дорог на расход дизельного топлива

Самосвал предназначен для эксплуатации по специально оборудованным дорогам, имеющим наибольший продольный уклон 60 – 80‰ (6 – 8%). При эксплуатации самосвала на дорогах с затяжными продольными уклонами более 60‰ (6 %) должны быть предусмотрены вставки с уменьшенными продольными уклонами (20‰ (2 %) и менее) или горизонтальные участки длиной не менее 50 м через каждые 600 м дороги с затяжным уклоном.

Дороги должны быть рассчитаны на пропуск самосвалов БелАЗ 75131 и 75306 с осевой массой не менее 170000 и 275000 кг соответственно.

Дороги, а так же площадки для загрузки и разгрузки самосвала, должны соответствовать требованиям СНиП 2.05.07, требованиям «Единых правил безопасности при разработке месторождений полезных ископаемых открытым способом» и «Правил безопасности при разработке угольных месторождений открытым способом».

Поверхность покрытия карьерных дорог должна быть ровной. Ровность поверхности дорог (просвет под рейкой длиной $(3 + 0,05 \text{ м})$ должна соответствовать требованиям СНиП 3.06.03 при критериях оценки «хорошо» (просвет не должен превышать 2,5 см).

Если на участке длиной, равной базе самосвала, имеется пять неровностей глубиной от 3 до 5 см или одна неровность глубиной до 10 см, с размерами в плане, превышающими пятно контакта шин, скорость движения самосвала на этих участках не должна превышать 25 км/ч. При увеличении количества неровностей скорость движения должна поддерживаться от 15 до 20 км/ч.

На участках дорог с неровностями глубиной 10 см и более и участках проездов в забоях и на отвалах с неровностями глубиной более 20 см, при размерах, указанных выше, эксплуатация самосвала должна быть запрещена.

За период сбора данных для анализа и прохождения преддипломной практики были хронометрированы показатели работы из кабины самосвала, дана оценка состояния дорожного покрытия и произведен опрос водителей об основных существующих недостатках и мерах по их устранению.

На предприятии ООО «Восточно – Бейский разрез» карьерные дороги разделяют на 3 типа основные, отвальные и забойные соответственно.

Схема карьерных автодорог представлена на рисунке 2.3.



Рисунок 2.3 – Схема карьерных автодорог предприятия ООО «Восточно – Бейский разрез»

По типу применяемого материала дороги являются грунтовыми, состояние дорог оценивается как удовлетворительное, в основании дорог лежит горная масса. Вставки с уменьшенными продольными уклонами отсутствуют.

Протяженность автомобильных дорог представлена в таблице 2.5.

Таблица 2.5 – Протяженность автомобильных дорог

Тип	Протяженность, км
Основные	6,4
Отвальные	1,5
Забойные	1,3

Для поддержания оптимального состояния дорог в карьере непрерывно работают грейдеры и бульдозеры для разравнивания грунта, планирования полотна, обочины и зачистки дорог от просыпей (горной массы) которые могут повредить КГШ самосвала.

Величина уклонов, состояние и тип дорожного покрытия являются основными факторами определяющими скорость движения самосвала и темп рабочего цикла соответственно.

При неудовлетворительном состоянии дорог водитель самосвала вынужден сбрасывать скорость и маневрировать, что не всегда возможно реализовать при встречном разъезде.

Используя значения фактических уклонов автодорог по которым передвигаются самосвалы, полученных на основании проверки от 2020 года, определим величины среднего, максимального и минимального уклонов.

Характеристики автодорог представлены в таблице 2.6.

Таблица 2.6 – Характеристики дорог для передвижения самосвалов БелАЗ

№ п/п	Наименование дороги	Длина дороги, м	Проектная ширина, м	Фактическая ширина, м	Проектный продольный уклон, ‰	Фактический продольный уклон, ‰
1	Первая транспортная, линии 09-65	4051	25	от 16 до 26	80	до 90 (л 1-2 и 46-47)
2	Вторая транспортная, линии 06-65	3840	25	от 16 до 26	80	до 90
3	Третья транспортная, линии 02-22	1314	25	от 26 до 28	80	до 90 (л 01-1); до 120 (12-16)
4	Въездная, линии 09-59	3700	25	от 20 до 26	80	до 80
5	Перемычка, линия 43	724	25	от 18 до 35	80	до 120
6	Отвальная – 5, линии 69-80	1259	25	от 18 до 26	80	до 75
7	Отвальная – 4, линии 47-66	1618	25	от 15 до 26	80	до 75
8	Центральная, линии 15-51	1850	25	от 20 до 26	80	до 100 (л 15-17); до 130 (л 44-46)
9	ПК0 до ПК18+90.03, линии 5-15	1906	25	от 26 до 30	80	до 110 (л 4-9); до 90 (л 17-18)
10	Вторая транспортная, линии 10-65	2954	25	от 13 до 30	80	80-100 (л 50-61)
11	Третья транспортная, линии 07-25	1743	25	от 14 до 42	80	80-100 (л 03-17)

Окончание таблицы 2.6 – Характеристики дорог для передвижения самосвалов БелАЗ

12	Центральная, линии 18-40	1146	25	от 16 до 22	80	100 (л 19-20)
13	Восточная, линии 40-51	695	25	от 9 до 28	80	90-100 (л 45-50)
14	Отвальная – 2, линии 010-020	1220	21,5	от 19 до 30	80	100 (л 13-14)
15	Отвальная – 4, линии 65-77	964	21,5	от 18 до 26	80	80
16	Отвальная – 5, линии 65-80	534	21,5	от 20 до 33	80	40
17	Отвальная – 6, линии 34-67	1944	21,5	от 20 до 30	80	90 (л 35)
18	Отвал ДСК 1, линии 011-11	1357	21,5	от 16 до 40	80	70
19	Отвал ДСК 2, линии 020-09	1220	21,5	от 16 до 36	80	70
20	Въездная, линии 020-09	1454	21,5	от 11 до 30	80	90-100 (л 9-10)

Проанализировав значения таблицы 2.6 средняя, максимальная и минимальная величины уклонов равны: 55, 130 и 40% соответственно.

При формировании и расчете нормы расхода дизельного топлива учитывают максимальное значение преодолеваемого уклона, при фактическом значении уклона более 60 – 80% (согласно руководству по эксплуатации), автосамосвал помимо расхода топлива на движение по прямолинейной траектории, расходует топливо на преодоление продольного уклона, что является следствием избыточного расхода топлива, низкой технической скорости и низкому темпу цикла.

Зависимость удельного расхода дизельного топлива от продольного уклона дороги представлена в таблице 2.7.

Таблица 2.7 – Зависимость удельного расхода топлива от продольного уклона дороги при перевозке пустой породы

Величина уклона, %	Удельный расход, гр/тн.км	
	БелАЗ 75131	БелАЗ 75306
0	57	59
5	59	60
10	62	61
15	65	62
20	68	64
25	73	66
30	79	70
35	86	73
40	91	77
45	99	80
50	107	84
55	116	89
60	125	95
65	133	101
70	144	107
75	153	115
80	164	123

Окончание таблицы 2.7 – Зависимость удельного расхода топлива от продольного уклона дороги при перевозке пустой породы

85	173	131
90	187	141
95	198	151
100	210	161

Оценив состояние дорожного полотна и проанализировав значения величин продольных уклонов, делаем вывод о том, что данные факторы оказывают влияние на расход дизельного топлива.

При средней величине уклона равной 55‰ превышение нормы по расходу топлива самосвала БелАЗ 75131 составляет 29,85 гр/тн.км и отклонение 134,65%, превышение нормы по расходу топлива самосвала БелАЗ 75306 составляет 13,25 гр/тн.км и отклонение 117,49%.

В качестве подтверждения зависимости расхода дизельного топлива от продольного уклона рассмотрим действующую транспортную дорогу номер 3. На рисунках 2.4, 2.5, 2.6, 2.7 представлен продольный профиль транспортной дороги номер 3.

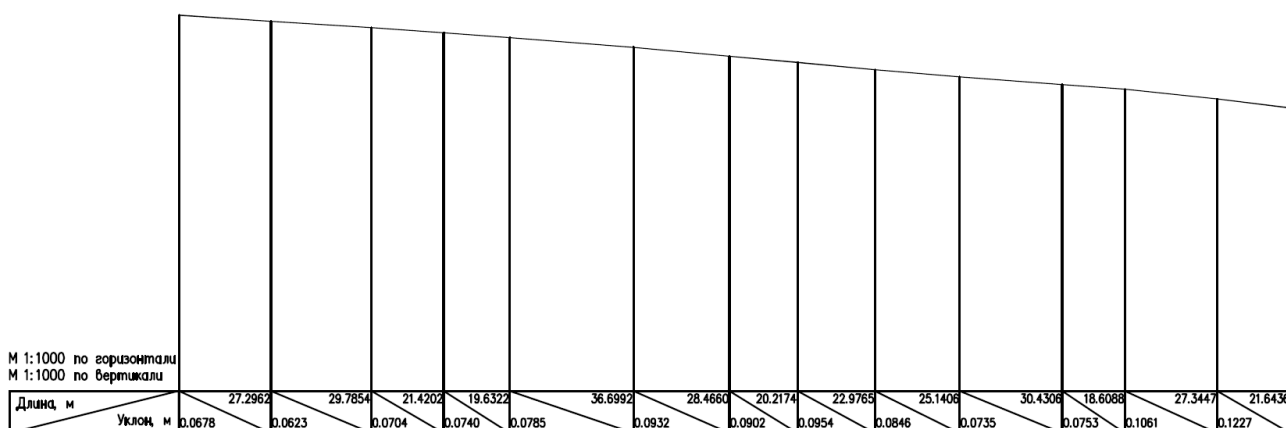


Рисунок 2.4 – Продольный профиль транспортной дороги №3

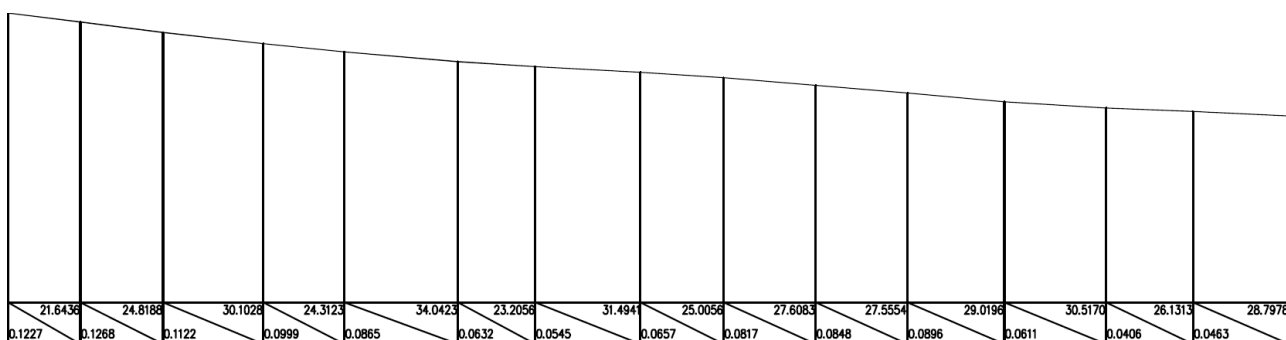


Рисунок 2.5 – Продольный профиль транспортной дороги №3

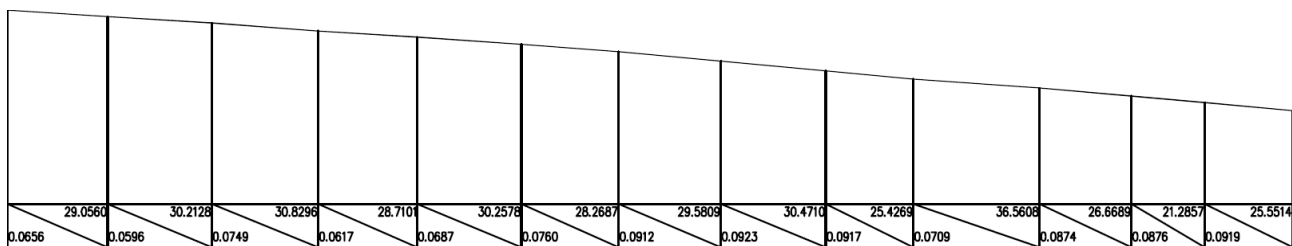


Рисунок 2.6 – Продольный профиль транспортной дороги №3

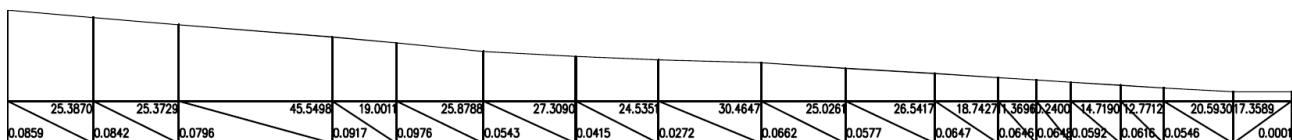


Рисунок 2.7 – Продольный профиль транспортной дороги №3

Длина участков транспортной дороги №3 и величина их продольного уклона представлена в таблице 2.8.

Таблица 2.8 – Характеристики дороги транспортная №3

№ п/п	Длина, м	Величина уклона, м	Величина уклона, ‰
1	17,3589	0,0001	0,1
2	20,5930	0,0546	54,6
3	12,7712	0,0616	61,6
4	14,7190	0,0592	59,2
5	10,2400	0,0648	64,8
6	11,3696	0,0646	64,6
7	18,7427	0,0647	64,7
8	26,5417	0,0577	57,7
9	25,0261	0,0662	66,2
10	30,4647	0,0272	27,2
11	24,5351	0,0415	41,5
12	27,3090	0,0543	54,3
13	25,8788	0,0976	97,6
14	19,0011	0,0917	91,7
15	45,5498	0,0796	79,6
16	25,3729	0,0842	84,2
17	25,3870	0,0859	85,9
18	25,5514	0,091	91
19	21,2857	0,0876	87,6
20	26,6689	0,0874	87,4
21	36,5608	0,0709	70,9
22	25,4269	0,0917	91,7
23	30,4710	0,0923	92,3
24	29,5809	0,0912	91,2
25	28,2687	0,076	76
26	30,2578	0,0687	68,7
27	28,7101	0,0617	61,7
28	30,8296	0,0749	74,9
29	30,2128	0,0596	59,6
30	29,0560	0,0656	65,6
31	28,7978	0,0463	46,3
32	26,1313	0,0406	40,6
33	30,5170	0,0611	61,1

Окончание таблицы 2.8 – Характеристики дороги транспортная №3

34	29,0196	0,0896	89,6
35	27,5554	0,0848	84,8
36	27,6083	0,0817	81,7
37	25,0056	0,0657	65,7
38	31,4941	0,0545	54,5
39	23,2056	0,0632	63,2
40	34,0423	0,0865	86,5
41	24,3123	0,0999	99,9
42	30,1028	0,1122	112,2
43	24,8188	0,1268	126,8
44	21,6436	0,1227	122,7
45	27,3447	0,1061	106,1
46	18,6088	0,0753	75,3
47	30,4306	0,0735	73,5
48	25,1406	0,0846	84,6
49	22,9765	0,0954	95,4
50	20,2174	0,0902	90,2
51	28,4660	0,0932	93,2
52	36,6992	0,0785	78,5
53	19,6322	0,074	74
54	21,4202	0,0704	70,4
55	29,7854	0,0623	62,3
56	27,2962	0,0678	67,8

Средний продольный уклон третьей транспортной автодороги составил 75‰.

26.05.2021 по транспортной дороге проходила перевозка угля самосвалами модели БелАЗ 75131, с гаражными номерами 117, 119, 120 по результатам двух 12 часовых смен были получены показатели работы самосвалов. Значения представлены в таблице 2.9.

Таблица 2.9 – Показатели работы самосвалов за рабочий день

Гаражный № БелАЗ	Объем ДТ, тонн			Удельный расход, гр/тн. км				Ср. вес, т.	Вып. стат. нагр., %	Кол-во рейсов	Ном. груз.	Объем работ, тыс. т.км	Плечо перевозки, км
	норма	факт	откл. +/-	норма	факт	откл. +/-	откл. %						
Смена 1													
117	0,7	0,7	0,1	99,4	107,3	7,9	108	113	87	22	130	6,9	3
119	0,8	0,8	0,0	99,4	100,6	1,1	101	113	87	23	130	7,7	
120	0,7	0,8	0,0	99,4	106,0	6,5	107	114	88	23	130	7,1	
Смена 2													
117	0,7	0,7	0	99,4	95,5	-3,9	96	117	90	21	130	7,2	2,9
119	0,7	0,7	0	97,8	96,7	-1,1	99	120	92	22	130	7,4	
120	0,7	0,7	0	98,2	95,6	-2,7	97	120	92	21	130	7,3	

Проанализировав показатели работы самосвалов БелАЗ 75131 с гаражными номерами 117, 119, 120 за 1 рабочий день делаем вывод о том, что значение отклонения от нормы по расходу дизельного топлива зависит от водителя самосвала и применяемых им рациональных приемов вождения. Для определения прямой зависимости расхода топлива от технологических дорог рекомендуется произвести аналогичные исследования для работы самосвалов БелАЗ на пустой породе; работы самосвалов БелАЗ 75306 при работе на угле и

пустой порода. Исследование рекомендуется проводить на всех транспортных дорогах.

Применяемый в данном пункте графический материал представлен на листе графической части №3.

2.4 Анализ влияния поворотных участков на расход дизельного топлива карьерных самосвалов БелАЗ.

Трасса угольного разреза в профиле состоит из элементов: подъемов (уклонов) горизонтальных участков, радиусов сопряжения наклонных и горизонтальных участков, пунктов примыкания транспортных коммуникаций.

Конфигурация карьера вытянута по простиранию залежей. Максимальный уклон для каждого вида транспорта устанавливается по условию безопасности эксплуатации (торможения и трогания с места).

Тип трассы является сложным так как она состоит из нескольких участков разного направления. При такой форме преобладает большое количество продольных дорог, прямолинейные участки соединяются поворотами. Повороты подразделяются на длинные затяжные не причиняющие вреда конструкции самосвала и резкие требующие разворота на 180° и применения вспомогательной тормозной системы.

Вспомогательная тормозная система предназначена для длительного поддержания необходимой скорости движения на спусках. В качестве вспомогательной тормозной системы на самосвале используется режим электрического торможения тягового электропривода.

Наличие вспомогательной тормозной системы позволяет повысить безопасность движения на дорогах, изобилующих спусками и подъемами.

Недопустимо эксплуатировать машину при неисправной вспомогательной тормозной системе, так как притормаживание машины на спусках рабочей тормозной системой приведет к перегреву дисков, усиленному износу накладок и последующему сокращению эффективности тормоза.

Для торможения самосвала или поддержания в определенных пределах скорости его движения на спуске необходимо отпустить педаль хода и нажать на педаль вспомогательной тормозной системы (электрический тормоз). Скорость движения задается водителем в зависимости от угла установки педали электрического торможения.

При преодолении самосвалом наклонных, поворотных участков водитель вынужден сбрасывать скорость, чтобы совершить маневр. Так же при встречном разъезде автосамосвалами узкого участка дороги, порожний должен выполнить остановку и пропустить груженный. На рисунке 2.8 представлен график изменения скорости самосвала при встречном разъезде. На рисунке 2.9 представлен график изменения скорости самосвала БелАЗ 75306 с гаражным номером 201 при объезде дорожных неровностей при выезде из забоя.

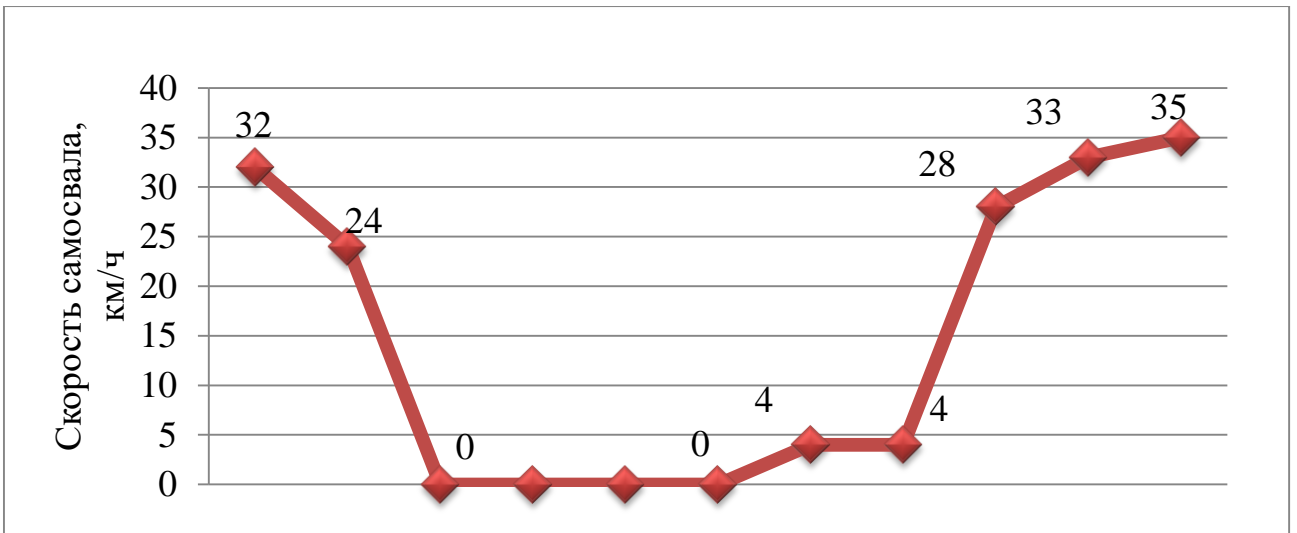


Рисунок 2.8 – График изменения скорости самосвала при встречном разъезде

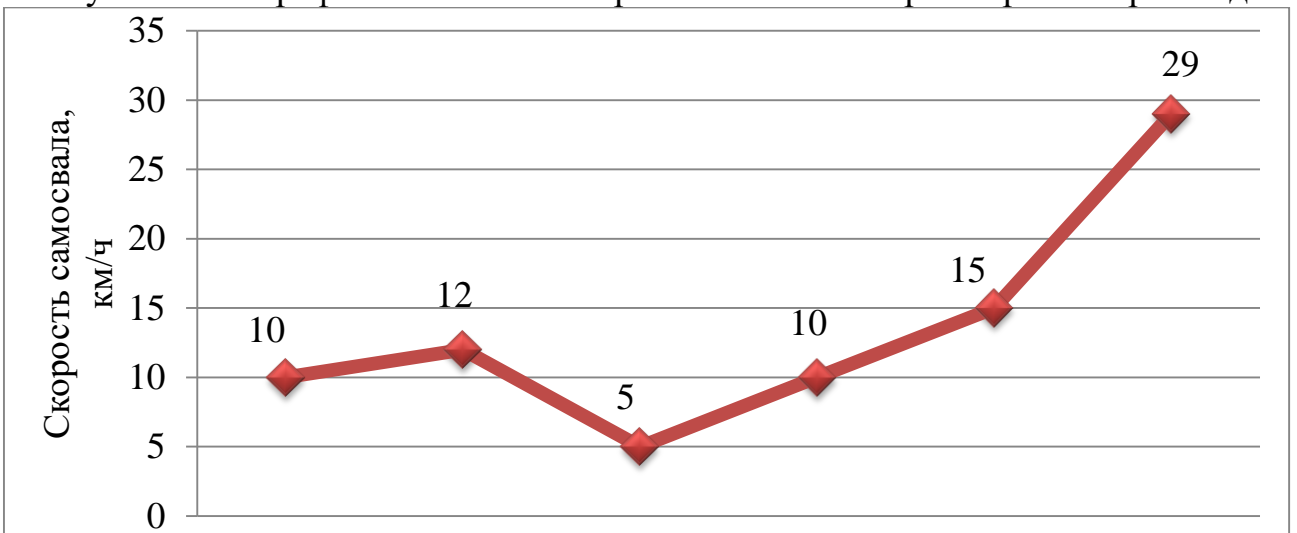


Рисунок 2.9 – График изменения скорости самосвала при объезде ямы

Для совершения вышеперечисленных маневров водитель самосвала вынужден применять динамический тормоз который осуществляется торможением тягового генератора, торможение тягового генератора реализуется его вращением в обратную сторону. На рисунке 2.10 представлен график изменения скорости самосвала БелАЗ 75131 с гаражным номером 116 при преодолении зауженного участка дороги.

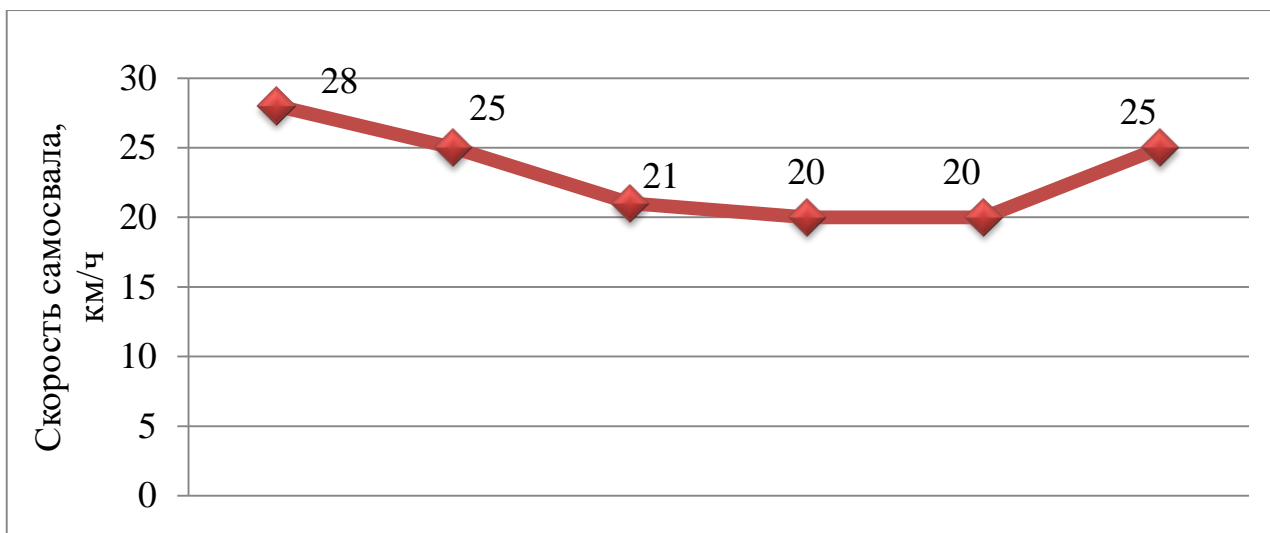


Рисунок 2.10 – График изменения скорости самосвала при преодолении зауженного участка дороги

Исходя из этого делаем вывод о том, что преодоление поворотов, спусков и применение динамического тормоза оказывает влияние на расход дизельного топлива, степень влияния зависит от особенностей дороги на которой работает автосамосвал.

Применяемый в данном пункте графический материал представлен на листе графической части №4.

2.5 Анализ влияния давления крупногабаритных шин на расход дизельного топлива.

На самосвал устанавливается шесть бездисковых колес, колеса передней оси – одинарные, ведущего моста – сдвоенные. Колеса крепятся к ступице при помощи прижимов и шпилек с гайками. Шины – бескамерные. Основными эксплуатационными характеристиками крупногабаритной шины являются: давление, температура и ТКВЧ.

При пониженном давлении в шинах возрастает расход дизельного топлива так как двигатель работает на большей мощности, для обеспечения заданного темпа перемещения. Это происходит из-за того, что увеличивается площадь контакта шины с дорожным полотном в следствии чего возрастает сопротивление качения.

Установлена зависимость чем больше вес транспортного средства, тем сильнее деформация шины при пониженном давлении. Исследования показали, что при 5% отклонении давления от нормы в низшую сторону затраты на топлива увеличиваются на 5-7%, при 10% отклонении – на 12-17%, при 25% отклонении – на 35%.

Самосвал на спущенных колесах медленнее реагирует на повороты руля и значительно хуже управляется, что, в конечном итоге может привести к аварийной ситуации.

В случаях, когда давление превышает нормативное, происходит снижение расхода дизельного топлива. Но при этом, контакт шин с дорогой становится меньше, уменьшается сопротивление качению и амортизационный эффект. В результате шина становится более жесткой, что существенно увеличивает нагрузку на подвески.

Давление напрямую влияет на срок службы шины, который может быть значительно меньше в случае снижения или превышения рекомендованного давления:

При снижении давления: происходит увеличение изгиба боковых частей шины, приводящего к повышению внутренней температуры и неравномерному износу.

При превышении давления: происходит преждевременный износ протектора, повышенная вероятность пореза или пробоя шины.

Для контроля давления КГШ на предприятии применяют системы фирм PressurePro и СКТ БелАЗ. Эксплуатационный опыт организации показал, что точность системы контроля телеметрической СКТ выше чем у системы PressurePro.

На электронной панели приборов в кабине водителя, отображается информация о величине давления в шинах самосвала, поступающая от датчиков, установленных на колесах. Так же информация о давлении в шинах передается линейному механику и инженеру контролирующему правильную эксплуатацию шин.

Для автоматического контроля эксплуатационных параметров шин карьерных самосвалов, регистрации даты и времени возникновения и устранения аварии инженер и механик применяют программу «АСД Карьер».

На рисунке 2.11 представлено окно оператора АСД Карьер.

Самосвал	Время	Переднее левое, бар	Переднее правое, бар	Заднее левое внешнее, бар	Заднее левое внутреннее, бар	Заднее правое внутреннее, бар	Заднее правое внешнее, бар
205	28.05.2021 16:29	7,79	7,86	7,79	7,79	7,65	7,79
203	28.05.2021 16:29	7,79	7,79	8,27	8,07	7,86	8,07
204	28.05.2021 16:28	7,45	7,45	8	7,65	7,86	8
201	28.05.2021 16:28	7,65	7,58	7,93	7,86	7,93	7,86
118	28.05.2021 15:16	6,41	6,62	6,55	6,55	6,48	6,55
113	28.05.2021 16:29	6,83	6,83	6,96	6,83	6,96	6,9
10	28.05.2021 16:29	0	0	0	0	0	0
117	28.05.2021 16:28	7,52	7,31	7,24	7,52	н/д	н/д
207	28.05.2021 16:29	7,79	7,86	7,86	7,86	8,07	7,93
119	28.05.2021 16:29	7,45	7,45	7,17	7,31	7,45	7,31
202	28.05.2021 16:29	7,52	7,58	7,65	7,65	7,65	7,86
112	28.05.2021 16:28	7,52	7,58	7,58	7,58	7,24	7,24
120	28.05.2021 16:27	7,58	7,79	7,79	7,72	7,72	7,79
7	28.05.2021 16:00	0	0	0	0	0	0
114	28.05.2021 16:29	7,38	7,31	7,38	7,24	7,52	7,38

- Давление в норме
- Давление на начало эксплуатации
- Самосвал не эксплуатируется
- 0 – Отключено электропитание самосвала
- Н/Д – нет связи с датчиком

Рисунок 2.11 – Окно оператора системы мониторинга АСД Карьер

В случае несоответствия давления в шинах допустимому рабочему диапазону, показания давления высвечиваются на панели красным светом и подается звуковой предупреждающий сигнал. При отсутствии информации о величине давления в каком-либо из колес необходимо воспользоваться манометром.

В обоих случаях инженер ответственный за эксплуатацию крупногабаритных шин обязан связаться с водителем и произвести остановку самосвала для проверки давления ручным манометром. Остановка самосвала может проводиться только в специально отведенных местах, в условиях карьера это площадка с компрессором, монтажная площадка или пункт передачи смены.

Основными причинами выхода шин из строя на предприятии являются порезы шин, отслоения и повреждения по беговой дорожке.

Доля внеплановых ремонтов самосвалов БелАЗ 75131 и 75306 за 2020 год связанных с манипуляциями над шинами составляет 15,9% и 21,9% соответственно. Отношение воздействий над шинами к общему количеству внеплановых ремонтов представлено на рисунках 2.12 и 2.13.



Рисунок 2.12 – Доля внеплановых ремонтов БелАЗ 75131



Рисунок 2.13 – Доля внеплановых ремонтов БелАЗ 75306

Под внеплановым ремонтом КГШ подразумевают проведение над колесом ряда операций для предотвращения его преждевременного отказа. Проводятся следующие воздействия: проверка и подтяжка крепежных соединений, проверка и доведение до нормы внутреннего давления в шинах, проверка технического состояния шин и ободьев. Так же для продления срока службы КГШ проблемное колесо демонтируют и производят замену на колесо из оборотного фонда. Дефектные крупногабаритные шины отправляются на ремонт в город Черногорск на ремонтно-механический завод. Организация ремонта на предприятии не целесообразна, так как отказ шин является редким и носит случайный характер.

Принимая во внимание политику ООО «Восточно – Бейский разрез» в эксплуатации крупногабаритных шин делаем вывод о том что давление крупногабаритных шин может оказывать влияние на расход топлива, но в рамках предприятия влияние данного фактора сведено к минимуму, благодаря применению современных систем и методов контроля за состоянием и эксплуатацией шин.

Применяемый в данном пункте графический материал представлен на листе графической части №5.

2.6 Анализ влияния климатических условий на расход дизельного топлива

Восточно – Бейский разрез расположен на территории Бейского района республики Хакасия.

Климат региона разнообразен, что обусловлено особенностями рельефа и географического положения, климат характеризуется как резко континентальный с жарким летом и холодной зимой. Максимальная амплитуда колебаний температуры превышает 80°C.

Для региона традиционно неравномерное распределение осадков в течении года, относительно небольшая толщина снежного покрова, обильные снегопады в горах и ливневые осадки в летний период, вызывающие развитие паводков. Нередко наступают периоды засухи сопровождающиеся сильными ветрами.

Климатические факторы оказывают значительное влияние на процесс транспортировки и проведение работ по добыче угля в целом, что обусловлено резко континентальным климатом региона. Частые и обильные дожди, раннее наступление холодов сопровождающиеся атмосферными осадками и высокая амплитуда температуры.

Транспортировка горной массы по технологическим дорогам может проводиться в условиях выпадения дождевых осадков при наличии водоотводных канав и твердых дорожных одеждах устойчивых к вымыванию.

В условиях предприятия решение об остановке работы самосвалов выносятся исходя из силы и обильности дождя. Работа по перевозке горной массы может продолжаться при мелком морозящем дожде не причиняющем вреда дорожному полотну. Работу приостанавливают при сильных, затяжных и

ливневых дождях которые разрушают карьерные дороги. Последствия дождя в виде скопления воды – луж, так же препятствуют работе по транспортировке.

На предприятии ООО «Восточно – Бейский разрез» в качестве основания карьерных дорог применяют горную массу, в зависимости от фракции, горная масса может поддаваться процедуре дробления. В качестве дорожной одежды применяют глинистые грунты. Вставки для снижения максимального продольного уклона не выполняются.

Среднее значение продольных уклонов дорог равно 55%, в связи с преобладанием продольных участков с определенными уклонами происходит вымывание верхних слоев дорожной одежды, так как дождевой воде не удается задерживаться на дорожном полотне.

В процессе разрушения дорожного полотна увеличивается вероятность наезда самосвалом на основание дороги, что как следствие приводит к порезам шин самосвала. При транспортировке горной массы нельзя допускать наезда на лужи, так как под слоем воды могут скрываться просыпи или грунт лежащий в основании дороги, при наезде на который возможно повреждение КГШ.

Во время дождевых осадков приостанавливается перевозочный процесс, с целью сокращения избыточного расхода топлива обусловленного следующими параметрами: выполнение нулевого пробега горнотранспортного оборудования до забоя экскаватора; попытка совершить езду; преодоление сопротивления скользкому грунту – пробуксовка; ожидание окончания осадков и восстановления перевозочного цикла (работа двигателя самосвала на холостых оборотах); перегонка транспорта.

В июле 2019 года сотрудниками Челябинского научно-исследовательского института эффективности и безопасности горного производства было проведено исследование эффективности использования труда водителей и автосамосвалов ООО «Восточно – Бейский разрез». В ходе исследования была установлена зависимость влияния погодных условий на расход топлива самосвалами БелАЗ 75306. Диаграмма представлена на рисунке 2.14.

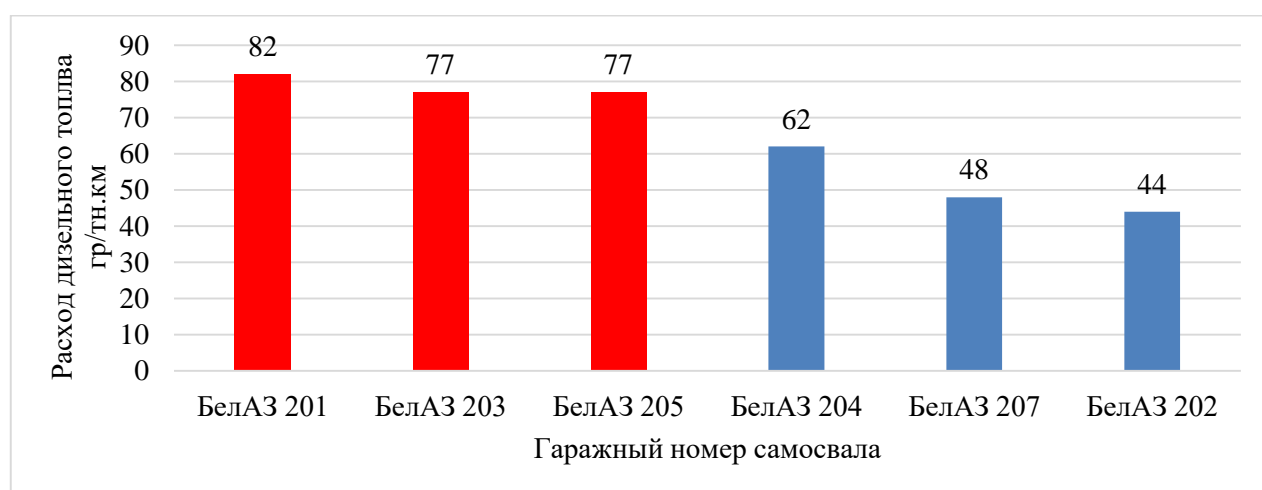


Рисунок 2.14 – Расход дизельного топлива при работе в разных климатических условиях

На диаграмме столбцы красного и синего цвета свидетельствуют о работе самосвала в дождь и без дождя соответственно. Самосвалы работающие в дождь расходуют большее количество топлива.

В зимний период расход топлива автосамосвала возрастает в связи с прогревами техники и редкими остановками двигателя. Дизельный агрегат самосвала в зимний период предпочитают не глушить, так как есть вероятность не запустить двигатель обусловленную свойствами дизельного топлива.

В летний период увеличенный расход дизельного топлива обусловлен обедненностью топливовоздушной смеси, что вызвано высокой температурой воздуха. Так же в жаркую сухую летнюю погоду воздушный фильтр транспорта подвержен избыточному запылению, которое так же влияет на состав топливовоздушной смеси.

Применяемый в данном пункте графический материал представлен на листе графической части №6.

2.7 Анализ влияния технического состояния самосвала на расход дизельного топлива.

Техническое состояние автомобиля и в особенности двигателя, трансмиссии и ходовой части оказывает заметное влияние на расход топлива. В мире около 30% подвижного состава имеют повышенный расход топлива из-за различных технических неисправностей или недостаточной квалификации технического персонала и водителей.

Увеличение наработки автомобиля неизбежно связано с закономерным изменением основных регулировочных параметров двигателя и технического состояния его узлов и систем, влияющих на стабильность и качество распыления топлива, на воспламенение горючей смеси и расход топлива.

Отказы по основным агрегатам и системам автомобиля, влияющие на расход топлива, распределяются следующим образом: система питания, двигатель, система зажигания и трансмиссия.

С целью определения степени влияния технического состояния самосвалов БелАЗ на расход топлива был проведен анализ внеплановых ремонтов за 2020 год. На предприятии виды внеплановых ремонтов подразделяют на 19 групп, название данных групп и доля их влияния представлена в таблице 2.10.

Таблица 2.10 – Доля внеплановых ремонтов самосвалов БелАЗ 75131, 75306

БелАЗ 75131			БелАЗ 75306		
№ п/п	Вид ремонта	Доля, %	№ п/п	Вид ремонта	Доля, %
1	Прочие	18,2	1	Шины	21,9
2	ДВС	15,9	2	Электрооборудование	18,3
3	Шины	15,9	3	Прочие	10,1
4	Электрооборудование	14,2	4	Подвеска	8,3
5	Сварочные работы	9,1	5	ДВС	6,5
6	РВД	4,6	6	Сварочные работы	6,5

Окончание таблицы 2.10 – Доля внеплановых ремонтов самосвалов БелАЗ 75131, 75306

7	Система охлаждения	3,4	7	Система охлаждения	5,3
8	Пневмосистема	2,8	8	РМК	4,7
9	РМК	2,8	9	Тяговый генератор	3,6
10	Кузов	2,3	10	Электродвигатель мотор колеса	4,1
11	Топливная система	2,3	11	РВД	3,0
12	Подвеска	2,3	12	Пневмосистема	1,8
13	Электродвигатель мотор колеса	1,7	13	Динамика	1,8
14	Динамика	1,7	14	Тормозная система	2,4
15	Рама	0,6	15	Гидросистема	0,6
16	Тяговый генератор	0,6	16	Рулевое	0,6
17	Рулевое	0,6	17	Топливная система	0,6
18	Гидросистема	0,6	18	Рама	0,0
19	Тормозная система	0,6	19	Кузов	0,0

Сотрудниками предприятия обслуживающими самосвалы были определены четыре группы оказывающие влияние на расход дизельного топлива, такие как двигатель внутреннего сгорания, электрооборудование, электродвигатель мотор колеса и тяговый генератор. На рисунках 2.15 и 2.16 представлены круговые диаграммы долей внеплановых ремонтов самосвалов БелАЗ 75131 и 75306.

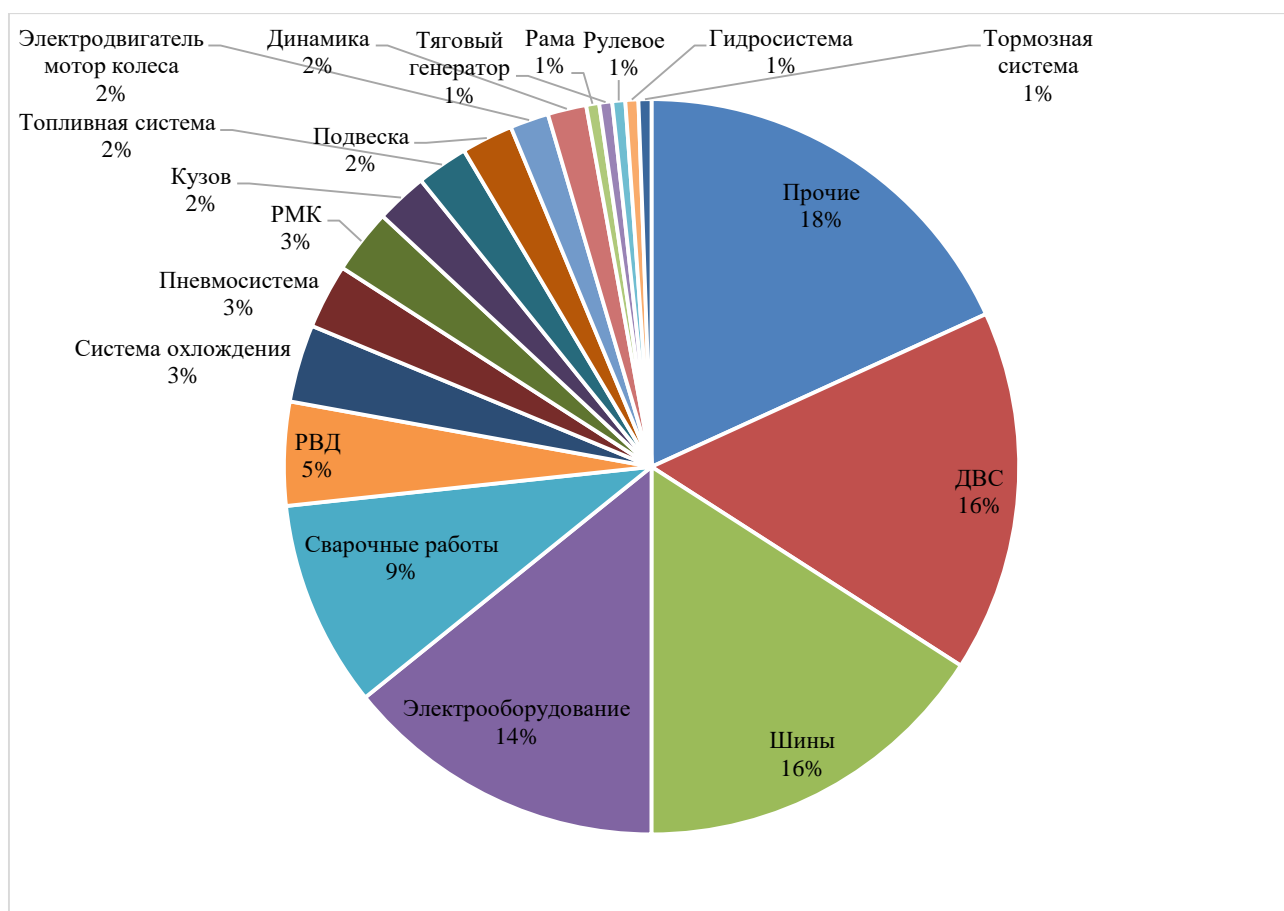


Рисунок 2.14 – Доля внеплановых ремонтов БелАЗ 75131

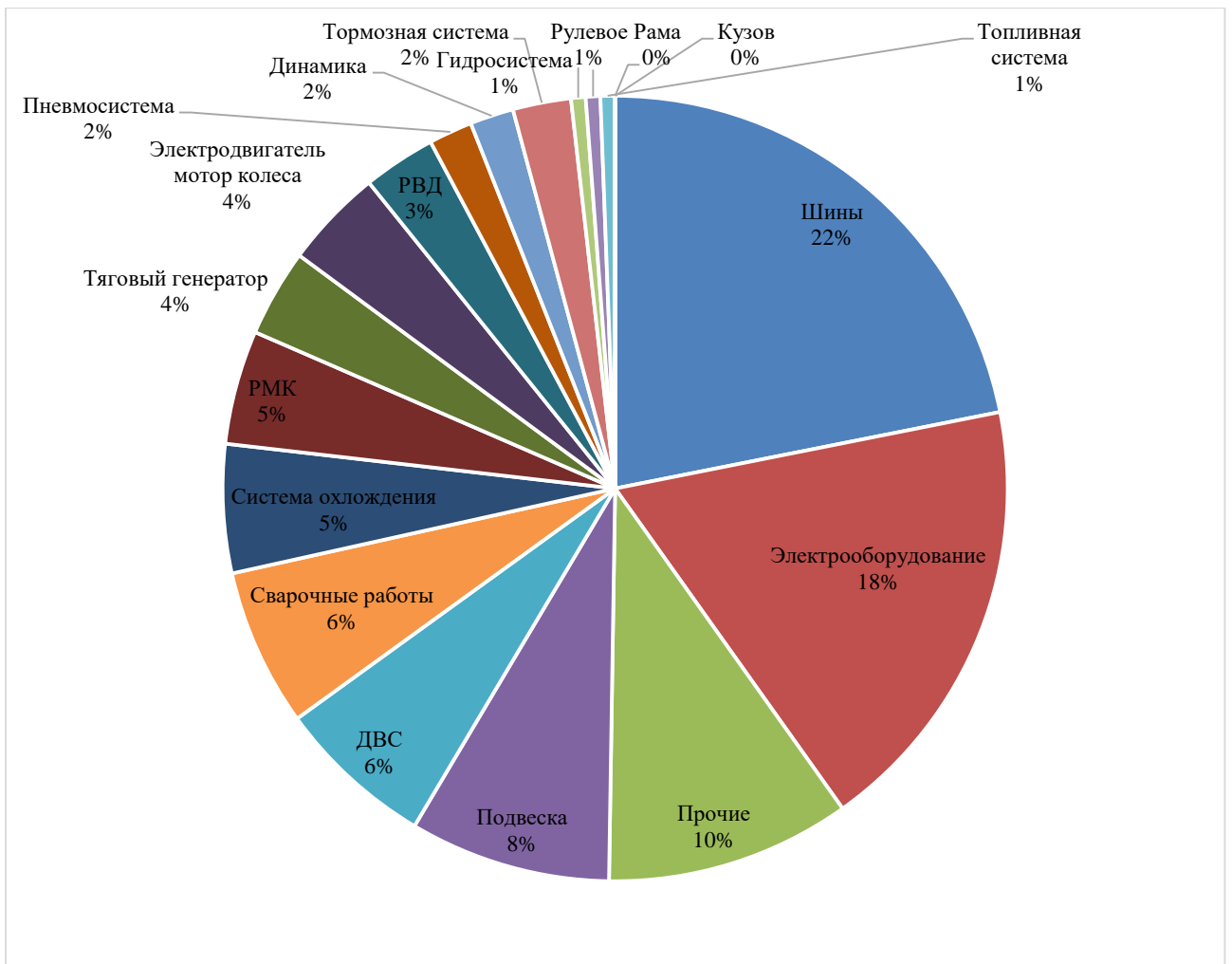


Рисунок 2.15 – Доля внеплановых ремонтов БелАЗ 75306

В таблице 2.10 и на диаграммах представленных на рисунках 2.14, 2.15 наглядно видно, что группы оказывающие влияние на расход топлива такие как «Двигатель внутреннего сгорания» и «Электрооборудование» занимают наибольшие значения среди других видов технических воздействий. Значения влияния групп «Электродвигатель мотор колеса» и «Тяговый генератор» не превышают 3,6%.

На основании полученных результатов сотрудникам служб отвечающих за техническое обслуживание и ремонт предлагается вести более тщательный учет всех технических воздействий над горнотранспортным оборудованием. С целью установления наиболее распространенных манипуляций по ремонту тех или иных агрегатов самосвала.

Примерная форма учета внеплановых ремонтов разработанная в программе «Microsoft Excel» представлена на рисунке 2.16.

Наименование оборудования	Гаражный номер	КФВ, час		Внеплановые простои Август 2021, час							Э	
				ДВС	Электрооборудование	Рама	Кузов	Тяговый генератор	РМК	Рулевое		
БелАЗ 75131	№101	план	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	
		факт	0:00:00	3:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00
БелАЗ 75131	№107	план	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	
		факт	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00
БелАЗ 75131	№111	план	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	
		факт	0:00:00	0:00:00	6:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	20:00:00	
БелАЗ 75131	№104	план	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	
		факт	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	15:00:00	0:00:00	
БелАЗ 75131	№112	план	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	
		факт	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	
БелАЗ 75131	№113	план	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	
		факт	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	2:00:00	0:00:00	0:00:00	
БелАЗ 75131	№114	план	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	
		факт	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	
БелАЗ 75131	№117	план	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	
		факт	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	

Рисунок 2.16 – Окно оператора фиксирующего причину внепланового ремонта

Обязательными полями к заполнению являются фактическое время выполнения ремонта, для подсчета суммарного времени простоя самосвала в зоне ремонта за месяц и определения коэффициента технической готовности. Так же необходимо выполнять стандартизированное примечание о виде выполняемых операций например, как на рисунке 2.16 «Замена электромагнитного контактора типа МК-6». Применение данной формы позволит сотрудникам осуществляющим проведение ТО и Р анализировать наиболее частые виды технических воздействий за неделю, месяц и год с целью дальнейшей обработки информации.

На основании полученных результатов предлагается произвести более детальный анализ групп оказывающих влияние на расход дизельного топлива: двигатель внутреннего сгорания, электрооборудование, электродвигатель мотор колеса и тяговый генератор.

Применяя стандартизированную форму фиксации причин внеплановых отказов, выявить наиболее частые виды технических воздействий среди узлов и агрегатов самосвала оказывающих влияние на расход дизельного топлива, для установления зависимости между выполняемой операцией и повышенным расходом дизельного топлива.

Применяемый в данном пункте графический материал представлен на листе графической части №6.

3 Повышение производительности карьерных автосамосвалов марки БелАЗ

3.1 Анализ факторов влияющих на производительность самосвала

Основным технико-эксплуатационным показателем машин является их производительность.

Производительность – это количество продукции, которую самосвал перевозит за единицу времени, выражается количеством продукции в тоннах за единицу времени. Производительность подвижного состава за одну смену в тоннах определяется по формуле 3.1

$$U = \frac{T_n \cdot q \cdot \gamma_c \cdot \beta \cdot V_T}{l_{ег} + t_{п-р} \cdot \beta \cdot V_T} \quad (3.1)$$

где T_n – время нахождения в наряде;
 q – номинальная грузоподъемность;
 γ_c – коэффициент использования грузоподъемности;
 β – коэффициент использования пробега;
 V_m – средняя техническая скорость;
 $l_{ег}$ – плечо транспортировки;
 $t_{п-р}$ – время ожидания под погрузкой - разгрузкой.

Проведем анализ формулы 3.1 и определим влияние каждого параметра на производительность самосвала. Результаты анализа представлены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Факторы влияющие на производительность подвижного состава

№ п/п	Параметр	Степень влияния
1	T_n – время нахождения в наряде	Неизменный параметр, время нахождения в наряде составляет $T_n=12$ ч
2	q – номинальная грузоподъемность	Неизменный параметр составляет 130 и 220 тонн соответственно
3	γ_c – коэффициент использования грузоподъемности	Оказывает влияние
4	β – коэффициент использования пробега	Не оказывает влияния
5	V_m – средняя техническая скорость	Оказывает влияние
6	$l_{ег}$ – плечо транспортировки	Неизменный параметр, задается в начале рабочей смены. Исключение: разгрузка угля в сортировочный пункт или штабель; разгрузка пустой породы в отвал или для отсыпки дорог.
7	$t_{п-р}$ – время ожидания под погрузкой - разгрузкой	Оказывает влияние

В ходе выполнения анализа было выявлено, что на производительность самосвала БелАЗ оказывают влияние следующие факторы: коэффициент использования грузоподъемности, средняя техническая скорость и время ожидания под погрузкой – разгрузкой.

Для определения степени производительности необходимо произвести оценку основных показателей работы по перевозке горной массы.

Применяемый в данном пункте графический материал представлен на листе графической части №7.

3.2 Хронометраж показателей работы самосвала при перевозке горной массы

За период прохождения преддипломной практики и сбора данных для написания выпускной квалификационной работы были проведены замеры показателей работы самосвала при транспортировке угля и пустой породы самосвалами БелАЗ 75131. Результаты полученных замеров представлены в таблицах 3.2 и 3.3.

Таблица 3.2 – Хронометраж показателей работы самосвала БелАЗ 75131 №117 при работе на угле под экскаватором Komatsu PC3000

№ п/п	Выполняемая операция	Время выполнения, мин
Ездка №1		
1	Движение на погрузку	5,1
2	Ожидание погрузки	8,5
3	Погрузка под экскаватором Komatsu PC3000	4,3
4	Движение на весовой контроль	8,5
5	Весовой контроль (125 тонн)	1,0
6	Движение на разгрузку в сортировочный пункт	2,5
7	Разгрузка	0,4
Ездка №2		
1	Движение на погрузку	7,14
2	Ожидание погрузки	7,0
3	Погрузка под экскаватором Komatsu PC3000	5,1
4	Движение на весовой контроль	8,46
5	Весовой контроль (119 тонн)	0,23
6	Движение на разгрузку в сортировочный пункт	2,3
7	Разгрузка	0,4
Ездка №3		
1	Движение на погрузку	6,23
2	Ожидание погрузки	2,4
3	Погрузка под экскаватором Komatsu PC3000	4,3
4	Движение на весовой контроль	8,4
5	Весовой контроль (121 тонн)	1,15
6	Движение на разгрузку в сортировочный пункт	1,40
7	Разгрузка	0,4

Окончание таблицы 3.2 – Хронометраж показателей работы самосвала БелАЗ 75131 №117 при работе на угле под экскаватором Komatsu PC3000

Ездка №4		
1	Движение на погрузку	6,15
2	Ожидание погрузки	0
3	Погрузка под экскаватором Komatsu PC3000	3,5
4	Движение на весовой контроль	8,2
5	Весовой контроль (119 тонн)	1
6	Движение на разгрузку в штабель	0,55
7	Разгрузка	0,4

Таблица 3.3 – Хронометраж показателей работы самосвала БелАЗ 75131 №118 при работе на пустой породе под экскаватором Komatsu PC1250

№ п/п	Выполняемая операция	Время выполнения, мин
Ездка №1		
1	Движение на погрузку	–
2	Ожидание погрузки	0
3	Погрузка под экскаватором Komatsu PC1250	5,08
4	Движение на разгрузку в отвал	11,04
5	Разгрузка (156 тонн)	0,4
Ездка №2		
1	Движение на погрузку	5,3
2	Ожидание погрузки	1,0
3	Погрузка под экскаватором Komatsu PC1250	5,47
4	Движение на разгрузку на транспортную дорогу	6,08
5	Разгрузка (105 тонн)	0,4
Ездка №3		
1	Движение на погрузку	3,37
2	Ожидание погрузки	7,36
3	Погрузка под экскаватором Komatsu PC1250	5,32
4	Движение на разгрузку в отвал	10,01
5	Разгрузка (121 тонн)	0,4
Ездка №4		
1	Движение на погрузку	6,0
2	Ожидание погрузки	3,4
3	Погрузка под экскаватором Komatsu PC1250	5,0
4	Движение на разгрузку на транспортную дорогу	4,3
5	Разгрузка (120 тонн)	0,4

Для анализа полученных данных проведем их сравнение с нормами выработки на открытые горные работы для предприятий горнодобывающей промышленности. Часть IV. "Эксплуатация и транспортирование горной массы автосамосвалами". Москва 1989 г. Данные нормы были введены в действие постановлением Государственного комитета СССР по труду и социальным вопросам и Секретариата ВЦСПС от 3 февраля 1988 г. №50/3-70.

Нормы приведены в таблицах 3.4 и 3.5.

Таблица 3.4 – Нормы выработки БелАЗ 75131 и экскаватор РС3000, при работе на угле

№ п/п	Параметр, единица измерения	Значение
1	Геометрический объем ковша, Vэ, м ³	15
2	Время погрузки одного автосамосвала, мин	2,29
3	Время установки под погрузку, T, мин. (тупиковый забой)	0,33
4	Время установки под разгрузку, мин	0,3
5	Время разгрузки автосамосвала, мин	0,8
6	Время ожидания у экскаватора, мин	0,4
7	Продолжительность смены, Tсм, мин	720
8	Суммарное время на 1 рейс (ожидание + установка под погрузку + погрузка + установка под разгрузку + разгрузка), мин	4,12

Таблица 3.5 – Нормы выработки БелАЗ 75131 и экскаватор РС1250, при работе на пустой породе

№ п/п	Параметр, единица измерения	Значение
1	Геометрический объем ковша, Vэ, м ³	7
2	Время погрузки одного автосамосвала, мин	4,79
3	Время установки под погрузку, T, мин. (тупиковый забой)	0,33
4	Время установки под разгрузку, мин	0,3
5	Время разгрузки автосамосвала, мин	0,8
6	Время ожидания у экскаватора, мин	0,4
7	Продолжительность смены, Tсм, мин	720
8	Суммарное время на 1 рейс (ожидание + установка под погрузку + погрузка + установка под разгрузку + разгрузка), мин	6,62

Суммарное время на выполнение одного рейса определяется по формуле 3.2

$$T = T_o + T_{уст.п} + T_n + T_{уст.р} + T_p, \quad (3.2)$$

где T_o – время ожидания под погрузку;
 $T_{уст.п}$ – время установки под погрузку;
 T_n – время ожидания погрузки;
 $T_{уст.р}$ – время установки под разгрузку;
 T_p – время разгрузки.

Фактическое суммарное время на выполнение одного рейса самосвалом БелАЗ 75131 №117 под погрузкой экскаватора Komatsu РС3000 при работе на угле определяется по формулам 3.3 – 3.6

$$T_{1у} = 8,5 + 0,33 + 4,3 + 0,3 + 0,4; \quad (3.3)$$

$$T_{1у} = 13,83 \text{ мин.};$$

$$T_{2y} = 7,0 + 0,33 + 5,1 + 0,3 + 0,4; \quad (3.4)$$

$$T_{2y} = 13,13 \text{ мин.};$$

$$T_{3y} = 2,4 + 0,33 + 4,3 + 0,3 + 0,4; \quad (3.5)$$

$$T_{3y} = 7,73 \text{ мин.};$$

$$T_{4y} = 0 + 0,33 + 3,5 + 0,3 + 0,4; \quad (3.6)$$

$$T_{4y} = 4,73 \text{ мин.}$$

Фактическое суммарное время на выполнение одного рейса самосвалом БелАЗ 75131 №118 под погрузкой экскаватора Komatsu PC1250 при работе на пустой породе определяется по формулам 3.7 – 3.10

$$T_{1п} = 0 + 0,33 + 5,08 + 0,3 + 0,4; \quad (3.7)$$

$$T_{1п} = 6,11 \text{ мин.};$$

$$T_{2п} = 1,0 + 0,33 + 5,47 + 0,3 + 0,4; \quad (3.8)$$

$$T_{2п} = 7,5 \text{ мин.};$$

$$T_{3п} = 7,36 + 0,33 + 5,32 + 0,3 + 0,4; \quad (3.9)$$

$$T_{3п} = 13,71 \text{ мин.};$$

$$T_{4п} = 3,4 + 0,33 + 5,0 + 0,3 + 0,4; \quad (3.10)$$

$$T_{4п} = 9,43 \text{ мин.}$$

Сравнение нормативного и фактического суммарного времени на выполнение одного рейса представлено в таблицах 3.6, 3.7.

Таблица 3.6 – Сравнение фактического суммарного времени выполнения одного рейса самосвалом БелАЗ 75131 №117 при работе на угле

№ п/п	Нормативное время, мин.	Фактическое время, мин.	Отклонение, мин.	Отклонение, %
1	4,12	13,83	9,71	236
2		13,13	9,01	219
3		7,73	3,61	88
4		4,73	0,61	15

Таблица 3.7 – Сравнение фактического суммарного времени выполнения одного рейса самосвалом БелАЗ 75131 №118 при работе на пустой породе

№ п/п	Нормативное время, мин.	Фактическое время, мин.	Отклонение, мин.	Отклонение, %
1	6,62	6,11	-0,51	-8
2		7,5	0,88	13
3		13,71	7,09	107
4		9,43	2,81	42

При сравнении нормативных и фактических значений было выявлено, что максимальное отклонение фактического суммарного времени выполнения одного рейса самосвалом БелАЗ 75131 №117 под погрузкой экскаватора Komatsu PC3000 при работе на угле составляет 236%. Максимальное отклонение фактического суммарного времени выполнения одного рейса самосвалом БелАЗ 75131 №118 под погрузкой экскаватора Komatsu PC1250 при работе на пустой породе составляет 107%.

Причиной таких значительных отклонений от нормы является долгое время погрузки самосвала, что как следствие приводит к образованию очередей самосвалов под погрузку и увеличению времени ожидания под погрузку.

Увеличенное время выполнения погрузки самосвала может быть вызвано следующими факторами: низкое качество взрыва по причине малого количества взрывчатых веществ или редком их расположении, что приводит к крупной фракции горной массы. При погрузке крупной фракции снижается коэффициент наполнения ковша, что заставляет машиниста экскаватора увеличивать количество циклов экскавации и время загрузки платформы самосвала соответственно. Так же на скорость выполнения погрузки влияет наличие в забое вспомогательной техники в виде бульдозера который помогает собрать и сформировать для экскаватора вынимаемую горную массу.

При несогласованной работе участка горных работ, участка автотранспортировки и участка вспомогательной техники снижается производительность всего предприятия. На участке автотранспортировки данная несогласованность действий приводит к снижению степени использования грузоподъемности, которая в свою очередь приводит к снижению производительности эксплуатации самосвалов БелАЗ 75131, 75306.

Применяемый в данном пункте графический материал представлен на листе графической части №7.

3.3 Анализ влияния степени использования грузоподъемности на производительность самосвала

Степень возможного использования полезной грузоподъемности подвижного состава при перевозке грузов с разным объемным весом и другими особенностями характеризует степень использования грузоподъемности. В основном степень возможного использования полезной грузоподъемности подвижного состава зависит от соотношения между внутренними

геометрическими размерами платформы и объемной массы груза, так же от особенностей груза и конструкции платформы.

Степень использования грузоподъемности определяют отношением фактического количества перевезенного груза в тоннах к возможному количеству груза при полном использовании номинальной грузоподъемности ПС без учета расстояния перевозки.

В таблице 3.8, 3.9 представлено количество рейсов произведенных автосамосвалом БелАЗ с невыполнением и перевыполнением номинальной грузоподъемности в период с января по апрель 2021 года.

Таблица 3.8 – Количество произведенных рейсов с невыполнением нормы номинальной грузоподъемности

Самосвал	Номинальная грузоподъемность, тонн	Фактическая грузоподъемность, тонн	Отклонение, +/- тонн	Отклонение, %	Общее количество рейсов с невыполнением нормы	Количество рейсов с невыполнением нормы свыше 10%
Январь 2021						
БелАЗ 75131	130	126	-4	97	1676	728
БелАЗ 75306	220	220	0	100	1077	207
Февраль 2021						
БелАЗ 75131	129	120	-8	93	2384	1318
БелАЗ 75306	219	219	0	100	1319	445
Март 2021						
БелАЗ 75131	129	124	-5	96	1537	787
БелАЗ 75306	220	218	-1	99	1238	377
Апрель 2021						
БелАЗ 75131	123	120	-3	98	1625	824
БелАЗ 75306	219	217	-3	99	1774	488

Таблица 3.9 – Количество произведенных рейсов с перевыполнением нормы номинальной грузоподъемности

Самосвал	Номинальная грузоподъемность, тонн	Фактическая грузоподъемность, тонн	Отклонение, +/- тонн	Отклонение, %	Общее количество рейсов с перевыполнением нормы	Количество рейсов с перевыполнением нормы свыше 20%
Январь 2021						
БелАЗ 75131	130	148	18	114	538	44
БелАЗ 75306	220	247	27	112	231	1
Февраль 2021						
БелАЗ 75131	130	147	17	113	86	3
БелАЗ 75306	220	246	26	112	160	0

Окончание таблицы 3.9 – Количество произведенных рейсов с перевыполнением нормы номинальной грузоподъемности

Март 2021						
БелАЗ 75131	130	146	16	112	450	26
БелАЗ 75306	220	247	27	112	224	1
Апрель 2021						
БелАЗ 75131	130	148	18	114	44	1
БелАЗ 75306	220	247	27	112	48	0

Проанализировав значения таблиц 3.8, 3.9 максимальные значения по невыполнению и перевыполнению нормы номинальной грузоподъемности равны 2384 и 538 рейсов для БелАЗ 75131 и 1774 и 231 рейсов для БелАЗ 75306 соответственно.

Для подтверждения актуальности проблемы определим сколько рейсов могли бы выполнить автосамосвалы БелАЗ моделей 75131 и 75306 при 100% выполнении степени использования грузоподъемности.

В качестве исходных данных были применены значения среднего веса перевозимой горной массы в период с 1 по 26 мая. Исходные данные для расчета представлены в таблице 3.10.

Таблица 3.10 – Средний вес перевозимой горной массы самосвалами БелАЗ 75131, 75306

День месяца	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Самосвал	Средний вес перевозимой горной массы, тонн												
БелАЗ №111	115	98	122	110	114	122	120	101	99	97	113	110	0
БелАЗ №112	0	154	0	0	0	112	119	107	115	121	117	120	84
БелАЗ №113	123	118	124	131	119	121	119	112	120	126	126	119	124
БелАЗ №114	126	122	114	114	122	120	122	76	124	102	117	103	75
БелАЗ №117	130	125	128	134	126	126	128	122	132	127	125	121	131
БелАЗ №118	130	130	130	132	127	108	108	114	110	112	111	113	123
БелАЗ №119	130	131	133	129	124	123	111	118	114	114	108	115	126
БелАЗ №120	129	128	127	131	124	119	112	113	111	113	113	116	124
БелАЗ №201	217	218	209	217	222	215	216	216	215	217	219	224	226
БелАЗ №202	218	220	225	219	220	218	222	223	224	223	222	157	205
БелАЗ №203	218	223	215	231	217	213	220	220	223	219	223	178	224
БелАЗ №204	217	210	212	219	220	213	219	222	220	219	222	228	230
БелАЗ №205	215	210	210	217	215	213	214	220	217	218	217	228	221
БелАЗ №207	212	211	220	223	216	216	217	207	222	213	216	223	222
День месяца	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Самосвал	Средний вес перевозимой горной массы, тонн												
БелАЗ №111	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
БелАЗ №112	116	113	123	110	106	94	124	115	124	125	129	110	124
БелАЗ №113	113	118	124	120	115	122	102	128	121	120	128	124	123
БелАЗ №114	82	72	76	96	106	89	120	123	121	127	101	96	121
БелАЗ №117	127	123	135	132	115	107	128	132	120	128	115	117	115
БелАЗ №118	121	125	131	115	105	124	130	124	120	111	126	105	117
БелАЗ №119	122	128	132	122	104	125	134	123	118	130	112	124	116
БелАЗ №120	122	127	130	120	107	119	102	126	123	125	115	115	117
БелАЗ №201	220	218	220	220	213	206	220	223	213	216	221	218	220
БелАЗ №202	229	223	226	220	207	131	209	216	228	233	224	225	231
БелАЗ №203	219	220	226	212	197	125	194	203	223	230	221	219	220
БелАЗ №204	219	224	227	221	211	185	204	224	215	220	227	219	224
БелАЗ №205	216	231	223	217	212	215	203	200	211	216	220	220	217
БелАЗ №207	227	223	225	225	208	213	222	223	213	220	225	217	220

На основании исходных данных представленных в таблице 3.10 определим отклонение от номинальной грузоподъемности в тоннах за 2 смены (1 рабочий день). Отклонение определяется по формуле 3.11

$$\alpha_{рд} = \alpha_p \cdot N, \quad (3.11)$$

где N – количество рейсов, выполняемых за 1 рабочий день;
 α_p – отклонение за 1 рейс, тонн.

Отклонение за выполнение одного рейса определяется по формуле 3.12

$$\alpha_p = q_n - q_f, \quad (3.12)$$

где q_n – номинальная грузоподъемность самосвала, тонн;
 q_f – фактическое количество перевезенной горной массы, тонн.

Количество рейсов выполненных в период с 1 по 26 мая представлено в таблице 3.11.

Таблица 3.11 – Количество выполненных рейсов самосвалами БелАЗ 75131, 75306 за 1 рабочий день

День месяца	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Самосвал	Количество выполняемых рейсов за 1 рабочий день												
БелАЗ №111	32	64	18	28	36	33	18	38	43	37	54	11	0
БелАЗ №112	0	3	0	0	0	40	52	43	49	63	61	39	29
БелАЗ №113	45	16	41	55	37	55	51	23	36	53	40	34	48
БелАЗ №114	79	58	36	38	44	46	36	22	59	45	56	35	14
БелАЗ №117	91	64	61	67	57	66	39	48	71	70	57	39	49
БелАЗ №118	74	61	60	33	38	29	39	44	39	42	44	45	47
БелАЗ №119	75	62	57	59	22	50	38	7	29	43	20	43	43
БелАЗ №120	75	62	60	58	55	48	37	32	38	42	43	43	45
БелАЗ №201	60	77	70	67	31	74	35	58	72	74	68	55	73
БелАЗ №202	61	60	64	67	64	74	46	38	74	75	68	23	61
БелАЗ №203	90	84	72	64	69	73	63	42	33	61	70	39	72
БелАЗ №204	59	73	62	68	65	64	44	70	73	75	63	59	35
БелАЗ №205	61	73	64	68	66	63	47	71	75	76	65	47	72
БелАЗ №207	60	73	48	68	63	71	45	35	70	42	67	40	69
День месяца	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Самосвал	Количество выполняемых рейсов за 1 рабочий день												
БелАЗ №111	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
БелАЗ №112	68	61	47	20	31	34	56	48	69	66	49	36	84
БелАЗ №113	49	47	36	48	47	13	11	50	57	56	36	64	30
БелАЗ №114	38	34	25	9	43	33	34	40	45	75	33	31	54
БелАЗ №117	63	63	55	52	17	23	38	73	43	75	43	47	43
БелАЗ №118	49	48	44	15	25	45	49	59	51	48	71	67	71
БелАЗ №119	51	49	43	31	18	43	49	53	43	46	40	23	45
БелАЗ №120	39	24	46	30	29	45	10	41	45	47	42	47	44

Окончание таблицы 3.11 – Количество выполненных рейсов самосвалами БелАЗ 75131, 75306 за 1 рабочий день

БелАЗ №201	70	73	60	51	55	28	60	55	68	67	47	59	71
БелАЗ №202	80	72	53	10	45	24	50	79	97	107	48	41	80
БелАЗ №203	70	72	54	10	46	24	63	98	96	106	49	67	69
БелАЗ №204	69	77	58	51	50	67	50	57	66	68	66	63	66
БелАЗ №205	70	80	56	52	56	56	79	72	68	67	49	30	70
БелАЗ №207	80	74	41	9	49	16	60	55	63	68	66	62	70

Значения отклонений от номинальной грузоподъемности за 1 рабочий день представлены в таблице 3.12.

Таблица 3.12 – Отклонение от номинальной грузоподъемности самосвалов БелАЗ 75131, 75306

День месяца	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Самосвал	Отклонение от номинальной грузоподъемности, тонн												
БелАЗ №111	480	2048	144	560	576	264	180	1102	1333	1221	918	220	0
БелАЗ №112	0	-72	0	0	0	720	572	989	735	567	793	390	1334
БелАЗ №113	315	192	246	-55	407	495	561	414	360	212	160	374	288
БелАЗ №114	316	464	576	608	352	460	288	1188	354	1260	728	945	770
БелАЗ №117	0	320	122	-268	228	264	78	384	-142	210	285	351	-49
БелАЗ №118	0	0	0	-66	114	638	858	704	780	756	836	765	329
БелАЗ №119	0	-62	-171	59	132	350	722	84	464	688	440	645	172
БелАЗ №120	75	124	180	-58	330	528	666	544	722	714	731	602	270
БелАЗ №201	180	154	770	201	-62	370	140	232	360	222	68	-220	-438
БелАЗ №202	122	0	-320	67	0	148	-92	-114	-296	-225	-136	1449	915
БелАЗ №203	180	-252	360	-704	207	511	0	0	-99	61	-210	1638	-288
БелАЗ №204	177	730	496	68	0	448	44	-140	0	75	-126	-472	-350
БелАЗ №205	305	730	640	204	330	441	282	0	225	152	195	-376	-72
БелАЗ №207	480	657	0	-204	252	284	135	455	-140	294	268	-120	-138
День месяца	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Самосвал	Отклонение от номинальной грузоподъемности, тонн												
БелАЗ №111	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
БелАЗ №112	952	1037	329	400	744	1224	336	720	414	330	49	720	504
БелАЗ №113	833	564	216	480	705	104	308	100	513	560	72	384	210
БелАЗ №114	1824	1972	1350	306	1032	1353	340	280	405	225	957	1054	486
БелАЗ №117	189	441	-275	-104	255	529	76	-146	430	150	645	611	645
БелАЗ №118	441	240	-44	225	625	270	0	354	510	912	284	1675	923
БелАЗ №119	408	98	-86	248	468	215	-196	371	516	0	720	138	630
БелАЗ №120	312	72	0	300	667	495	280	164	315	235	630	705	572
БелАЗ №201	0	146	0	0	385	392	0	-165	476	268	-47	118	0
БелАЗ №202	-720	-216	-318	0	585	2136	550	316	-776	-1391	-192	-205	-880
БелАЗ №203	70	0	-324	80	1058	2280	1638	1666	-288	-1060	-49	67	0
БелАЗ №204	69	-308	-406	-51	450	2345	800	-228	330	0	-462	63	-264
БелАЗ №205	280	-880	-168	156	448	280	1343	1440	612	268	0	0	210
БелАЗ №207	-560	-222	-205	-45	588	112	-120	-165	441	0	-330	186	0

- Значения ячеек со знаком «-» свидетельствуют о превышении фактической грузоподъемности.
 - При выполнении номинальной грузоподъемности; не использовании ТС на протяжении дня ячейка принимает значение равное «0».

Применяя результаты таблицы 3.12 определим значения отклонений от номинальной грузоподъемности по моделям БелАЗ 75131, 75306. Значения представлены в таблицах 3.13, 3.14.

Таблица 3.13 – Отклонение от номинальной грузоподъемности самосвалами БелАЗ 75131, тонн

День месяца	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
БелАЗ 75131	1186	3014	1097	780	2139	3719	3925	5409	4606	5628	4891	4292	3114
День месяца	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
БелАЗ 75131	4959	4424	1490	1855	4496	4190	1144	1843	3103	2412	3357	5287	3970

Таблица 3.14 – Отклонение от номинальной грузоподъемности самосвалами БелАЗ 75306, тонн

День месяца	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
БелАЗ 75306	1444	2019	1946	-368	727	2202	509	433	50	579	59	1899	-371
День месяца	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
БелАЗ 75306	-861	-1480	-1421	140	3514	7545	4211	2864	795	-1915	-1080	229	-934

Итоговые значения отклонений от номинальной грузоподъемности за 26 дней в период с 1 по 26 мая составляют 86330 тонн для самосвалов модели БелАЗ 75131 и 22735 тонн для самосвалов модели БелАЗ 75306. Применяя итоговые значения определим количество потенциально невыполненных рейсов по формуле 3.13

$$N_{\text{пн}} = \frac{\sum M}{q}, \quad (3.13)$$

где $\sum M$ – итоговые значения отклонений от номинальной грузоподъемности, тонн

q – номинальная грузоподъемность самосвала.

Количество потенциально невыполненных рейсов самосвала БелАЗ 75131:

$$N_{\text{пн}} = \frac{86330}{130};$$

$$N_{\text{пн}} = 664 \text{ рейса.}$$

Количество потенциально невыполненных рейсов самосвала БелАЗ 75306:

$$N_{\text{пн}} = \frac{22735}{220};$$

$$N_{\text{пн}} = 103 \text{ рейса.}$$

Результаты проведенного исследования свидетельствуют о низком уровне производительности горнотранспортного оборудования. Причиной является не полное использование фактической грузоподъемности самосвала. На период исследования значения степени использования грузоподъемности составили 68% для БелАЗ 75131 и 78% для БелАЗ 75306. Значения данного параметра могут быть вызваны несогласованной работой со смежными комплексами и участками.

Для повышения производительности необходимо следовать рекомендациям завода изготовителя самосвалов БелАЗ. Применять рекомендации по работе в комплексе с экскаваторами, имеющими необходимую вместимость ковша. Так же принимать во внимание предъявляемые требования к качеству транспортных дорог. Соблюдать значения максимальных уклонов при которых разрешена эксплуатация горнотранспортного оборудования, при превышении значений свыше 6-8% выполнять вставки с уменьшенным продольным уклоном. Выполнять рекомендации по подбору скорости при движении на подъем и спуск.

Так же тенденцией к повышению производительности является замена породовозных платформ с меньшим фактическим объемом перевозимой горной массы на углевозные платформы с увеличенным объемом. На рисунках 3.1 и 3.2 продемонстрированы модификации самосвала БелАЗ 75131 с разными видами платформ.

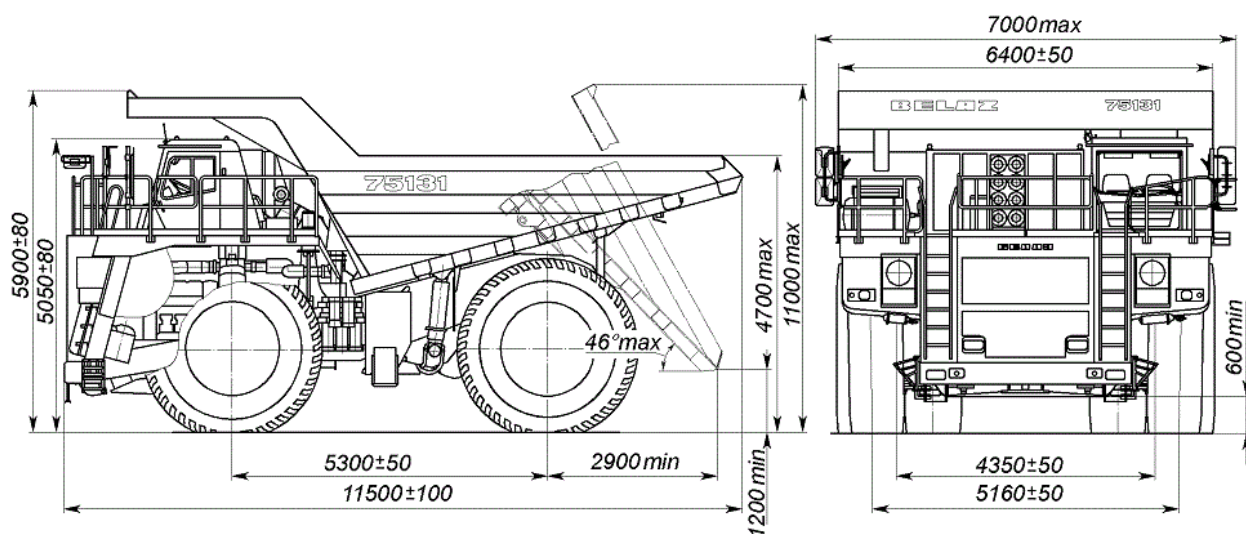


Рисунок 3.1 – БелАЗ 75131, породовозная платформа

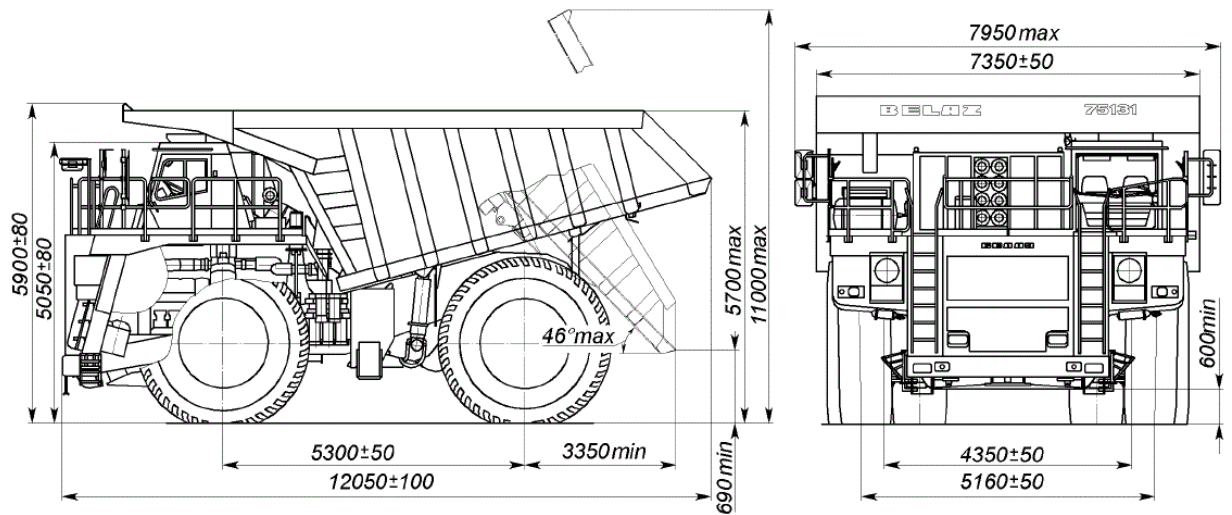


Рисунок 3.2 – БелАЗ 75131, углевозная платформа

Применяемый в данном пункте графический материал представлен на листе графической части №8.

4 Экономическая оценка эксплуатации карьерных самосвалов БелАЗ

4.1 Определение экономических потерь

В результате оценки эксплуатации самосвалов БелАЗ с целью определения уровня их производительности было выявлено, что подвижной состав имеет резервы для повышения производительности.

За период исследования было выявлено, что степень использования грузоподъемности самосвалов составила 68% для БелАЗ 75131 и 78% для БелАЗ 75306. Низкие значения данного параметра сказались на эффективной работе всего предприятия, как следствие превышена норма по расходу дизельного топлива самосвалами БелАЗ 75131 на 21%, самосвалами БелАЗ 75306 на 4%, снижен фактический вес перевозимой горной массы за 1 рейс.

В третьей части работы было выявлено количество потенциально невыполненных рейсов с 1 по 26 мая 2021 года. Значения представлены в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Количество потенциально невыполненных рейсов

Самосвал	Количество потенциально невыполненных рейсов
БелАЗ 75131	664
БелАЗ 75306	103

Применяя значения таблицы 4.1 и данные полученные в ходе исследования, определим значение экономических потерь предприятия с 1 по 26 мая 2021 года.

В таблице 3.11 представлено количество рейсов выполняемых самосвалами БелАЗ 75131, 75306 за 1 день.

Количество выполненных рейсов за период исследования по моделям самосвалов представлено в таблицах 4.3, 4.4.

Таблица 4.3 – Количество выполненных рейсов за период исследования БелАЗ 75131

День месяца	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
БелАЗ 75131	471	390	333	338	289	367	310	257	364	395	375	289	275
День месяца	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
БелАЗ 75131	357	326	296	205	210	236	247	364	353	413	314	315	371

Таблица 4.4 – Количество выполненных рейсов за период исследования БелАЗ 75306

День месяца	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
БелАЗ 75306	391	440	380	402	358	419	280	314	397	403	401	263	382
День месяца	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
БелАЗ 75306	439	448	322	183	301	215	362	416	458	483	325	322	426

Итоговые значения выполненных рейсов за период исследования составили 8460 рейсов для БелАЗ 75131 и 9540 рейсов для БелАЗ 75306.

Применяя итоговые значения выполненных рейсов определим количество выполняемых рейсов за 1 час по формуле 4.1

$$N_{1ч} = \frac{\sum N}{n \cdot T \cdot n_{ТС}}, \quad (4.1)$$

где $\sum N$ – итоговое значение рейсов, выполненных за период исследования;
 n – протяженность исследования, дней;
 T – рабочее время в течении двух смен с учетом обеденных перерывов;
 $n_{ТС}$ – количество самосвалов.

Количество выполняемых рейсов за один час самосвалом БелАЗ 75131

$$N_{1ч75131} = \frac{8460}{26 \cdot 22 \cdot 8};$$

$$N_{1ч75131} = 1,85 \text{ рейса.}$$

Количество выполняемых рейсов за один час самосвалом БелАЗ 75306

$$N_{1ч75306} = \frac{9530}{26 \cdot 22 \cdot 6};$$

$$N_{1ч75306} = 2,78 \text{ рейса.}$$

Стоимость одного часа работы самосвалов БелАЗ 75131 и 75306 представлена в таблице 4.5.

Таблица 4.5 – Стоимость одного часа работы

Самосвал	Стоимость одного часа работы, рублей
БелАЗ 75131	13360
БелАЗ 75306	18598

Используя формулу 4.2 определим экономические потери предприятия за потенциально невыполненные рейсы самосвалами БелАЗ 75131, 75306 в период с 1 по 26 мая 2021 года.

$$У_{эПС} = \frac{N_{пн}}{n_{ч}} \cdot C_{чр}, \quad (4.2)$$

где $N_{пн}$ – количество потенциально невыполненных рейсов;
 $n_{ч}$ – количество выполняемых рейсов за 1 час;
 $C_{чр}$ – стоимость одного часа работы самосвала, рублей.

Экономические потери от потенциально невыполненных рейсов самосвалами БелАЗ 75131

$$Y_{э75131} = \frac{664}{1,85} \cdot 13360;$$

$$Y_{э75131} = 4795157 \text{ рублей.}$$

Экономические потери от потенциально невыполненных рейсов самосвалами БелАЗ 75306

$$Y_{э75306} = \frac{103}{2,78} \cdot 18598;$$

$$Y_{э75306} = 689063 \text{ рублей.}$$

Экономические потери от невыполненных рейсов подвижным составом определяются по формуле 4.3

$$Y_э = Y_{э75131} + Y_{э75306}; \quad (4.3)$$

$$Y_э = 5484220 \text{ рублей.}$$

Экономические потери от потенциально невыполненных рейсов самосвалами БелАЗ составили 5484220 рублей.

Применяемый в данном пункте графический материал представлен на листе графической части №9.

5 Безопасность и экология производства

5.1 Сварка и резка металлов

На автотранспортных предприятиях применяется электродуговая сварка штучными электродами, а также газовая сварка и резка металла.

Количество выделяющихся загрязняющих веществ при сварке зависит от марки электрода и марки свариваемого металла, типа швов и других параметров сварочного производства.

Расчет количества загрязняющих веществ проводится по удельным показателям, приведенным к расходу сварочных материалов.

Расчет валового выброса загрязняющих веществ при ручной электродуговой сварке штучными электродами, т/год производится по формуле 5.1

$$M_i^c = g_i^c \cdot B \cdot 10^{-6}, \quad (5.1)$$

где g_i^c – удельный показатель выделяемого загрязняющего вещества, г/кг расходуемых сварочных материалов;

B – масса расходуемого за год сварочного материала, кг.

Максимально разовый выброс при ручной электродуговой сварке штучными электродами, г/с определяется по формуле 5.2

$$G_i^c = \frac{g_i^c \cdot b}{t \cdot 3600}, \quad (5.2)$$

где g_i^c – удельный показатель выделяемого загрязняющего вещества, г/кг расходуемых сварочных материалов;

b – максимальное количество сварочных материалов, расходуемых в течение рабочего дня, кг;

t – “чистое” время, затрачиваемое на сварку в течение рабочего дня, час.

Расчет валового выброса загрязняющих веществ при газовой сварке, т/год производится по формуле 5.3

$$M_i^c = g_i^c \cdot B \cdot 10^{-6}, \quad (5.3)$$

где g_i^c – удельный показатель выделяемого загрязняющего вещества, г/кг расходуемых сварочных материалов;

B – масса расходуемого газа за год, кг.

Максимально разовый выброс при газовой сварке, г/с определяется по формуле 5.2

$$G_i^c = \frac{g_i^c \cdot b}{t \cdot 3600} \quad (5.4)$$

где g_i^c – удельный показатель выделяемого загрязняющего вещества, г/кг расходуемых сварочных материалов;

b – максимальное количество сварочных материалов, расходуемых в течение рабочего дня, кг;

t – “чистое” время, затрачиваемое на сварку в течение рабочего дня, час.

Исходные данные для расчетов выполняемых по формулам 5.1 – 5.4 представлены в таблицах 5.1, 5.2.

Таблица 5.1 – Удельные выделения загрязняющих веществ при ручной электродуговой сварке штучными электродами

Тип применяемого электрода	Количество выделяющихся загрязняющих веществ, г/кг расходуемых сварочных материалов (g_i^c)						
	Сварочная аэрозоль				Фтористый водород	Азота диоксид	Углерода оксид
	Марганец и его соединения	Железа оксид	Пыль неорганическая, содержащая SiO ₂ (20-70%)	Фториды			
УОНИ 13/55	1,09	13,90	1,00	1,00	0,93	2,70	13,3

Таблица 5.2 – Удельные выделения загрязняющих веществ при газосварочных работах

Технологическая операция	Выделяемое загрязняющее вещество		
	Наименование	Количественные характеристики выделения	
		Единица измерения	Количество
Газовая сварка стали ацетилено-кислородным пламенем	Азота диоксид	г/кг ацетилена	22,0

Полученные в ходе вычислений значения представлены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Результаты расчетов выбросов от сварки

№ п/п	Вещество	g_i^c , г/кг	B , кг	b , кг	t , час	M_i^c , т/год	G_i^c , г/с
1	Марганец и его соединения	1,09	500	1,37	6	0,000545	0,000069
2	Железа оксид	13,90	500	1,37	6	0,00695	0,000882
3	Пыль неорганическая, содержащая SiO ₂ (20-70%)	1,00	500	1,37	6	0,0005	0,000063
4	Фториды	1,00	500	1,37	6	0,0005	0,000063
5	Фтористый водород	0,93	500	1,37	6	0,000465	0,000059
6	Азота диоксид	2,70	500	1,37	6	0,00135	0,000171
7	Углерода оксид	13,3	500	1,37	6	0,00665	0,000844
8	Азота диоксид при газовой сварке	22,0	5500	13,7	6	0,121	0,013954

Валовый выброс при газовой резке, т/год определяется для каждого газорезающего поста отдельно по формуле 5.5, удельные показатели (г/час), необходимые для расчета приведены в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Удельные выделения загрязняющих веществ при газовой резке металлов

Технологический процесс	Характеристика разрезаемого металла		Наименование и удельные выделения загрязняющих веществ (g_i^P), г/час					
			Сварочная аэрозоль				Углерода оксид	Азота диоксид
	Металл	Толщина, мм	Хрома оксид	Марганец и его соединения	Железа оксид	Кремния оксид		
Газовая резка металла	Сталь углеродистая	10	–	1,9	129,1	–	63,4	64,1
	Сталь качественная легированная		2,5	–	143,0	–	55,2	43,4
	Сталь высокомарганцовистая		–	2,8	138,8	0,6	58,2	46,6

$$M_i^P = g_i^P \cdot t \cdot n \cdot 10^{-6}, \quad (5.5)$$

где g_i^P – удельный выброс загрязняющих веществ в г/час;
 t – “чистое” время газовой резки металла в день, час;
 n – количество дней работы поста в году.

Максимально разовый выброс при газовой резке г/с, определяется по формуле 5.6

$$G_i^P = \frac{g_i^P}{3600}, \quad (5.6)$$

где g_i^P – удельный выброс загрязняющих веществ в г/час.

Полученные в ходе вычислений значения представлены в таблице 5.5.

Таблица 5.5 – Результаты расчетов выбросов от резки металлов

№ п/п	Разрезаемый металл	Вещество	g_i^P , г/час	t, час	n	M_i^P , т/год	G_i^P , г/с
1	Сталь углеродистая	Хрома оксид	–	2	365	–	–
2		Марганец и его соединения	1,9	2	365	0,001387	0,000528
3		Железа оксид	129,1	2	365	0,094243	0,035861
4		Кремния оксид	–	2	365	–	–
5		Углерода оксид	63,4	2	365	0,046282	0,017612
6		Азота диоксид	64,1	2	365	0,046793	0,017806
7	Сталь качественная легированная	Хрома оксид	2,5	2	365	0,001825	0,000694
8		Марганец и его соединения	–	2	365	–	–
9		Железа оксид	143,0	2	365	0,10439	0,039722
10		Кремния оксид	–	2	365	–	–
11		Углерода оксид	55,3	2	365	0,040369	0,015361
12		Азота диоксид	43,4	2	365	0,031682	0,012056

Таблица 5.5 – Результаты расчетов выбросов от резки металлов

13	Сталь высокомарганцовистая	Хрома оксид	–	2	365	–	–
14		Марганец и его соединения	2,8	2	365	0,002044	0,000778
15		Железа оксид	138,8	2	365	0,101324	0,038556
16		Кремния оксид	0,6	2	365	0,00438	0,000167
17		Углерода оксид	58,2	2	365	0,042486	0,016167
18		Азота диоксид	46,5	2	365	0,033945	0,012917

5.2 Аккумуляторные работы

Во время зарядки аккумуляторных батарей выделяется серная кислота при зарядке кислотных аккумуляторов и натрия гидроксид (щелочь) при зарядке щелочных аккумуляторов.

Валовый выброс серной кислоты, т/год определяется по формуле 5.7

$$M_i^A = 0,9g(Q_1 \cdot a_1 + Q_n \cdot a_n) \cdot 10^{-9}, \quad (5.7)$$

где g – удельное выделение серной кислоты или натрия гидроксида, $g = 1$ мг/Ач - для серной кислоты;

Q_{1+n} – номинальная емкость каждого типа аккумуляторных батарей, обслуживаемых предприятием, Ач;

a_{1+n} – количество проведенных зарядок батарей соответствующей емкости за год (по данным учета в предприятии).

$$M_{ск}^A = 0,9 \cdot 1 \cdot (190 \cdot 26) \cdot 10^{-9};$$

$$M_{ск}^A = 0,000004446 \frac{\text{Т}}{\text{ГОД}}.$$

Расчет максимально разового выброса серной кислоты производится исходя из условий, что мощность зарядных устройств используется с максимальной нагрузкой.

Валовый выброс за один день, т/день определяется по формуле 5.8

$$M_{сут}^A = 0,9g(Q \cdot n') \cdot 10^{-9}, \quad (5.8)$$

где Q – номинальная емкость наиболее емких аккумуляторных батарей, имеющих на предприятии;

n' – максимальное количество вышеуказанных батарей, которые можно одновременно подсоединять к зарядному устройству.

$$M_{сут}^A = 0,9 \cdot 1 \cdot (190 \cdot 6) \cdot 10^{-9};$$

$$M_{сут}^A = 0,000001026 \frac{\text{Т}}{\text{ДЕНЬ}}.$$

Максимально разовый выброс серной кислоты, г/с определяется по формуле 5.9

$$G_{\text{раз}}^A = \frac{M_{\text{сут}}^A}{3600 \cdot t}, \quad (5.9)$$

где t – цикл проведения зарядки в день, $t = 10$ час.

$$G_{\text{раз}}^A = \frac{0,000001026}{3600 \cdot 10};$$

$$G_{\text{раз}}^A = 0,0000000000285 \frac{\text{г}}{\text{с}}.$$

Кроме того, при сборке аккумуляторных батарей, используют битумную мастику, при разогреве которой выделяется аэрозоль масла. При отливке свинцовых клемм и межэлементных соединений выделяется свинец.

Валовый выброс аэрозоля масла и свинца, т/год определяется по формуле 5.10

$$M_i^A = m_i \cdot t \cdot S \cdot n \cdot 10^{-6}, \quad (5.10)$$

где m_i – удельный выброс i -го вещества на единицу площади зеркала тигля, г/с м². Значения параметра m_i представлены в таблице 5.6;

n – количество разогревов тигля в год;

S – площадь зеркала тигля, в котором плавится свинец (битумная мастика), м²;

t – время нахождения свинца (мастики) в расплавленном виде в тигле при одном разогреве, с.

Таблица 5.6 – Удельный выброс вещества на единицу площади зеркала тигля

Наименование технологического процесса	Применяемые материалы	Температура, °С	Выделяемое загрязняющее вещество	
			Наименование	Удельное количество, г/с·м ²
Восстановление (отливка) межэлементных перемычек и клеммных выводов	Расплав свинца	300-500	Свинец	0,0013
Приготовление битумной мастики для ремонта корпусов аккумуляторов	Расплав мастики	100-150	Масло минеральное (нефтяное)	0,003

$$M_{\text{свинец}}^A = 0,0013 \cdot 30 \cdot 0,7 \cdot 10 \cdot 10^{-6};$$

$$M_{\text{свинец}}^A = 0,000000273 \frac{\text{т}}{\text{год}};$$

$$M_{\text{мастика}}^A = 0,003 \cdot 30 \cdot 0,7 \cdot 10 \cdot 10^{-6};$$

$$M_{\text{мастика}}^A = 0,00000063 \frac{\text{т}}{\text{год}}.$$

Максимально разовый выброс, г/с рассчитывается по формуле 5.11

$$G_i^A = m_i \cdot S; \quad (5.11)$$

$$G_{\text{свинец}}^A = 0,0013 \cdot 0,7;$$

$$G_{\text{свинец}}^A = 0,00091 \frac{\text{г}}{\text{с}};$$

$$G_{\text{мастика}}^A = 0,003 \cdot 0,7;$$

$$G_{\text{мастика}}^A = 0,0021 \frac{\text{г}}{\text{с}}.$$

Результаты полученных вычислений представлены в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Значения загрязняющих выбросов от аккумуляторных работ

№ п/п	Параметр	Единица измерения	Удельное количество
1	$M_{\text{ск}}^A$	т/год	0,000004446
2	$M_{\text{сут}}^A$	т/день	0,000001026
3	$G_{\text{раз}}^A$	г/с	0,000000000285
4	$M_{\text{свинец}}^A$	т/год	0,000000273
5	$M_{\text{мастика}}^A$	т/год	0,00000063
6	$G_{\text{свинец}}^A$	г/с	0,00091
7	$G_{\text{мастика}}^A$	г/с	0,0021

5.3 Медницкие работы

При проведении медницких работ (пайки и лужении) используются мягкие припой, плавящиеся при температуре 180-230°C. Эти припои содержат свинец, олово, поэтому при пайке в воздух выделяются аэрозоли оксидов свинца и олова.

Исходные данные для расчета количества загрязняющих выбросов от медницких работ представлены в таблице 5.8.

Таблица 5.8 – Удельные выделения загрязняющих веществ при пайке и лужении

№ п/п	Вид выполняемых работ	Применяемые вещества и материалы	Выделяемое загрязняющее вещество (g_i)		
			Наименование	г/с	г/с·м ²
1	Пайка электропаяльниками мощностью 20-60 Вт	ПОС – 40	Свинец и его соединения	$0,0050 \times 10^{-3}$	–
			Олова оксид	$0,0033 \times 10^{-3}$	–
2	Лужение погружением в припой	ПОС – 40	Свинец и его соединения	–	$0,11 \times 10^{-3}$
			Олова оксид	–	$0,05 \times 10^{-3}$

Расчет валовых выбросов проводится отдельно по свинцу и оксидам олова. Расчет выбросов при пайке свинца, его соединений и оксида олова, т/год электропаяльником определяется по формуле 5.12

$$M_i^{\text{эл}} = g_i \cdot n \cdot t \cdot 3600 \cdot 10^{-6}, \quad (5.12)$$

где g_i – удельные выделения свинца и оксидов олова, г/с (таблица 5.8);
 n – количество паек в год;
 t – “чистое” время работы паяльником, час.

$$M_{\text{свинец}}^{\text{эл}} = 0,0050 \cdot 10^{-3} \cdot 50 \cdot 1 \cdot 3600 \cdot 10^{-6};$$

$$M_{\text{свинец}}^{\text{эл}} = 0,0000009 \frac{\text{Т}}{\text{ГОД}};$$

$$M_{\text{олово}}^{\text{эл}} = 0,0033 \cdot 10^{-3} \cdot 50 \cdot 1 \cdot 3600 \cdot 10^{-6};$$

$$M_{\text{олово}}^{\text{эл}} = 0,000000594 \frac{\text{Т}}{\text{ГОД}}.$$

Расчет выбросов при лужении свинца, его соединений и оксида олова, т/год определяется по формуле 5.13

$$M_i^{\text{л}} = g_i \cdot F \cdot t \cdot n \cdot 3600 \cdot 10^{-6}, \quad (5.13)$$

где g_i – удельное выделение свинца и оксидов олова, г/с м² (таблица 5.8);
 F – площадь зеркала ванны, м²;
 n – число дней работы ванны в год;
 t – время нахождения ванны в рабочем состоянии в день, час.

$$M_{\text{свинец}}^{\text{л}} = 0,11 \cdot 10^{-3} \cdot 0,7 \cdot 0,5 \cdot 50 \cdot 3600 \cdot 10^{-6};$$

$$M_{\text{свинец}}^{\text{л}} = 0,00000693 \frac{\text{Т}}{\text{ГОД}};$$

$$M_{\text{олово}}^{\text{л}} = 0,05 \cdot 10^{-3} \cdot 0,7 \cdot 0,5 \cdot 50 \cdot 3600 \cdot 10^{-6}$$

$$M_{\text{олово}}^{\text{эл}} = 0,00000315 \frac{\text{т}}{\text{год}}$$

Максимально разовый выброс при пайке свинца, его соединений и оксида олова, г/с электропаяльником принимается равным удельным выделениям загрязняющих веществ по таблице 5.8.

Максимально разовый выброс свинца, его соединений и оксида олова, г/с при лужении определяется по формуле 5.14

$$G_i^{\text{л}} = g_i \cdot F; \quad (5.14)$$

$$G_{\text{свинец}}^{\text{л}} = 0,11 \cdot 10^{-3} \cdot 0,7;$$

$$G_{\text{свинец}}^{\text{л}} = 0,000077 \frac{\text{г}}{\text{с}};$$

$$G_{\text{олово}}^{\text{л}} = 0,05 \cdot 10^{-3} \cdot 0,7;$$

$$G_{\text{олово}}^{\text{л}} = 0,000035 \frac{\text{г}}{\text{с}}$$

Общий валовый выброс, т/год определяется как сумма одноименных веществ, при пайке и лужении по формуле 5.15

$$\sum M_i = M_i^{\text{эл}} + M_i^{\text{л}}; \quad (5.15)$$

$$\sum M_{\text{свинец}} = 0,0000009 + 0,00000693;$$

$$\sum M_{\text{свинец}} = 0,00000783 \frac{\text{т}}{\text{год}};$$

$$\sum M_{\text{олово}} = 0,000000594 + 0,00000315;$$

$$\sum M_{\text{олово}} = 0,000003744 \frac{\text{т}}{\text{год}};$$

Общий максимально разовый выброс, г/с определяется как сумма одноименных веществ, при пайке и лужении по формуле 5.16

$$\sum G_i = G_i^{\text{ЭЛ}} + G_i^{\text{Л}}; \quad (5.16)$$

$$\sum G_{\text{свинец}} = 0,0050 \cdot 10^{-3} + 0,000077;$$

$$\sum G_{\text{свинец}} = 0,000082 \frac{\text{Г}}{\text{С}};$$

$$\sum G_{\text{олово}} = 0,0033 \cdot 10^{-3} + 0,000003744;$$

$$\sum G_{\text{олово}} = 0,000007044 \frac{\text{Г}}{\text{С}};$$

Результаты полученных вычислений представлены в таблице 5.9.

Таблица 5.9 – Значения загрязняющих выбросов от медницких работ

№ п/п	Параметр	Единица измерения	Удельное количество
1	$M_{\text{свинец}}^{\text{ЭЛ}}$	т/год	0,0000009
2	$M_{\text{олово}}^{\text{ЭЛ}}$	т/год	0,000000594
3	$M_{\text{свинец}}^{\text{Л}}$	т/год	0,00000693
4	$M_{\text{олово}}^{\text{Л}}$	т/год	0,00000315
5	$G_{\text{свинец}}^{\text{Л}}$	г/с	0,000077
6	$G_{\text{олово}}^{\text{Л}}$	г/с	0,000035
7	$\sum M_{\text{свинец}}$	т/год	0,00000783
8	$\sum M_{\text{олово}}$	т/год	0,000003744
9	$\sum G_{\text{свинец}}$	г/с	0,000082
10	$\sum G_{\text{олово}}$	г/с	0,000007044

5.4 Мойка деталей, узлов и агрегатов

Прежде чем приступать к ремонту агрегатов, узлов и деталей автомобилей, их необходимо очистить от загрязнений и коррозии.

Широкое распространение в процессах очистки получили синтетические моющие средства (СМС), основу которых составляют поверхностно активные вещества (ПАВ) и щелочные соли (“Лабомид 101, 203”, Темп-100д и др.). При использовании СМС в качестве моющего раствора выделяется аэрозоль кальцинированной соды.

Исходные данные для расчета загрязняющих выбросов от мойки деталей, узлов и агрегатов представлены в таблице 5.10.

Таблица 5.10 – Удельные выделения загрязняющих веществ при мойке деталей, узлов и агрегатов

№ п/п	Вид выполняемых работ	Наименование применяемого вещества	Выделяемое загрязняющее вещество на единицу площади зеркала ванны (g_i)	
			Наименование	Удельное количество, г/с·м ²
1	Мойка и расконсервация деталей	Керосин	Керосин	0,433
2	Мойка деталей в растворах СМС, содержащих кальцинированную соду 40-50%	Лабомид 101	Натрия карбонат (кальцинированная сода)	0,0016

Валовый выброс загрязняющего вещества, т/год при мойке деталей определяется по формуле 5.17

$$M_i^M = g_i \cdot F \cdot t \cdot n \cdot 3600 \cdot 10^{-6}, \quad (5.17)$$

где g_i - удельный выброс загрязняющего вещества, г/с·м² (таблица 5.10);
 F - площадь зеркала моечной ванны, м²;
 t - время работы моечной установки в день, час;
 n - число дней работы моечной установки в год.

Валовый выброс загрязняющего вещества, т/год при мойке и расконсервации деталей

$$M_{\text{мр}}^M = 0,433 \cdot 0,4104 \cdot 2 \cdot 180 \cdot 3600 \cdot 10^{-6},$$

$$M_{\text{мр}}^M = 0,230303 \frac{\text{т}}{\text{год}},$$

Валовый выброс загрязняющего вещества при мойке деталей в растворах СМС, т/год

$$M_{\text{смс}}^M = 0,0016 \cdot 0,4104 \cdot 2 \cdot 180 \cdot 3600 \cdot 10^{-6},$$

$$M_{\text{смс}}^M = 0,000851 \frac{\text{т}}{\text{год}},$$

Максимально разовый выброс определяется по формуле 5.18

$$G_i^M = g_i \cdot F. \quad (5.18)$$

Максимально разовый выброс при мойке и расконсервации деталей, г/с

$$G_{\text{мр}}^M = 0,433 \cdot 0,4104;$$

$$G_{\text{мр}}^M = 0,1777032 \frac{\text{г}}{\text{с}};$$

Максимально разовый выброс при мойке деталей в растворах СМС, г/с

$$G_{\text{смс}}^M = 0,016 \cdot 0,4104;$$

$$G_{\text{смс}}^M = 0,0065664 \frac{\text{г}}{\text{с}};$$

Результаты полученных вычислений представлены в таблице 5.11.

Таблица 5.11 – Значения загрязняющих выбросов от мойки деталей, узлов и агрегатов

№ п/п	Параметр	Единица измерения	Удельное количество
1	$M_{\text{мр}}^M$	т/год	0,230303
2	$M_{\text{смс}}^M$	т/год	0,000851
3	$G_{\text{мр}}^M$	г/с	0,1777032
4	$G_{\text{смс}}^M$	г/с	0,0065664

5.5 Контроль токсичности отработавших газов автомобилей

Валовый выброс загрязняющих веществ CO, CH, NO_x, C, SO₂ при контроле дымности отработавших газов, т/год определяется по формуле 5.19

$$M_i^K = \sum_{K=1}^K n_K (m_{\text{пр}iK} \cdot t_{\text{пр}} + m_{\text{исп}iK} \cdot t_{\text{исп}}) \cdot 10^{-6}, \quad (5.19)$$

где n_K – количество проверок данного типа автомобилей в год;

$m_{\text{пр}iK}$ – удельный выброс i -го вещества при прогреве двигателя автомобиля каждой группы для тёплого периода года, г/мин;

$m_{\text{исп}iK}$ – удельный выброс i -го вещества при проведении испытаний на двух режимах измерения дымности автомобиля каждой группы, г/мин;

$t_{\text{пр}}$ – время прогрева автомобиля на посту контроля. Принимаем $t_{\text{пр}} = 3$ мин;

$t_{\text{исп}}$ – время испытаний. Принимаем $t_{\text{исп}} = 4$ мин.

Удельный выброс i -го вещества при проведении испытаний $m_{испik}$, г/мин определяется по формуле 5.20

$$m_{испik} = m_{ххik} \cdot K_i, \quad (5.20)$$

где K_i – коэффициент, учитывающий увеличение удельного выброса i -го вещества при проведении контроля дымности (таблица 5.12).

Таблица 5.12 – Значения коэффициента увеличения удельных выбросов при проведении контроля дымности отработавших газов

Загрязняющее вещество	CO	CH	NO _x	C	SO ₂
K_i	3,0	5,0	2,5	10,0	1,5

Максимально разовый выброс i -го вещества г/с определяется по формуле 5.21

$$G_i = \frac{(m_{прik} \cdot t_{пр} + m_{испik} \cdot t_{исп}) \cdot N'_k}{3600}, \quad (5.21)$$

где N'_k – наибольшее количество автомобилей, проверяемое в течение часа на посту.

Расчёт G_i производится для автомобилей, имеющих наибольшие удельные выбросы по i -му компоненту.

Результаты полученных вычислений представлены в таблице 5.13.

Таблица 5.13 – Значения токсичности отработавших газов самосвалов БелАЗ

№ п/п	Выделяемое вещество	$m_{прik}$, г/мин	n_k	$m_{ххik}$, г/мин	N'_k	M_i^K	G_i
1	CO	3	1200	2,9	1	0,025236	0,0058417
2	CH	0,4	1200	0,45	1	0,003798	0,0008792
3	NO _x	1	1200	1	1	0,00864	0,002
4	C	0,04	1200	0,04	1	0,0003456	0,00008
5	SO ₂	0,113	1200	0,1	1	0,0008874	0,0002054

Применяемый в данном пункте графический материал представлен на листе графической части №10.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной выпускной квалификационной работе представлены меры рекомендованные к рассмотрению с целью внедрения на предприятии для достижения «Снижения расхода топлива и повышения производительности автосамосвалов БелАЗ на ООО «Восточно – Бейский разрез», с. Кирба».

Первой частью выполнения работы являлся анализ производственной деятельности предприятия. В ходе исследования были получены и проанализированы следующие сведения: общая информация о предприятии; характеристика предприятия; характеристика персонала; устройство и технология системы технического обслуживания и ремонта; организация работы складского хозяйства; установленная техника безопасности; недостатки организации.

В технологической части был произведен отбор и анализ факторов влияющих на расход дизельного топлива карьерными самосвалами БелАЗ 75131 и 75306. Были проанализированы следующие факторы: влияние грузоподъемности; влияние технологических дорог; влияние поворотных участков; влияние давления крупногабаритных шин; влияние климатических условий; влияние технического состояния на расход дизельного топлива. По результатам проведенного исследования были предложены решения и рекомендации для проведения более углубленного анализа некоторых параметров.

Следующим этапом выполнения технологической части был анализ эксплуатации самосвалов БелАЗ 75131 и 75306 с целью повышения их производительности. Для определения существующего уровня производительности была произведена оценка показателей работы самосвалов по перевозке горной массы полученных в ходе хронометража. Произведенная оценка показала, что реальное время выполнения одного рейса в несколько раз превышает время выполнения одного рейса установленное нормой выработки. Выполнено исследование о количестве потенциально невыполненных рейсов.

На основании анализа производительности и количестве невыполненных рейсов за период исследования был оценен экономический ущерб предприятия который составил 5484220 рублей.

В экологической части произведен расчет загрязняющих выбросов от эксплуатации карьерных самосвалов БелАЗ 75131 и БелАЗ 75306.

CONCLUSION

This final qualifying work presents the measures recommended for consideration with the aim of introducing at the enterprise to achieve "Reducing fuel consumption and increasing the productivity of BelAZ dump trucks at Vostochno-Beysky open-pit mine Ltd", in the village of Kirba".

In the first part of the work the analysis of the production activities of the enterprise has been carried out. In the course of the research, the following information has been obtained and analyzed: general information about the enterprise; characteristics of the enterprise; personnel characteristics; device and technology of the maintenance and repair system; organization of the work of the warehouse; established safety precautions; organizational weaknesses.

In the technological part, the selection and analysis of factors influencing the consumption of diesel fuel by BelAZ 75131 and 75306 mining dump trucks have been performed. The following factors have been analyzed: the effect of carrying capacity; the impact of technological roads; the influence of turning sections; the influence of the pressure of oversized tires; the influence of climatic conditions; the influence of the technical condition on the consumption of diesel fuel. Based on the results of the study, solutions and recommendations have been proposed for a more in-depth analysis of some parameters.

In the next stage of the technological part the analysis of the operation of BelAZ 75131 and 75306 dump trucks has been carried out in order to increase their productivity. To determine the current level of productivity, an assessment has been made of the performance indicators of dump trucks for the transportation of rock mass obtained in the course of timekeeping. The assessment has shown that the real time of one run is several times higher than the time of one run set by the production rate. A study has been carried out on the number of potentially missed trips.

Based on the analysis of productivity and the number of unfulfilled trips during the study period, the economic damage to the enterprise has been estimated at 5,484,220 rubles.

In the environmental part, the calculation of polluting emissions from the operation of mining dump trucks BelAZ 75131 and BelAZ 75306 has been made.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

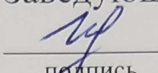
1. Попов Д.В. 20 лет ООО «Восточно – Бейский разрез». Юбилейное издание/ Д.В. Попов, С.Ф. Стребкова – Абакан, 2019.
2. «БЕЛАЗ-ХОЛДИНГ». Карьерные самосвалы серии БелАЗ-7513. Руководство по эксплуатации БелАЗ 75131 – 3902015 РЭ/ «БЕЛАЗ-ХОЛДИНГ» – Республика Беларусь, 2015.
3. «БЕЛАЗ-ХОЛДИНГ». Карьерные самосвалы серии БелАЗ-7530. Руководство по эксплуатации БелАЗ 75306 – 3902015 РЭ/ «БЕЛАЗ-ХОЛДИНГ» – Республика Беларусь, 2017.
4. «БЕЛАЗ-ХОЛДИНГ». Карьерные самосвалы серии БелАЗ-7513. Руководство по ремонту 7513-3902080 РС/ «БЕЛАЗ-ХОЛДИНГ» – Республика Беларусь, 2013.
5. РУПП «Белорусский автомобильный завод» Карьерный самосвал серии БелАЗ-756306. Руководство по ремонту БелАЗ 75306 – 3902080 РС/ РУПП «Белорусский автомобильный завод» – Республика Беларусь, 2007.
6. Олейников А.В. Организация грузовых перевозок [Электронный ресурс] : курс лекций/ А.В. Олейников; Сиб. федер ун-т, ХТИ филиал СФУ.
7. Токарев П.А. Отчет об исследовании эффективности использования труда водителей и автосамосвалов ООО «Восточно – Бейский разрез»/ П.А. Токарев; Челябинск, Научно-исследовательский институт эффективности и безопасности горного производства, 2019.
8. Трубецкой К.Н. Открытые горные работы. Справочник/ К.Н. Трубецкой, М.Г. Потапов, К.Е. Веницкий, Н.Н. Мельников и др., Горное бюро, 1994.
9. Научно исследовательский институт труда Государственного комитета СССР по труду и социальным вопросам. Единые нормы выработки на открытые горные работы для предприятий горнодобывающей промышленности. Часть IV Экскавация и транспортирование горной массы автосамосвалами/ НИИ труда, Москва, 1989.
10. Васильев В.А. Нормативы по защите окружающей среды. Методические указания/ В.А. Васильев, Сиб. федер ун-т, ХТИ филиал СФУ.

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

Хакасский технический институт -
филиал федерального государственного автономного образовательного
учреждения высшего профессионального образования
«Сибирский федеральный университет»
Кафедра «Автомобильный транспорт и машиностроение»

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

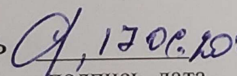

_____ Е.М. Желтобрюхов
подпись инициалы, фамилия
« 06 » 2021г.

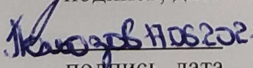
ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов»
код и наименование специальности

«Снижение расхода топлива и повышение производительности автосамосвалов
БелАЗ на ООО «Восточно – Бейский разрез», с. Кирба»
тема

Пояснительная записка

Руководитель  17.06.2021 доцент, к.т.н. А. В. Олейников
подпись, дата должность, ученая степень инициалы, фамилия

Выпускник  17.06.2021 Д.И. Полозов
подпись, дата инициалы, фамилия

Абакан 2021