


Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Южно-Уральский государственный университет»  
(национальный исследовательский университет)  
Факультет заочный инженерно-экономический  
Кафедра «Машины и технологии обработки материалов давлением»

ВКР ПРОВЕРЕНА

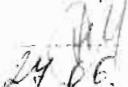
Рецензент

  
23.06.2016г.

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой.

д.т.н., профессор

  
24.06.2016г.

В.Г. Шеркунов


2016г.

РЕКОНСТРУКЦИЯ И РАСЧЕТ ПОВОРОТНОГО ОБОЗЛА  
АВТОГРЕЙДЕРА

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ  
151000.62.2016 742.00 ПЗ ВКР

Консультанты:

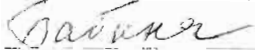
Экономический раздел

  
А.Б. Иванова, к.п.н.  
«20» июня 2016 г.

Руководитель ВКР


  
Е.А. Храмов  
«20» июня 2016 г.

Безопасность жизнедеятельности

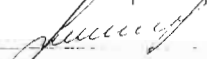
  
И.А. Бабина, к.ф-м.н.  
«22» 04 2016 г.

Автор работы

студент группы ПМЗ - 478

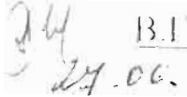
  
А.В. Кочу  
«23» 06 2016 г.

Нормоконтролер

  
А.В. Демчинова, ст. преп.  
«23» июня 2016 г.

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Южно-Уральский государственный университет»  
(национальный исследовательский университет)

Факультет Заочный инженерно-экономический  
Направление подготовки 151000.62 Технологические машины и оборудование  
Кафедра Машины и технологии обработки материалов давлением

УТВЕРЖДАЮ  
Зав. кафедрой  
доктор тех. наук, профессор  
 В.Г. Шеркунов  
24.06. 2016г.

## ЗАДАНИЕ

на выпускную квалификационную работу студента (ки)

гр. ТмЗ – 478 Кочу Андриан Васильевич

1. **Тема работы** « Реконструкция и расчет поворотного отвала автогрейдера»  
утверждена приказом от « 24 » 04 2016г. № 838
2. **Срок сдачи студентом законченной работы** 28 июня 2016г.
3. **Исходные данные к работе**
  - 1 Чертеж автогрейдера (общий вид)
  - 2 Расчетные данные по изделию
  - 3 Научно-техническая литература

## **4 .Содержание расчетно-пояснительной записки** (перечень подлежащих разработке вопросов)

### Аннотация

### Оглавление

### Введение

#### 1 Анализ исходных данных

Описание выбранной конструкции. Анализ существующих конструкций автогрейдеров. Описание кинематической схемы

#### 2 Конструкторский раздел

Реконструкция поворотного отвала. Замена крепление кронштейнов к поворотному кругу. Нарращивание отвала.

#### 3 Безопасность жизнедеятельности

Охрана труда и окружающей природы (шум, вибрация, общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны, светотехнические приборы машины и освещение территории, пожарная безопасность, охрана природы, указания мер безопасности).

#### 4 Экономический раздел

Расчет затрат на внедрение, монтаж, заработную плату, материальные затраты  
Сравнение проектной и базовой машины.

### Заключение

### Библиографический список



### Приложение

**5. Перечень графического материала** (с точным указанием обязательных чертежей)

1	Схема кинематическая	1 лист
2	Автогрейдер класса 140	1 лист
3	Основная рама	1 лист
4	Основное рабочее оборудование	1 лист
5	Тяговая рама	1 лист
6	Поворотный круг	0,5 лист
7	Отвал	0,5 лист
8	Технико-экономическое обоснование	1 лист

Всего 8 листов

**6. Консультанты по ВКР, с указанием относящихся к ним разделов работы**

Раздел	Консультант	Подпись, дата	
		Задание выдал	Задание принял
БЖД	Бабина И.А.		
Экономический	Иванова Л.Б.		20.04.16г.

Дата выдачи задания 23.04.2016 г.

Руководитель Храмцов Евгений Александрович



Задание принял к исполнению 23.04.2016 г.

Студент Кочу Л.В.



Two handwritten signatures are present in the bottom right corner. The top signature is in blue ink and the bottom signature is in black ink. Both are written over a faint grid background.

## КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

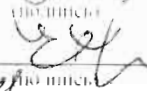
Наименование этапов выпускной квалификационной работы	Срок выполнения этапов работы	Отметка о выполнении
Анализ исходных данных	25.05.2016	выполнено ЕМ
Конструкторский раздел	03.06.2016	выполнено ЕМ
Экономический раздел	10.06.2016	
Раздел БЖД	15.06.2016	

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_



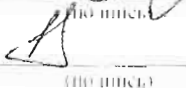
В.И. Шеркунов

Руководитель работы \_\_\_\_\_



Л.А. Храмов

Студент \_\_\_\_\_



/ А.В. Кочу /

## АННОТАЦИЯ

Кочу А.В. Расчет и реконструкция поворотного отвала автогрейдера  
 Челябинск: ЮУрГУ, МиГО МД, 2016, 92с., 17 ил., 18 табл. Библиографический список – 8 наименований, приложений - 4 А, Б, В, Г, Чертежей ф.А1., 6 л. Чертежей ф.А2., 2 л.

В выпускной квалификационной работе была рассмотрена реконструкция поворотного отвала, предложены решения, проверены основные параметры машины, такие как масса и требуемая мощность двигателя. Проведен проверочный тяговый расчет. Рассчитано усилие необходимое для выглубления машины из грунта. Рассмотрена экономическая часть, и вопросы связанные с охраной труда.

151000.62.2016.478.00.00.113

Изм.	Дата	№ докум	Исполн.	Дата				
Разработано		Кочу А.В.	<i>Кочу</i>	23.06.16	Расчет и реконструкция поворотного отвала автогрейдера	Итого стр.	Итого	Итого
Проверено		Ахметов Л.А.	<i>Ахметов</i>	20.06.16		ВКР	6	92
Исполнено		Пелушинова А.В.	<i>Пелушинова</i>	26.06.16		ЮУрГУ кафедра МиГО МД		
Утверждено		Шеркунов В.Г.	<i>Шеркунов</i>	29.06.16		г. Челябинск		

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	9
1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ.....	12
1.1 Анализ вариантов проектирования конструкции автогрейдера и выбор окончательного варианта проектирования для дипломного проекта .....	12
1.2 Описание выбранной конструкции .....	14
1.3 Описание кинематической схемы .....	20
2 РАСЧЕТНАЯ ЧАСТЬ .....	21
2.1 Реконструкция поворотного отвала .....	21
2.1.1 Отвал.....	22
2.1.2 Крепление кронштейнов к поворотному кругу .....	30
2.2 Проверка мощности двигателя .....	45
2.3 Тяговый расчет .....	49
2.4 Расчет механизмов управления .....	53
3 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	55
3.1 Оценка технической целесообразности конструкции изделия .....	56
3.2 Выбор перечня показателей, оценки технического уровня конструкций. ....	56
3.3 Расчет технико-экономических показателей.....	57
3.4 Списочная численность .....	60
3.5 Расчет З/П.....	60
3.6 Затраты на использование вычислительной техники $S_{\text{вм}}$ .....	67
3.7 Материальные затраты .....	68
3.8 Отчисления на социальные нужды $S_{\text{соц.н}}$ .....	68
3.9 Прочие затраты.....	68
4 ОХРАНА ТРУДА И ОКРУЖАЮЩЕЙ ПРИРОДЫ .....	70
4.1 Шум .....	71
4.2 Вибрация .....	76
4.3 Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны ..	82

							15100.62.2016.478.00.00 ИЗ	Итого
								7
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				

4.4 Светотехнические приборы машины и освещение территории.....	83
4.5 Пожарная безопасность .....	84
4.6 Охрана природы .....	85
4.7 Указания мер безопасности.....	87
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	90
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК .....	91

					15100.62-2016-478-00-00.113			То...
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				8



## ВВЕДЕНИЕ

Первые опыты строительства грунтовых дорог с использованием грейдера были проведены в России еще в 1910-х годах и впоследствии эти машины получили у нас широкое распространение. Из-за огромных масштабов дорожного строительства в нашей стране в послевоенное время возникла и развивалась новая отрасль машиностроения. В настоящее время дорожно-строительное производство невозможно без применения этих специализированных машин современной конструкции. Строительные организации РФ располагают значительным парком дорожно-строительных машин: из года в год расширяется их номенклатура, растет выпуск, улучшается качество машин.

Число производителей автогрейдеров в мире велико, хотя эти машины менее многочисленны, чем, скажем, бульдозеры или отваловые погрузчики. Несмотря на обилие марок, лежащие в основе конструкций автогрейдеров технические идеи практически одинаковы. Именно они придают этим машинам столь оригинальный вид. Современный автогрейдер – это, как правило, длинно-базовые трехосные машины, у которых две пары задних колес расположены очень близко друг к другу, а между средней и передней осями размещается грейдерный отвал, длина которого больше высоты в 5.. 7 раз.

Выпуск автогрейдеров в России в настоящее время осуществляют три завода строительно-дорожных машин – Брянский, Орловский и Челябинский, причем серийный выпуск тяжелых грейдеров освоит лишь Челябинский завод. Эти машины наиболее эффективны при выполнении землеройно-планировочных работ на строительстве, при ремонте и содержании дорог. По необходимости применяют их и в других сферах деятельности. Российские машиностроители могут с уверенностью сказать, что наши автогрейдеры по

						15100.62.2016.478.00.00.113	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Число	Дата			9

своим характеристикам мало уступают зарубежным аналогам и экспортируются более чем в 50 стран мира.

Тем не менее, по данным Госстроя России, парк автогрейдеров в стране в силу различных причин в последнее время становится меньше. Так, в 1995 году их насчитывалось 14 тысяч, в 2000 – уже не более 10 тысяч, причем 20% выработали срок амортизации. Начиная с 1997 года производство автогрейдеров начало увеличиваться, но в 2001-м произошел резкий его спад. Если в 1990 году было изготовлено 4732 автогрейдера, то в 2002 – лишь 992.

Снижение динамики продаж дорожно-строительной техники отмечается и в Западной Европе. Так, объем продаж грейдеров в 2003 году по отношению к 2002 году составил лишь 84%. Причины спада за рубежом очень похожи на российские – значительные производственные и финансовые ресурсы, необходимые для выпуска подобной техники, ее дороговизна и многое другое. Однако просторы нашей страны, состояние дорог и универсальность автогрейдеров всегда обеспечат высокий спрос на эти машины.

Такое положение вещей обостряет конкуренцию, и производители вынуждены постоянно улучшать свою продукцию, используя самые современные технические решения. Основное внимание уделяется выпуску высокопроизводительных, энергонасыщенных и автоматизированных машин, обеспечивающих выполнение работ в дорожном строительстве прогрессивными методами и позволяющих решать задачи комплексной механизации трудоемких строительных процессов. Это предъявляет определенные требования к уровню эксплуатации строительных, дорожных машин, а так же квалификации обслуживающего персонала.

Словом, сейчас многие сервисные и машиностроительные предприятия России оперативно реагируют на нужды рынка. В последнее время в развитии конструкций автогрейдеров определились такие тенденции: повышение

										15100.62 2016 478.00.00 113	Лист 10
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата							10

мощности двигателей без значительного увеличения массы машины  
улучшение способности работать при большом крене, а также в условиях  
низких и высоких температур, сильной запыленности воздуха, повышение  
транспортной и рабочей скоростей, автоматизация управления  
профилированием по заданным параметрам; повышение эргономичности и  
комфортности кабины; соответствие возрастающим требованиям по экологии

					15100.62.2016.478.00.00.113	л/с.
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата		31

## 1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

1.1 Анализ вариантов проектирования конструкции автогрейдера и выбор окончательного варианта проектирования для дипломного проекта

Для сравнительного анализа необходимо рассмотреть предназначение, достоинства и недостатки классифицируемых автогрейдеров. Масса является одним из главных параметров автогрейдеров, так как от нее зависят нагрузки на колеса, а, следовательно, тяговое усилие на ведущие колеса, являющееся тем показателем, по которому судят о рабочих возможностях автогрейдеров. Легкие автогрейдеры не обладают достаточными мощностями для выполнения всех необходимых видов работ. Поэтому их применение ограничивается лишь работами по содержанию и ремонту дорог.

Краткой, но выразительной характеристикой ходовой части автогрейдеров является их «колесная формула». Это общепринятое сочетание трех символов, составляемое по схеме «А x В x С». А - показывает количество осей с управляемыми колесами, В - число ведущих осей и С - общее количество осей. Легкие и средние автогрейдеры имеют одинаковую колесную формулу 1 x 2 x 3. В тяжелых грунтовых условиях или ситуациях, когда скорость работы важнее всего, предпочтительна формула 1 x 3 x 3. Как правило, это тяжелые машины массой 19 тонн и более, широкое использование которых сдерживается их непропорционально большой ценой. Стоит отметить, что серийный выпуск тяжелых грейдеров освоил лишь Челябинский завод. Возможно, когда бурное развитие гидрообъемных трансмиссий коснется и этой отрасли дорожно-машиностроения, стоимость полноприводных автогрейдеров не будет столь разительно отличать их от заднеприводных. У полноприводных автогрейдеров выше сила тяги, и значительно лучше курсовая устойчивость (потеря курсовой устойчивости при больших сопротивлениях на отвале - слабое место всех

										15100.62.2016.478.00.00.113	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Поиск	Дата							12

автогрейдеров). Их целесообразно применять при сооружении, строительстве и содержании дорог в сложных грунтовых условиях, в северных регионах страны

У строителей наиболее популярны машины с формулой 1 x 2 x 3. Так, автогрейдеры среднего тина предназначены для работ при сооружении дорог средних грунтовых условиях, при ремонте и восстановлении грунтовых дорог. Средние автогрейдеры по сравнению с тяжелыми, имеют меньшие габаритные размеры, что повышает их маневренность. На нашей территории целесообразно использовать модели средних автогрейдеров, так как они превосходят своих легких собратьев по большинству показателей.

Специфика машины такова, что без специального переоборудования ее можно использовать только для планирования и профилирования, доля которых в общем объеме работ относительно невелика. Отдельного упоминания заслуживают усилия машиностроителей, направленные на сокращение простоев автогрейдеров. Их конструкция позволяет использовать почти все виды дополнительного рабочего оборудования, навешиваемые на раму. Это повышает его производительность. Все модели автогрейдеров унифицированы. В российских условиях машины выходят из строя после 7-9 лет жесткой эксплуатации. Они не просто ломаются, а изнашиваются. У этой проблемы есть решения – капитальный полнокомплектный ремонт, при котором возможна замена до 90% изношенных деталей. Этот вариант решения обойдется значительно дешевле, чем покупка новой машины. Это немаловажно.

Проанализировав сказанное ранее, я выбираю автогрейдер к веса 140 с колесной формулой 1 x 2 x 3. Этот автогрейдер наиболее подходит для нашего региона и обладает хорошими технико-экономическими показателями, в том числе и наиболее разумной ценой. В случае необходимости можно будет провести полнокомплектный ремонт с установкой самых последних новшеств и рационализаторских предложений.

										15100.62.2016.478.00.00.113	13
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата							

## 1.2 Описание выбранной конструкции

Автогрейдер класса 140 предназначен для землеройно-профилировочных работ, строительства и содержания дорог и может использоваться на работах по перемещению и распределению грунта и дорожно-строительных материалов, планировке откосов, выемок, насыпей, устройству корыта и боковых канав, очистке дорог от снега, смещения грунтов с добавками и вяжущими материалами на полотне дороги, а также для рыхления асфальтовых покрытий, булыжных мостовых и тяжелых грунтов с помощью дополнительного рабочего органа-рыхлителя заднего расположения. Он может работать в грунтах I-III категорий при температуре от 313K (40°) до 233K (-40°) в условиях умеренного климата.

Общий вид автогрейдера приведен ниже на (рисунке 1). Главными составными частями являются: основная рама, тяговая рама с поворотным кругом и отвалом, бульдозер, силовая установка, трансмиссия, ходовая часть, механизмы управления, кабина оператора, рыхлитель - кирковщик.

На автогрейдере в качестве силовой установки используется дизельный двигатель. В силовую передачу входят: муфта сцепления, коробка передач задний мост и карданные валы.

Муфта сцепления двухдисковая, постоянно замкнутого типа, установлено на дизеле. На автогрейдерах устанавливается механическая коробка передач с шестью передачами вперед и двумя назад. Задний мост представляет собой балансирную двухосную тележку со всеми ведущими колесами. Передний мост шарнирно соединен с основной рамой автогрейдера. Такое соединение обеспечивает поперечное качение моста в обе стороны. Основным рабочим органом автогрейдера является отвал, который имеет универсальную установку в пространстве для производства работ специфических для автогрейдера. Дополнительные рабочие органы – бульдозер и рыхлитель. Рулевое управление состоит из гидроджойа и привода к нему.

										15100.62.2016.478.00.00.113	Ил
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата							14

Передние колеса поворачиваются цилиндрами. Колеса заднего моста оборудованы колодочными тормозами. В системе управления тормозами имеется гидроусилитель. Стояночный тормоз колодочного типа установлен на входном валу заднего моста. Управление муфтой сцепления механическое с гидроусилителем. Гидравлическая система управления рабочими органами раздельно-агрегатная. Гидронасос установлен на двигателе. Гидрораспределители закреплены снаружи на передней стенке кабины. Кабина оборудована сиденьем, рычагами и педалями управления, щитком приборов. На автогрейдер имеются звуковой сигнал, указатели поворотов, габаритов и торможения, рабочие и транспортные фары, проблесковый маяк. Конструкция автогрейдеров предусматривает возможность агрегатирования с плужным снегоочистителем, удлинителем отвала, толкающей плитой, щеткой погрузчиком, а также другим навесным оборудованием.

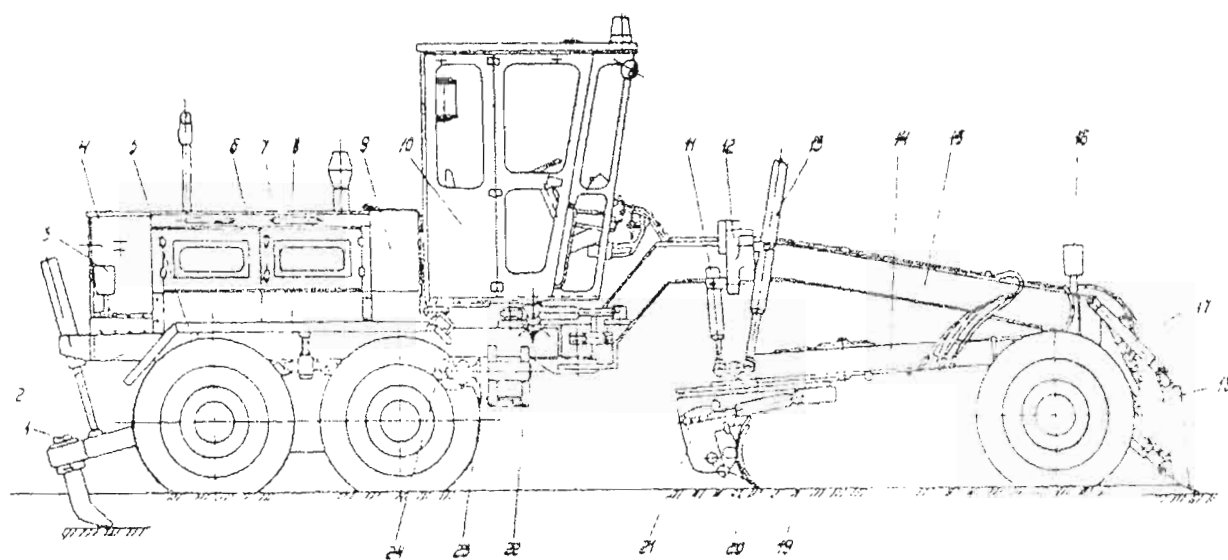


Рисунок 1 – Общий вид автогрейдера

1-рыхлитель-кирковщик; 2-рама подmotorная; 3, 16-корпус фары; 4-бак гидросистемы; 5-крыло; 7-ящик аккумуляторный; 8-мост задний; 9-бак топливный; 10-кабина; 11-гидроцилиндр выноса тяговой рамы; 12-механизм фиксации; 13-гидроцилиндр подъема отвала; 14-рама тяговая; 15-бака

											15
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15100.62.2016.478.00.00.113						15

хребтовая; 17-бульдозер; 18-мост передний; 19-круп поворотный; 20-отвал, 21- гидроцилиндр изменения угла резания отвала; 22-подножка; 23-коробка передач; 24-вал карданный

Рама автогрейдера (рисунок 2) сварной конструкции. Она состоит из подмоторной рамы и хребтовой балки. На подмоторной раме установлены кабина, коробка передач, двигатель, каноп, баки. В задней части подмоторной рамы крепится рыхлитель — кирковщик, снизу присоединяется задний мост. К хребтовой балке к передней части присоединены передний мост, бульдозер и тяговая рама рабочего органа. В средней части к раме крепится механизм подвески гидроцилиндров подъема отвала и выноса тяговой рамы

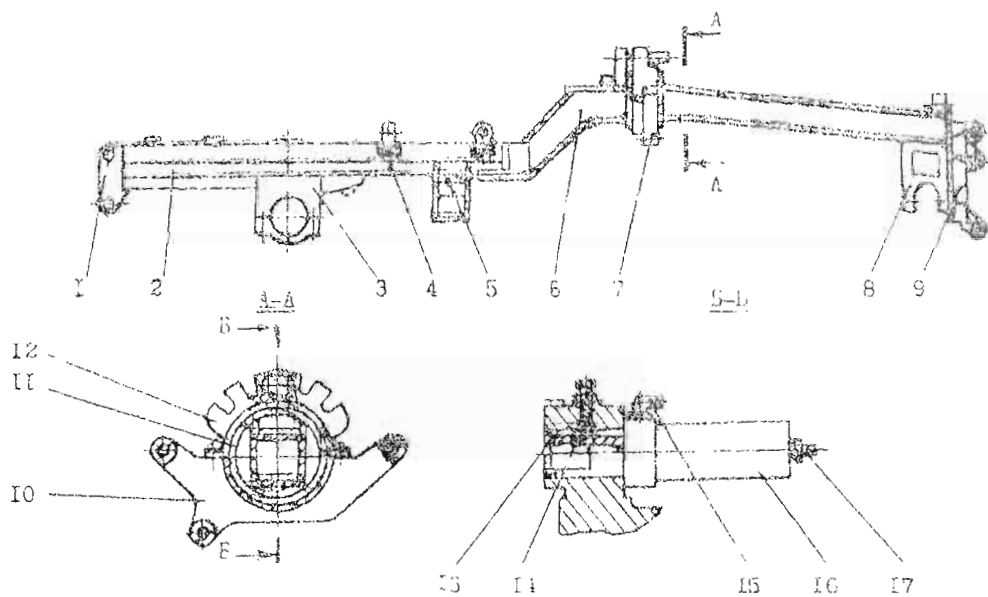


Рисунок 2 — Основная рама

1-кронштейн крепления рыхлителя; 2-подмоторная рама; 3-хомут; 4-опора кабины; 5-подножка; 6-хребтовая балка; 7-механизм подвески гидроцилиндров; 8-отливка головная; 9-рама крепления бульдозера; 10-поворотный хомут; 11-цапфа; 12-сектор; 13-фиксатор; 14-винт; 15,17-штуцер; 16-гидроцилиндр

Механизм подвески гидроцилиндров имеет поворотный хомут 10 с тремя кронштейнами, на которых установлены вилки гидроцилиндров

					15100.62.2016.478.06.00.113	16
Изм.	Вид	№ докум.	Измен.	Дата		10



подъема отвала и выноса тяговой рамы. Хомут может поворачиваться вокруг цапфы 11, приваренной к хребтовой балке. Замыкания поворотного хомутика в определенном положении производится фиксатором 13, который закреплен на штоке гидроцилиндра 16. Сектор 12, приваренный к хребтовой балке, имеет 5 пазов. Крайние пазы служат для фиксации механизма подвески при установке отвала под углом до 90 градусов, средний паз служит для установки механизма в исходное положение, промежуточные пазы — для промежуточных положений.

Управление гидроцилиндром фиксатора производится рычагом из кабины. При замыкании механизма фиксатор входит в паз сектора, при размыкании выходит из паза.

Грейдерный отвал — основной рабочий орган машины и его главное достоинство — способность занимать в пространстве практически любое положение. Он может вращаться в горизонтальной плоскости на 360° в любом направлении, становиться вертикально справа или слева от автогрейдера, выдвигаться вправо или влево более чем на треть своей длины, поворачиваться вокруг собственной режущей кромки. А получил он такую замечательную возможность благодаря системе крепления отвала к раме машины.

Главная особенность системы крепления заключается в том, что собственно отвал является частью узла, основу которого составляет тяговая рама автогрейдера, представляющая собой А- или Г-образную в плане металлоконструкцию, сваренную из балок коробчатого сечения и шарнирно прикрепленную к передней части основной рамы (хребтовой балки) машины в одной точке над осью передних колес. Для крепления тяговой рамы используется универсальный шарнир, позволяющий ей поворачиваться во все стороны и вращаться вокруг собственной продольной оси. Прочность шарнира вполне соответствует условиям, возникающим на отвале.

						15100.62.2016.478.00.00.113	15
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			17

Широкая сторона тяговой рамы поддерживается двумя гидроцилиндрами подъема/опускания отвала ( левым и правым). Вместе эти устройства образуют своеобразный рычажный механизм, жесткость которому в поперечном направлении придает еще один гидроцилиндр, служащий для выноса тяговой рамы в сторону и образующий диагональ «четырехугольника». Такая система обеспечивает раме большие возможности перемещения, диапазон которых резко увеличивается, если гидроцилиндры подъема/опускания отвала и гидроцилиндр выноса тяговой рамы крепятся к скобе, вращающейся вокруг хребтовой балки машины.

К тяговой раме крепятся скользящие опоры (пять и более), поддерживающие большое зубчатое колесо с внешним и внутренним зацеплением – поворотный круг, к которому прикреплен отвал, вращающийся относительно тяговой рамы благодаря гидромотору или гидроцилиндрам. Особенности крепления отвала к поворотному кругу позволяют поворачивать его относительно режущей кромки и сдвигать относительно круга влево или вправо.

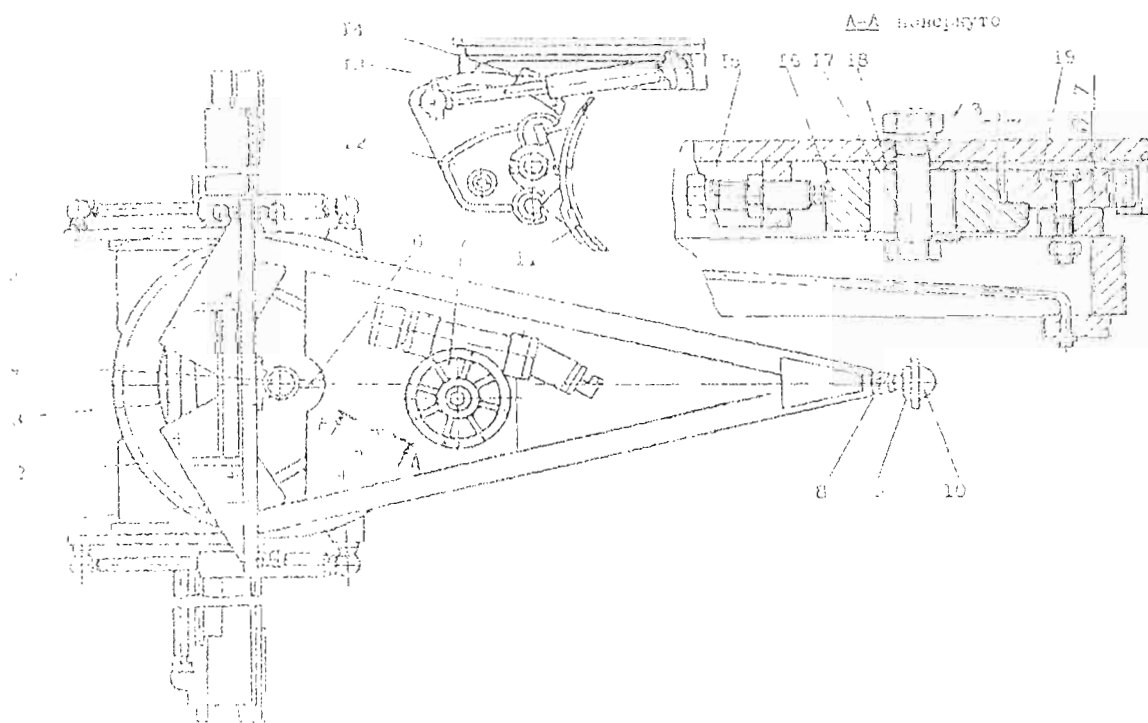


Рисунок 3 – Рабочее оборудование

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15100 62.2016 478.00 00 113

1-тяговая рама; 2-поворотный круг; 3-гидроцилиндр выноса отвала; 4-гидравлический шарнир; 5-шарнир; 6-водило; 7-редуктор поворота отвала; 8-палец; 9-крышка; 10-шарнир; 11-отвал; 12-кронштейн; 13-гидроцилиндр изменения угла резания отвала; 14-кронштейн; 15-регулирующие болты; 16-накладка; 17-болты; 18-регулирующая прокладка; 19-зубчатый венец.

Рабочее оборудование состоит из трех крупных узлов: тяговой рамы 1, поворотного круга 2, отвала 11 и закрепленных на них агрегатов.

Тяговая рама 1 сварной конструкции, V-образной формы. В передней части рамы имеется шарнир с крышкой для соединения с головной отливкой основной рамы. Снизу к раме приварены плиты для крепления поворотного круга 2, на передней плите крепится также редуктор поворота отвала 7. На поперечной балке имеется три шарнира для крепления штоков гидроцилиндров подъема отвала и выноса тяговой рамы.

Поворотный круг состоит из кольца с приваренными цапками и зубчатого венца 19, прикрепленного к кольцу болтами. Это дает возможность изменять положение венца относительно поворотного круга при неравномерном износе зубьев. К тяговой раме поворотный круг крепится с накладками 16 с регулировочными прокладками 18.

Отвал 11 крепится к поворотному кругу двумя кронштейнами 12, установленными на штанге поворотного круга. На отвале установлены основные и боковые ножи реверсивного типа. При износе режущей кромки основных ножей перестановка их производится переворачиванием. При износе режущей кромки боковых ножей перестановка их производится выдвиганием (смещением на одно отверстие вниз), или переворачиванием.

Изменение угла резания отвала производится гидроцилиндрами 13. Вынос отвала относительно тяговой рамы в обе стороны производится гидроцилиндром 3. Съёмный кронштейн для крепления головки штока гидроцилиндра на отвале может быть передвинуть

										15100 62 2016 478 002 001 113	19
Изм.	Черт.	№ докум.	Исполнен.	Дата							

Поворот отвала в плане осуществляется редуктором 7, цилиндрическая шестерня которого входит в зацепление с зубчатым венцом поворотного круга

Гидравлический шарнир 4, закрепленный на поперечной балке тяговой рамы, служит для подвода рабочей жидкости к гидроцилиндрам изменения угла резания отвала и выноса отвала

### 1.3 Описание кинематической схемы

Первичный вал 18 коробки передач вращается на подшипниках посаженных в корпусе. На первичном валу на шлицах закреплена ведущая шестерня 17, которая находится в постоянном зацеплении с шестерней 14 вторичного вала 15. Кроме того, на первичном валу на подшипниках посажены шестерня 16, находящаяся в постоянном зацеплении с шестернями 13 и 19 и шестерня 7, которая находится в постоянном зацеплении с шестерней 6 промежуточного вала. На первичном валу на шлицах закреплена шестерня 8, по которой скользит зубчатая муфта 9

На вторичном валу на подшипниках посажены шестерни 10 и 13 и на шлицах шестерни 14 и 11. По шестерни 11 скользит зубчатая муфта 12. Зубчатые муфты 9 и 12 управляются рычагом из кабины водителя. На промежуточном валу 21 на шлицах неподвижно закреплены шестерни 5, 6, 19, 20. Шестерни 5 и 20 находятся в постоянном зацеплении соответственно с шестернями 27 и 22 ведомого вала, посаженными на подшипниках. По шестерне 26, закрепленной неподвижно на шлицах на ведомом валу 23, скользит зубчатая муфта 24 управляемая рычагом из кабины водителя

Коробка передач соединена с муфтой сцепления двигателя карданным валом 2, для остановки которого установлен тормозок 1

Задний мост служит для увеличения крутящего момента, передаваемого к нему от коробки передач, и передачи его на колеса. Задний мост состоит из

							15100.62.2016.478.00.00 113	20
Изм	Чист	№ докум	Подпись	Дата				

редуктора моста и двух бортовых редукторов (балансера). Редуктор моста соединяется с коробкой передач карданным валом 4 и состоит из смонтированных в одном блоке главной передачи с дифференциалом и двух планетарных передач.

Главная передача – коническая, одинарная. Ведущая коническая шестерня 27 вращается на двухрядном коническом роликовом подшипнике. Ведомая коническая шестерня 28 закреплена на ступице дифференциала, представляющим собой двухстороннюю зубчатую муфту свободного хода бесшумного типа. Корпус дифференциала вращается на шариковом подшипнике и двухрядном коническом роликовом подшипнике. Передача крутящего момента от главной передачи на колеса осуществляется валами 29, планетарными передачами через шестерни 32 редуктора моста и шестерни 33, 34 правого и левого балансиров на колесные валы 35, на которых закреплены ступицы с установленными на них колесами и колесными тормозами 36.

На редукторе заднего моста установлен стояночный тормоз 3 шарикового типа, диск которого закреплён на фланце входного вала этого редуктора. Стояночный тормоз через систему рычагов и тяг управляется из кабины водителя.

## 2 РАСЧЁТНАЯ ЧАСТЬ

### 2.1 Реконструкция поворотного отвала

Проанализировав автотрейдер при непосредственном его эксплуатации, а конкретно отвал были обнаружены конструктивные изъяны (слабые места). Далее мною будут рассмотрены данные проблемы и варианты их решения.

					15100.62.2016.478.00.00.113	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		21

### 2.1.1 Отвал

В зимнее время года автогрейдером производится уборка дорог от большого количества снежного покрова. При сборании отвалом снега большое количество его попадает за отвал.

Рассмотрим варианты решения данной проблемы и выберем наиболее эффективный.

Для предотвращения попадания снега за отвал можно

- 1) Увеличить размеры отвала.
- 2) Нарастить отвал металлом либо резиной

Первый случай решит проблему но, это экономически не выгодно. Потому что увеличение габаритных размеров это, больше материала для изготовления отвала, а так же увеличение габаритных размеров повлечет за собой конструктивные изменения всего автогрейдера

Второй случай более прост и экономически выгоден

Выбор материала

Поставляет другой вопрос, из какого материала нарастить отвал?

а) Резина - отличается от других материалов высокими эластичными свойствами, которые присущи каучуку - главному исходному материалу резины. Для резиновых материалов характерна высокая стойкость к истиранию, газо- и водонепроницаемость, химическая стойкость, электроизолирующие свойства и небольшая плотность

б) Сталь - основной металлический материал, широко применяемый для изготовления деталей машин, летательных аппаратов, приборов, различных

						15100.62 2016.478.00.00 113	
Изм.	Испол.	№ докум.	Исполн.	Дата			22

инструментов и строительных конструкций. Стали сочетают высокую жесткость с достаточной статической и циклической прочностью. Эти параметры можно менять в широком диапазоне за счет изменения концентрации углерода, легирующих элементов и технологий термической и химико-термической обработки. Изменив химический состав, можно получить стали с различными свойствами, и использовать их во многих отраслях техники и народного хозяйства.

В данном случае я выбираю сталь.

Выбор стали будем производить, основываясь на ее механических, физико-химических и технологических свойствах, а так же стоимости.

Так как пластина не будет испытывать значительных нагрузок материал для нее выберем Сталь обыкновенного качества.

Стали обыкновенного качества изготавливают следующих марок Ст3, Ст4, Ст5, Ст6 (с увеличением номера возрастает содержание углерода). Ст4 - углерода 0.18-0.27%, марганца 0.4-0.7%.

С повышением условного номера марки стали возрастает предел прочности ( $R_m$  МПа ( $\text{Н/мм}^2$ )) и текучести ( $R_{p0.2}$  МПа ( $\text{Н/мм}^2$ )). Из сталей обыкновенного качества изготавливают горячекатаный рядовой прокат - балки, швеллеры, уголки, прутки, а также листы, трубы и поковки. Стали в состоянии поставки широко применяют в строительстве для сварных, клепаных и болтовых конструкций.

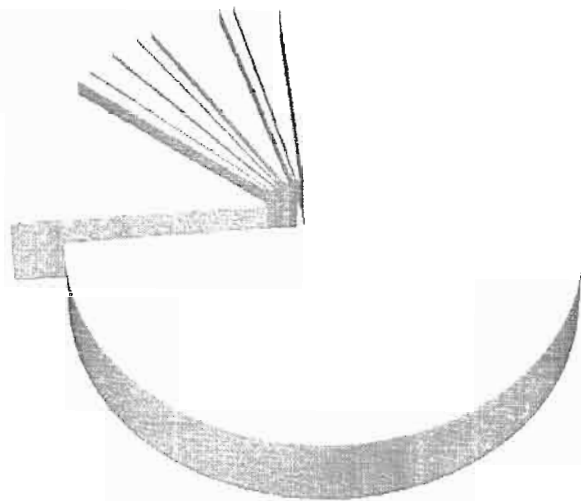
Выберем Ст3

					15100.62.2016-478.00.00.113	09
№ п/п	Имя	№ докум.	Подпись	Дата		13

Таблица 1- Сталь конструкционная углеродистая обыкновенного качества

Химический состав в % стали Ст3сп

C	0,14 - 0,22
Si	0,15 - 0,3
Mn	0,4 - 0,65
Ni	до 0,3
S	до 0,05
P	до 0,04
Cr	до 0,3
N	до 0,008
Cu	до 0,3
As	до 0,08
Fe	~97



Твердость материала:  $HV_{10}^{-1} = 131 \text{ МПа}$ .

Свариваемость материала: без ограничений

Флокеноочувствительность: не чувствительна.

Склонность к отпусковой хрупкости: не склонна.

Изм	Испол	№ докум	Подпись	Дата

15100.62.2016.478.00.00.113



## Выбор электродов

При изготовлении различных изделий, в процессе монтажа каких-либо конструкций и в ряде других случаев технология предусматривает применение сварочных аппаратов. Видов сварки существует несколько, но одним из самых распространенных является ручная дуговая. При этом используется постоянное или переменное напряжение, и применяются электроды, основой которых является металл.

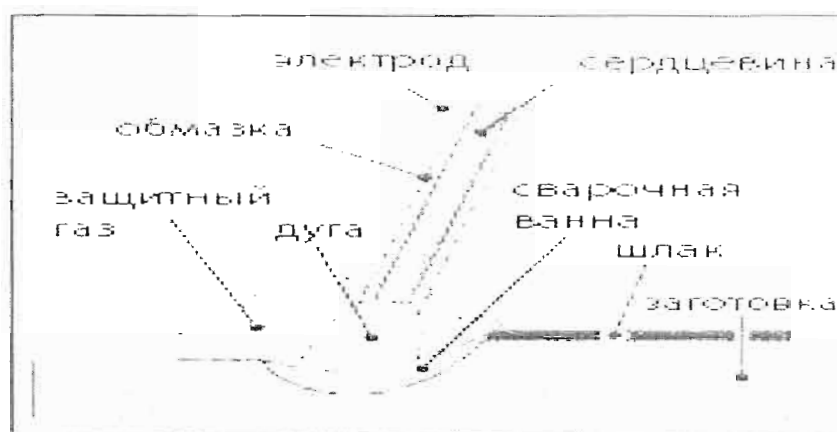


Рисунок 4 – Электрод

Суть этого процесса в том, что при нагревании электродом соединяемых деталей их кромки расплавляются, и его металл полностью затвердевает.

Самые популярные виды электродов для ручной дуговой сварки

1. Электроды для сварки углеродистых и низколегированных сталей
2. Электроды для сварки легированных сталей повышенной прочности
3. Электроды для сварки высоколегированных кислотоустойчивых сталей
4. Электроды для сварки легированных и теплоустойчивых сталей

5. Электроды для сварки магистральных нефтегазопроводов

6. Электроды для сварки высоколегированных жаропрочных сталей

7. Электроды для сварки высоколегированных и разнородных сталей

Диаметр

Он зависит от толщины свариваемых «поверхностей». Исходя из этого, подбирается сила тока и сечение электрода. Можно ориентироваться на данные таблицы 2

Таблица 2 Данные электрода

Толщина детали (мм)	Ток (А)	Сечение электрода (мм)
2	55-65	2-2,5
3	70-130	2,5-3
4-5	130-210	3-4
6-12	210-240	3-4
более 12		5-6

Так как толщина пластины 10 (мм) выбираем сечение электрода в бо́льшую сторону – 4 (мм).

Маркировка

Остановимся только на тех изделиях, которые имеют наиболее широкое применение

для любой стали – УОНИ;

для труб водопроводных – ЦУ-5 (их аналогом являются электроды ЕС АВЮК 53.70);

для «нержавейки» – ЦЛ-11;

для алюминия – ЕСАВОК 96.20;

универсальные (напряжение постоянное/переменное) – ОЗС. МРЗ. Причем значение тока меньше, чем при работе с УОНИ, да и образование шлака минимальное.

В нашем случае выбираем марку электродов ОЗС

Проектировочные размеры пластины

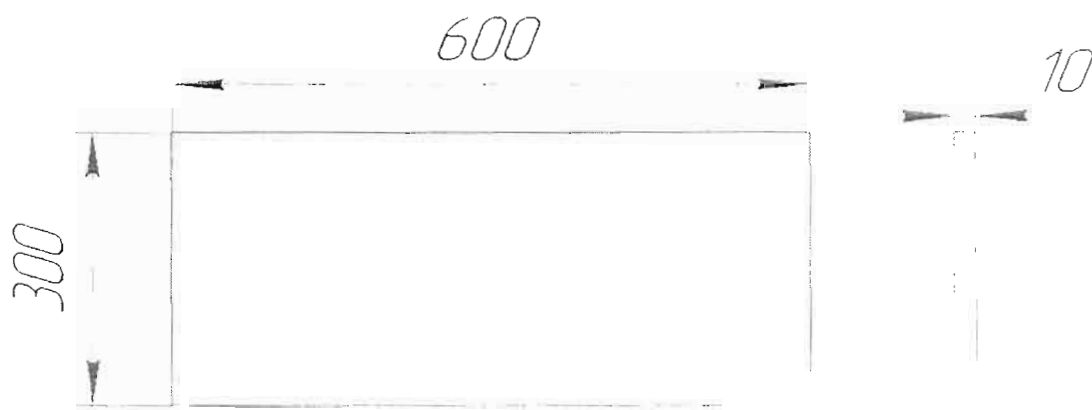


Рисунок 5 - Проектировочные размеры пластины

Расчет сварного соединения

Прочность сварного соединения должна быть не ниже прочности основного металла.

Прочность сварного соединения характеризуется величиной фактических напряжений, возникающих в нем от действующих усилий. Чтобы соединение было прочным, фактические напряжения должны быть ниже тех, при которых металл плав разрушается. Принимаемые при расчете напряжения называются расчетными и обозначаются  $\sigma$ .

Расчетное напряжение, т. е. напряжение от расчетных усилий, не должно превышать расчетного сопротивления металла  $R$ , т. е.  $\sigma < R$ .

										15100.62.2016.478.00.00.113	л/с.
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата							27

Величина расчетных сопротивлений (напряжений) регламентируется нормами, установленными для тех или иных конструкций, в зависимости от их назначения, применяемого металла, условий работы, методов контроля и пр.

Расчетное напряжение всегда ниже предела текучести данного металла. Отношение предела текучести  $\sigma_t$  к расчетному напряжению  $\sigma$  называется запасом прочности.

$$n_t = \sigma_t / \sigma \quad (1)$$

где  $n_t$  --- запас прочности.

Для стальных изделий запас прочности по пределу текучести обычно равен  $n_t=1,2-1,6$ .

Расчетные сопротивления металла стыковых швов  $R_c^{cb}$ , принимаемые при расчетах сварных швов стальных строительных конструкций, регламентируются «Строительными нормами и правилами». По этим нормам для ручной, полуавтоматической и автоматической сварки стыковых швов на стали С13 и С14 величина  $R_c^{cb}$  при растяжении равна

- для обычных методов контроля швов (наружным осмотром и обмером)  $R_c^{cb} = 1765111 \text{ Н*м}$ .

- для повышенных способов контроля (рентген и гаммаграфия, ультразвуковая и магнитографическая дефектоскопия и др.)  $R_c^{cb} = 2059311 \text{ Н*м}$

- при срезе  $R_c^{cb} = 12748 \text{ Н*м}$ .

Стыковые швы на прочность рассчитывают по формуле

$$N = R_c^{cb} S L \quad (2)$$

где  $N$  - предельно допускаемое действующее расчетное усилие, Н\*м.

$R_{\sigma}^{st}$  - расчетное сопротивление растяжению для металла шва, Н/мм

$S$  - толщина металла в расчетном сечении, см;

$l$  - длина шва, см.

$$R_{\sigma}^{st} = 17651 \text{ Н/мм}; S = 1 \text{ см}, l = 500 \text{ см}$$

Такой шов может безопасно работать при наибольшем усилии равном

$$N = 17651 * 1 * 500 = 8825500 \text{ Н*м}$$

Так как сварное соединение осуществлено несколькими швами, то их расположение будет таким, чтобы нагружение было равномерным

Изображение проекта на рисунке (рисунок 6).

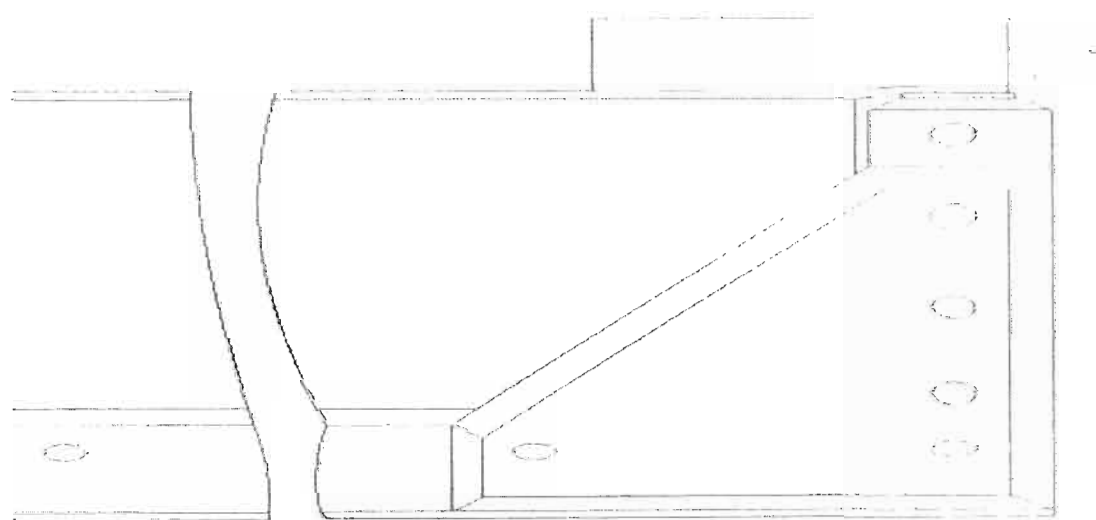


Рисунок 6 - Отвал

					<i>15100,62 2016 478,00 000 113</i>	29
Изм	Лист	№ докум	Измен.	Дата		

Значок в углу рисунка означает: Шов прерывистый или точечный с шахматным расположением.

## 2.1.2 Крепление кронштейнов к поворотному кругу

В данной модели кронштейны крепятся к поворотному кругу шлангом, проходящая через две проушины. Во время эксплуатации авторейтера в случае когда отвалом убирается твердый грунт (каменистый) случается поломка шланга с какой либо стороны. В случае поломки одной стороны требуется демонтировать ее с все четырех проушин, что является очень проблематичным. Рассмотрим варианты решения данной проблемы.

а) Изготовление оси из более прочного материала.

б) Изменение конструкции крепления кронштейна на более надежную

Вариант (а) возможно решит от части проблему и поломки будут реже, но это не упрощает ремонт, а так же растраты на материал увеличатся. Этот вариант не даст экономического эффекта

Вариант (б) является интересным так как, заменив ось мы упростим ремонт. Так как конструкция является съёмной было бы разумно заменить ось на болтовое соединение.

В данном случае вариант (б) будет более подходящим, так как упростится ремонт, а конкретно демонтаж. Болтовое соединение позволит производить замену крепления двух проушин независимо друг от друга

Выбор болтов для крепления отвала к кронштейну

Болт — крепёжное изделие в виде стержня с наружной резьбой как правило, с шестигранной головкой под гаечный ключ, образующее соединение при помощи гайки или иного резьбового отверстия.

					15100.62 2016 478.00 00 113	№
Изм.	Лист	№ докум.	Электрон.	Дата		30

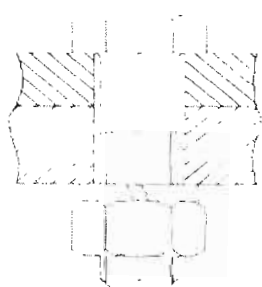
- массовость

#### Недостатки.

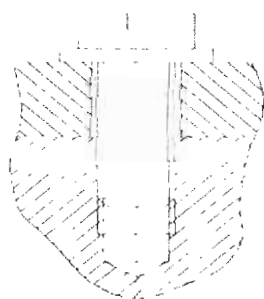
- раскручивание (*самоотвинчивание*) при переменных нагрузках и без применения специальных устройств (средств).
- отверстия под крепёжные детали, как резьбовые, так и гладкие, вызывают концентрацию напряжений.
- для уплотнения (герметизации) соединения необходимо использовать дополнительные технические решения.

#### Классификация резьбовых соединений

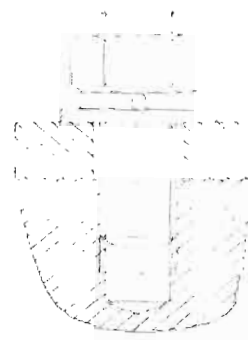
- резьбовое соединение деталей с резьбой, нарезанной непосредственно на этих деталях, детали вкручиваются одна в другую.
- резьбовое соединение при помощи дополнительных соединительных деталей, например, болтов, шпилек, винтов, гаек и т.д.
  - болтовое соединение (рисунок 7).
  - винтовое соединение (рисунок 8);
  - шпильчатое соединение (рисунок 9).



Болтовое соединение



Винтовое соединение



Шпильчатое соединение

Изм	Объём	№ докум	Изготвиль	Дата

15100.62.2016.478.00.00.113

ИЛС

Механические свойства болтов, крепёжных винтов и шпилек

Механические свойства болтов, крепёжных винтов и шпилек из углеродистых нелегированных и легированных сталей по ГОСТ Р 52627-2006 (ISO 898-1:1999) при нормальных условиях характеризуют 11 классов прочности: 3.6, 4.6; 4.8, 5.6, 5.8, 6.8, 8.8, 9.8, 10.9, 12.9. Первое число, умноженное на 100, определяет номинальное значение предела прочности на растяжение в  $\text{H/mm}^2$ , второе число (отделённое точкой от первого), разделённое на 10, - отношение предела текучести к номинальному пределу прочности на растяжение. Произведение этих чисел, умноженное на 10, определяет номинальный предел текучести в  $\text{H/mm}^2$ .

Гайка — крепёжное изделие с резьбовым отверстием, образующее соединение с помощью винта, болта или шпильки.

Гайка имеет множество разновидностей и названий от сантехники и прочих наименований таких как:

- шестигранные,
- шестигранные с фланцем,
- круглая со шлицем на торце,
- прорезные (корончатые),
- колпачковые,
- гайки-барашки,
- рым-гайки

Механические свойства гаек

Гайки из углеродистых нелегированных и легированных сталей по ГОСТ Р 52628-2006 (ISO 898-2:1992, ISO 898-6:1994) разделяются по классу прочности ( $d$  – номинальный диаметр резьбы):

Изм.	Лист	№ докум.	Поиск	Дата	15100.62.2016.478.06.00.113					33



- 4; 5; 6; 8; 9; 10; 12 — для гаек с нормальной высотой, равной или более  $0,8d$ , и крупной резьбой;
- 5; 6; 8; 10; 12 — для гаек с нормальной высотой, равной или более  $0,8d$ , и мелкой резьбой;
- 04; 05 — для гаек с номинальной высотой от  $0,5d$  до  $0,8d$ .

Классе прочности для гаек с нормальной высотой указывает на наиболее высокий класс прочности болтов, с которыми они могут создавать соединение — то есть на первую из цифр в обозначении класса прочности соответствующего болта.

Для гаек с номинальной высотой от  $0,5d$  до  $0,8d$  первая цифра «0» указывает на более низкую нагрузочную способность резьбового соединения с такой гайкой, а вторая цифра, умноженная на 100, соответствует номинальному напряжению от пробной нагрузки при испытании.

					<i>15100.62.2016-478-00/00/113</i>		10
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			44

Таблица 3 - Механические свойства болтов, шпилек, винтов по ГОСТ Р 52627-2006

Класс прочности	Марка стали	Применяемые гайки		Предел прочности на растяжение		Предел текучести Rel, Rp0,2, МПа	Относительное удлинение после разрыва A, %	Ударная вязкость КИДж/см <sup>2</sup>	Твердость по Бринеллю	
		Класс	Марка	Н	М				Н	М
9.8	35		4							
	35		0							
	X, 38		X							
	XA, 45		4							
	1		0							
	401		X	9	9				2	3
	2, 40	10	Г	0	0	720	10	50	7	4
	X, 40		С	0	0				6	2
	X, 30		А							
	XГ		Г							
	СА, 35		6							
	XI		X							
	СА, XI		С							
				II						

15100.62 2016.478 00.000 113

## Выбор резьбы

По назначению различают крепежные резьбы, предназначенные для скрепления деталей; крепежно-уплотняющие резьбы, служащие не только для скрепления соединяемых деталей, но и создания герметичности их соединения; резьбы для передачи движения, применяемые в передачах винт-гайка и червяках червячных передачах.

По форме профиля:

- треугольная;
- прямоугольная;
- трапециевидная;

Круглая

По направлению винтовой поверхности:

- левые;
- правые;

По числу заходов:

- однозаходные;
- многозаходные;

В нашем случае меня интересует крепежная резьба

В качестве крепежной применяют преимущественно треугольную резьбу, так как она наиболее прочная, обеспечивает большое трение на поверхности резьбовых деталей и тем самым увеличивает надежность предохранения от самоотвинчивания, проста и удобна в изготовлении.

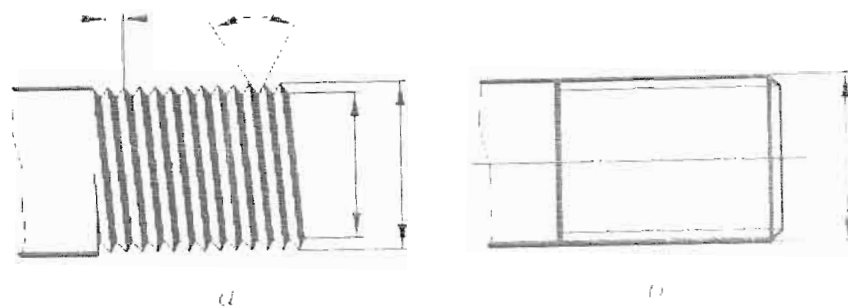


Рисунок 11 Резьба треугольная

### Основные виды стандартных крепежных резьб:

- метрическая;
- дюймовая;
- метрическая коническая;
- крутая.

Метрическая – основная треугольная крепежная резьба

Дюймовая – так же как и метрическая, - треугольная, крепежная. Ее применяют для замены резьбовых деталей старых и импортных машин ввозимых из стран, в которых применяется дюймовая система мер (США, Англия и др.), и в некоторых особых случаях.

Метрическая коническая – имеет треугольный профиль, аналогичный (по размерам элементов профиля) профилю метрической резьбы. Она применяется для конических резьбовых плотных (недровняемых) соединений.

Крутая – применяется для винтов, несущих большие динамические нагрузки, работающие в загрязненной среде с частым отвинчиванием и завинчиванием (вагонные сцепки, пожарная арматура) а так же в тонкостенных изделиях, как, например, на цоколях и патронах электрических

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15100.62-2016-478.00.00.113					10
										34

гамн, и частей противогазов и т.п.

Проанализировав виды стандартных крепежных резьб выбираем метрическую резьбу.

Метрическая резьба см. рисунок 12. Это наиболее распространенная из крепежных резьб. Имеет профиль в виде равнобедренного треугольника, следовательно,  $\alpha = 60^\circ$ . Вершины витков и впадины пригнупаются по прямой или дуге, что уменьшает концентрацию напряжений, предохраняет резьбу от повреждений, а также удовлетворяет нормам техники безопасности.

Радиальный зазор в резьбе делает ее негерметичной. Метрические резьбы делятся на резьбы с крупным и мелким шагом. Изготавливается по стандарту

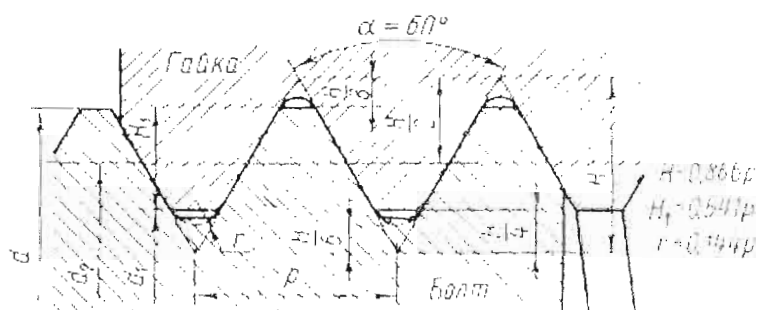


Рисунок 12 Метрическая резьба

Метрические резьбы бывают с крупным и мелким шагом

В качестве основной крепежной применяют резьбу с крупным шагом так как она менее чувствительна к изнашиванию и неточностям изготовления.

Размеры стандартной резьбы принимают по соответствующему ГОСТ в зависимости от наружного диаметра  $d$  резьбы

Таблица 4 - Резьбы метрические для диаметров от 1 до 68 мм с крутым шагом

наружный диаметр резьбы $d=D$	средний диаметр резьбы $d_2=D_2$	внутренний диаметр резьбы $d_1=D_1$	Шаг резьбы P	Высота профиля H
36	33,402	31,670	4	2,165
39	36,402	34,670		
42	39,077	37,129	4,5	2,435
45	42,077	40,129		
48	44,752	42,587	5	2,706
52	47,752	46,587		
56	52,428	50,046	5,5	2,977
60	56,428	54,046		
64	60,103	57,505	6	3,247
68	64,103	61,505		

Исходя из размеров отверстий на кронштейне выбираем:

Наружный диаметр резьбы  $d = 48$ ; средний диаметр резьбы  $d_2 = 44,752$ ; внутренний диаметр резьбы  $d_1 = 42,587$ ; Шаг резьбы  $P = 5$ . Высота профиля  $H = 2,706$ .

Основными материалами для изготовления болтов и гаек общего назначения являются стали марок (ГОСТ 1759 - 70) С13кп, С15, 10, 10кп, 15, 15кп, 20, 20кп, 30, 35, 45, 40Г, 35Х, 40Х, 38ХА, 30ХГСА, 16ХСН, 35ХГСА, 40ХНМА

Таблица 5 - ГОСТ 1759 - 70

Резьба болтов	Класс прочности болтов	Марка стали	Граница прочности, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	Отношение удлинение, %	Ударная вязкость болтов по ХЛ, МДж/м <sup>2</sup> (кгс/см <sup>2</sup> )	Минимум
			950			
M30	95		(95)...1150 (115)			
M36	75	40X	750 (75)...950 (95)			
M42	65		(65)...850 (85)			36
			600			3
M48	60		(60)...800 (80)			

Исследования прочности резьбы показывают, что осевая нагрузка распределяется между ветками резьбы неравномерно, что объясняется не только невозможностью изготовления абсолютно точной резьбы, но и неблагоприятным сочетанием деформаций болта и гайки (болт растягивается а гайка сжимается). Для упрощения расчетов резьбы на прочность условно принимают, что осевая нагрузка распределяется между витками резьбы равномерно. Расчет резьбы на прочность производят обычно как проверочный.

Если на сопрягаемые резьбой детали (болт и гайку и пр.) действует осевая сила  $F$ , то витки резьбы каждой детали работают на срез, смятие и изгиб.

Резьбу крепежной детали рассчитывают только на срез и смятие, так как расчет ее на изгиб по формулам сопротивления материалов весьма условен.

Расчет на срез:

$$\tau_r = F / (pd_1nkP) \leq [\tau] \quad (3)$$

$\tau_r$  – расчетное напряжение на срез,

$n$  – число витков резьбы, воспринимающих нагрузку,

$k$  – коэффициент полноты резьбы, показывающий отношение высоты витка в опасном сечении к шагу резьбы,

$[\tau]$  – допускаемое напряжение на срез резьбы.

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата	15100.62.2016.478.00.00.113					41



Значения  $[n]$  при номинальном диаметре резьбы  $d$ , мм

Материал болтов	0,6 - 16	0,16 - 30	0,30 - 60
Углеродистая сталь	5 - 4	4 - 2,5	2,5 - 1,7
Легированная сталь	6,5 - 5	5 - 3,3	3,3 - 3

$n = 2$

Коэффициент полноты резьбы для метрической равен  $k = 0,75$

Таблица 6 Допускаемые осевые нагрузки  $F$  в кН для затянутых болтов при неконтролируемой затяжке

Материал	Ст 3	Сталь 35	Сталь 45	12X112	40X
$\sigma T$ , Н/мм <sup>2</sup>	210	320	360	600	800
M48	130,00	235,00	255,00	275,00	365,00

*Примечание.* Размеры болтов, заключенные в скобки, применять не рекомендуется

$$F = 365 \text{ кН}$$

$$\tau = 365 / (3,14 * 42,587 * 2 * 0,75 * 5) \approx 0,3$$

$$[\tau] = 0,4$$

$$\tau < [\tau]$$

Условие выполняется

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата	15100.62.2016.478.00.00.113					42

Преимущественное применение имеют болты с шестигранной головкой, как наиболее удобные под ключ.

Стержни стандартных болтов общего назначения изготавливают

- нормальными;
- с отверстием для шплинта;
- с цилиндрическим или квадратным подголовком;

В нашем случае требуется с отверстием для шплинта

Выбор гайки

По форме они различаются.

- шестигранные с одной или двумя фасками
- шестигранные прорезные;
- шестигранные корончатые;
- круглые;
- барашковые открытые;
- барашковые закрытые

Выбираем гайки прорезные или корончатые

При стопорении гаек шплинтами применяют гайки прорезные и корончатые рисунок 13.

					15100 62 2016 478 001 00 113	13
Имя	Фамилия	№ докум.	Подпись	Дата		13

Исполнение 1

Исполнение 2

14.5 (✓)

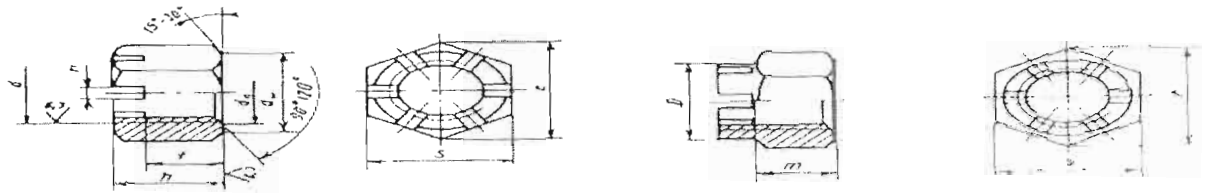


Рисунок 13 - Гайки прорезные и корончатые

Номинальный диаметр резьбы D	5	6	8	10	12	16	20	25	30	36	45	55	65	80	90	100	110	125	140	160	180	200	
Шаг резьбы	крупный P	0,75	1,0	1,25	1,5	1,75	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	11,0	12,5	14,0	16,0	
	мелкий p	0,5	0,6	0,75	0,9	1,1	1,3	1,6	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	11,0	12,5	14,0	16,0
Размер под ключ S	10	13	17	21	27	36	45	55	65	80	90	100	110	125	140	160	180	200	220	250	280	320	
Высота H	8	10	13	16	20	25	30	36	45	55	65	80	90	100	110	125	140	160	180	200	220	250	
Расстояние от опорной поверхности до основания резьбы f	10	13	17	21	27	36	45	55	65	80	90	100	110	125	140	160	180	200	220	250	280	320	
h	10	13	17	21	27	36	45	55	65	80	90	100	110	125	140	160	180	200	220	250	280	320	
Диаметр отверстия d	7,5	9,5	12,5	15,5	19,5	24,5	30,5	37,5	45	55	65	80	90	100	110	125	140	160	180	200	220	250	
Диаметр резьбы D <sub>1</sub>	крупный P	5,5	7,5	10,5	13,5	17,5	22,5	28,5	35	42	50	60	70	80	90	100	110	125	140	160	180	200	
	мелкий p	5,0	7,0	10,0	13,0	17,0	22,0	28,0	35	42	50	60	70	80	90	100	110	125	140	160	180	200	
Диаметр отверстия d <sub>1</sub>	5,0	7,0	10,0	13,0	17,0	22,0	28,0	35	42	50	60	70	80	90	100	110	125	140	160	180	200	220	
Число резьбовых витков	6																						
Диаметр резьбы D <sub>2</sub>	10	13	17	21	27	36	45	55	65	80	90	100	110	125	140	160	180	200	220	250	280	320	
Размер под ключ S <sub>1</sub>	тип 1	10	13	17	21	27	36	45	55	65	80	90	100	110	125	140	160	180	200	220	250	280	320
	тип 2	10	13	17	21	27	36	45	55	65	80	90	100	110	125	140	160	180	200	220	250	280	320
Таблица действительна для D ≤ 100 мм																							
Исполнение 1	10	13	17	21	27	36	45	55	65	80	90	100	110	125	140	160	180	200	220	250	280	320	
Исполнение 2	10	13	17	21	27	36	45	55	65	80	90	100	110	125	140	160	180	200	220	250	280	320	

Рисунок 14 – Таблица гостов гайки прорезные и корончатые

## 2.2 Проверка мощности двигателя

На автогрейдеру установлен двигатель ЯМЗ 236 Г-2 мощностью 110 кВт. Проведем проверочный расчет.

Сила тяжести  $G$  – главный параметр автогрейдера

$$G = \frac{mS k_{\text{с}}}{\xi \varphi_{\text{с}} n} \quad (4)$$

где  $m$  – коэффициент, учитывающий неравномерность в сечении стружки при отдельных проходах автогрейдера,  $m = 1,25 \dots 1,35$

$S$  – площадь поперечного сечения кювета,  $h$  – глубина кювета (0,3 – 0,8 м)

$$S = 2,25h^2 = 2,25 \cdot (0,6)^2 = 0,81 \text{ м}^2;$$

$k_{\text{с}}$  – удельное сопротивление грунта ковшом; если учесть не только резание, но и перемещение грунта, как перекопывание, так и втыкание, то можно полагать, что  $k_{\text{с}} = 200 \dots 300 \text{ кН} \cdot \text{м}^{-2}$ .

$\xi$  – коэффициент, для колесной формулы  $1 \times 2 \times 3$   $\xi = 0,70 \dots 0,75$ ,

$\varphi_{\text{с}}$  – коэффициент сцепления, для растительного покрова

$$\varphi_{\text{с}} = 0,6 \dots 0,9;$$

$n$  – число проходов, обычно составляет  $n = 4 \dots 6$

$$G = \frac{1,3 \cdot 0,81 \cdot 275}{0,75 \cdot 0,6 \cdot 5} = 128,7 \text{ кН}$$

										15100.62.2016-478.00.00.113	Лист
											15
Изм	Лист	№ докум	Издание	Дата							

Масса машины

$$M = G / g, \quad (5)$$

$$M = G / g = 128700 \cdot 9,81 = 13120 \text{ кг}$$

Максимальная свободная сила тяги автогрейдера

$$T = \xi \varphi_{\text{сш}} G, \quad (6)$$

где  $\xi$  – коэффициент, для колесной формулы  $1 \times 2 \times 3$   $\xi = 0,70; 0,75$

$\varphi_{\text{сш}}$  – коэффициент сцепления, для растительного покрова

$$\varphi_{\text{сш}} = 0,6; 0,9$$

$G$  – сила тяжести автогрейдера.

$$T = 0,75 \cdot 0,9 \cdot 128700 = 86872,5 \text{ Н}$$

Развиваемая на ведущих колесах общая мощность

$$N = N_H + N_{\text{сш}} + N_a, \quad (7)$$

$N_H$  – мощность, расходуемая на вырезание грунта (полезная мощность).

$N_{\text{сш}}$  – мощность, расходуемая на передвижение автогрейдера как тележки

$N_a$  – мощность, расходуемая на буксование.

Полезная мощность

$$N_H = \frac{\varphi_{\text{сш}} \xi G v_p}{3,6}, \quad (8)$$

									Лист
									46
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата	15100.62-2016.478.00.00-113				

где  $\varphi_{\text{н}}$  – коэффициент сцепления,  $\varphi_{\text{н}} = 0,6 \dots 0,9$ ;

$\xi$  – коэффициент, для колесной формулы  $1 \times 2 \times 3$   $\xi = 0,70 \dots 0,75$ ;

$G$  – сила тяжести автогрейдера, кН;

$v_p$  – фактическая рабочая скорость автогрейдера, км/ч.

$v_p = 4,2 \text{ км/ч} = 1,17 \text{ м/с}$ .

$$N_{\text{н}} = \frac{0,5 \cdot 0,75 \cdot 128,7 \cdot 4,2}{3,6} \approx 56,31 \text{ кВт}$$

Мощность, расходуемая на передвижение автогрейдера как тележки

$$N_f = \frac{fGv_p}{3,6}, \quad (9)$$

где  $f$  – коэффициент сопротивления движению автогрейдера,  $f = 0,07 \dots 0,1$

$G$  – сила тяжести автогрейдера, кН;

$v_p$  – фактическая рабочая скорость автогрейдера, км/ч.

$v_p = 4,2 \text{ км/ч} = 1,17 \text{ м/с}$ .

$$N_f = \frac{0,07 \cdot 128,7 \cdot 4,2}{3,6} \approx 10,51 \text{ кВт}$$

Мощность, расходуемая на буксование

$$N_{\text{б}} = (\varphi_{\text{н}} + f) \frac{\delta_{\text{н}}}{1 - \delta_{\text{н}}} \frac{\xi G v_p}{3,6}, \quad (10)$$

									исс.
									47
Изм.	Лист	№ докум.	Издатель	Дата	15100.62 2016.478 00 00 113				

где  $\varphi_{ch}$  – коэффициент сцепления  $\varphi_{ch} = 0,6 \dots 0,9$ ;

$f$  – коэффициент сопротивления движению автогрейдера  
 $f = 0,07 \dots 0,1$ ;

$\delta_s$  – коэффициент буксования,  $\delta_s = 0,18 \dots 0,22$

$\xi$  – коэффициент, для колесной формулы  $1 \times 2 \times 3$   $\xi = 0,70 \dots 0,75$ ;

$G$  – сила тяжести автогрейдера, кН.

$v_p$  – фактическая рабочая скорость автогрейдера, км/ч

$$v_p = 4,2 \text{ км/ч} = 1,17 \text{ м/с.}$$

$$N_o = (0,5 + 0,07) \cdot \frac{0,18}{1 - 0,18} \cdot \frac{0,75 \cdot 128,7 \cdot 4,2}{3,6} = 14,09 \text{ кВт}$$

$$N = 56,31 + 10,51 + 14,09 = 80,91 \text{ кВт}$$

Мощность двигателя для транспортного режима

$$N = \frac{fGv_{max}}{3,6\eta} \quad (11)$$

где  $f$  – коэффициент буксования,  $f = 0,04 \dots 0,045$ ;

$\eta$  – к.п.д. трансмиссии,  $\xi = 0,83 \dots 0,86$  – для механической

$G$  – сила тяжести автогрейдера, кН.

$v_{max}$  – заданная максимальная скорость автогрейдера, км/ч

$$v_{max} = 35 \dots 50 \text{ км/ч}$$

					15100.62.2016.478.00.00.113	48
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$N = \frac{0,04 \cdot 128,7 \cdot 43}{3,6 \cdot 0,85} = 72,34 \text{ кВт}$$

Необходимая мощность двигателя

$$N_{д} = \frac{N}{\eta \cdot k_m} \quad (12)$$

где  $N$  – развиваемая на ведущих колесах общая мощность;

$k_m$  – коэффициент снижения мощности двигателя ввиду

неустановившейся нагрузки,  $k_m = 0,9$ ,

$\eta$  – к.п.д. трансмиссии,  $\eta = 0,83 \dots 0,86$  – для механической.

$$N_{д} = \frac{80,91}{0,83 \cdot 0,9} = 108,31 \text{ кВт}$$

Необходимая мощность двигателя не превышает установленную

### 2.3 Тяговый расчет

Условие движения автогрейдера без пробуксовки. Необходимо чтобы сила тяги на ведущих колесах превышала общее сопротивление. Для реализации этого тягового усилия должно соблюдаться неравенство

$$T > W$$

Проверочный тяговый расчет

При работе автогрейдера по вырезанию и одновременному перемещению грунта необходимая сила тяги находится по формуле

$$W = W_t + W_{с} + W_r + W_{пр} + W_{в} + W_{...} \quad (13)$$

					15100.62.2016.478.00.00.113	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата		49



где  $W_f$  – сопротивление перемещению автогрейдера как тележки.

$W$  – сопротивление сил инерции при трогании с места

$W_r$  – сопротивление грунта резанию;

$W_{III}$  – сопротивление перемещению призмы волочения.

$W_B$  – сопротивление от перемещения грунта вверх по отвалу.

$W_{II}$  – сопротивление от перемещения грунта вдоль отвала (в сторону)

$$W_f = G(f + i), \quad (14)$$

где  $G$  – общая сила тяжести машины.

$f$  – коэффициент сопротивления движению автогрейдера.  $f = 0,07 - 0,10$ ,

$i$  – уклон,  $i = 0,3 - 0,4$ .

$$W_f = 128700 \cdot (0,07 + 0,3) = 47619 \text{ Н}$$

$$W = \chi M \frac{dv}{dt} \approx \chi M \frac{v}{t} \quad (15)$$

где  $v$  – скорость машины, принимаем для расчета скорость первой передачи

$$v = 4,0 \text{ км/ч} = 1,11 \text{ м/с},$$

$t$  – время разгона,  $t = 20 \text{ сек}$ ;

$\chi$  – коэффициент, учитывающий инерцию вращающихся масс

трансмиссии и двигателя.  $\chi = 1,2$ ;

$M$  – масса машины,  $M = 13120 \text{ кг}$

						15100,62 2616 478 0600 ПЗ	56
Изм	Ист	№ докум	Подпись	Дата			50

$$W_r = 1,2 \cdot 13120 \frac{1,11}{20} = 873,7911$$

$$W_r = k_{r0} l h \sin \varphi, \quad (16)$$

где  $k_{r0}$  – удельное сопротивление грунта резанию,  $k_{r0} = (150 \div 300)$  кН/м<sup>2</sup>

$l$  – длина отвала,  $l = 3680$  мм = 3,68 м,

$h$  – толщина стружки,  $h = (0,08 \dots 0,12) H = 0,12 \cdot 620 = 74,4$  м, где  $H$  – высота отвала.

$$W_r = 300 \cdot 10^3 \cdot 3,68 \cdot 74,4 \cdot \sin 40 = 6292,111$$

$$W_{np} = G_{np} f \sin \varphi, \quad (17)$$

где  $G_{np}$  – сила тяжести грунта в призме волочения;

$f$  – коэффициент трения грунта о грунт,  $f = (0,8 \div 1,0)$

$\varphi$  – угол захвата,  $\varphi = 40 - 50$  .

$$G_{np} = V_{np} \delta \cdot g, \quad (18)$$

где  $V_{np}$  – объем призмы волочения;

$\delta$  – объемная масса грунта,  $\delta = 1400 - 15000$  кг/м<sup>3</sup>

$g$  – ускорение силы тяжести.

$$V_{np} = \frac{LH^2}{2} k_{np}, \quad (19)$$

где  $L$  – длина призмы,  $L = 3680$  мм = 3,68 м;

					15100.62.2016.478.00.00.113	Лк.
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		91

$H$  - высота призмы,  $H=550\text{мм}=0,55\text{м}$ .

$k_{np}$  - поправочный коэффициент,  $k_{np}=0,9$ .

$$V_{np} = \frac{3,68 \cdot 0,55^2}{2} \cdot 0,9 = 0,5 \text{ м}^3;$$

$$G_{np} = 0,5 \cdot 1500 \cdot 9,81 = 7357,5 \text{ Н}$$

$$W_{np} = 7357,5 \cdot 0,8 \cdot \sin 40^\circ = 3783,45 \text{ Н}$$

$$W_B = G_{np} \cdot f_1' \cos^2 \delta \sin \varphi, \quad (20)$$

где  $G_{np}$  - сила тяжести грунта в призме волочения;

$f_1'$  - коэффициент трения грунта о сталь,  $f_1' = (0,5 \div 0,6)$

$\delta$  - угол резания,  $\delta < 40^\circ$ ;

$\varphi$  - угол захвата,  $\varphi = 40^\circ - 50^\circ$

$$W_B = 7357,5 \cdot 0,5 \cos^2 50^\circ \sin 40^\circ = 977,02 \text{ Н}$$

$$W_{\sigma} = G_{np} \cdot f_1' \cdot f \cos \varphi, \quad (21)$$

где  $G_{np}$  - сила тяжести грунта в призме волочения;

$f_1'$  - коэффициент трения грунта о сталь,  $f_1' = (0,5 \div 0,6)$

$f$  - коэффициент трения грунта о грунт,  $f = (0,8 \div 1,0)$

$\varphi$  - угол захвата,  $\varphi = 40^\circ - 50^\circ$ .

					15100.62 2016.478 00.00 113	Исч.
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		52

$$W = 7357,5 \cdot 0,5 \cdot 0,8 \cdot \cos 40 = 2254,5 //$$

$$W = 47619 + 873,79 + 6292,1 + 3783,45 + 977,02 + 2254,5 = 61800 //$$

$$86872,5 > 61800$$

Условие выполняется.

## 2.4 Расчет механизмов управления

Для того чтобы обеспечить бесперебойную работу машины, необходимо иметь достаточные скорости управления различными рабочими органами автогрейдера. Так, например, при перегрузке двигателя, когда есть опасность его остановки, нужно быстро разгрузить отвал путем подъема его из грунта. Быстрое управление отвалом бывает также необходимым при планировочных работах, когда требуется менять его установку в соответствии с рельефом местности.

Механизм подъема отвала рассчитывается исходя из таких предпосылок. Рабочий ход механизма подъема должен обеспечивать заданную глубину копания, возможность полного выглубления отвала и удовлетворять условиям проходимости автогрейдера в транспортном положении. При расчете механизма подъема в соответствии с рисунком 5.5.1 определяют подъемное усилие  $S_{II}$ , необходимое для выполнения этой операции и мощность.

Подъемное усилие рассчитывается при выглублении отвала опущенного в грунт одним концом. Предполагается, что угол захвата равен  $90^\circ$  и на отвал действуют силы  $P_{01}$  и  $P_{02}$ .

						$15100,62 \cdot 2016,478,00,00,113$	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			53

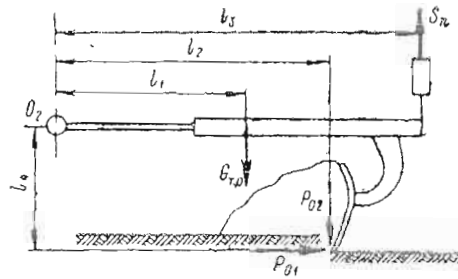


Рисунок 16 - Расчетная схема для определения усилия подъяема рамы автогрейдера

$$l_1 = 1760 \text{ мм}; l_2 = 2348 \text{ мм}; l_3 = 2935 \text{ мм}; l_4 = 878 \text{ мм}$$

Тогда согласно схеме этого рисунка

$$S_{II} = \frac{G l_1 l_2 + P_2 l_2 - P_1 l_4}{l_3} \quad (22)$$

где  $G$  — сила тяжести тяговой рамы с отвалом; здесь можно принять

Считается, что в этом случае автогрейдер реализует полное сцепление тяги по сцеплению. Тогда

$$P_1 = \psi \varphi_{cu} G \quad (23)$$

$$P_2 = (0,3 \dots 0,5) P_1 \quad (24)$$

$\psi$  — коэффициент, для колесной формулы  $1 \times 2 \times 3$   $\psi = 0,79 \dots 0,78$

$\varphi_{cu}$  — коэффициент сцепления, для растительного покрова

$$\varphi_{cu} = 0,6 \dots 0,9$$

$$P_1 = \psi \varphi_{cu} G = 0,7 \cdot 0,6 \cdot 128,7 = 54,054 \text{ кН}$$

$$P_2 = 0,3 P_1 = 0,3 \cdot 54,054 = 16,216 \text{ кН}$$

$$S_{II} = \frac{38,7 \cdot 1,76 + 16,216 \cdot 2,348 - 54,054 \cdot 0,878}{2,935} = 20 \text{ кН}$$

Мощность привода механизма находится по формуле:

$$N_{II} = \frac{S_{II} \cdot v_{II}}{\eta} \quad (25)$$

$v_{II}$  - скорость подъема отвала принимается равной 0,09 - 0,18 м/с

$\eta$  - к.п.д. двигателя;

$$N_{II} = \frac{20 \cdot 0,18}{0,85} = 4,2 \text{ кВт}$$

Поворот отвала в горизонтальной плоскости осуществляется зубчатым редуктором или гидравлическим приводом. Последний может быть выполнен в виде гидродвигателя. В связи с тем, что поворот отвала производится лишь при полном его выглублении из грунта, затрачиваемая на это мощность незначительна, поэтому может не рассчитываться.

### 3 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

В современных условиях важным направлением совершенствования производства является модернизация действующего оборудования. Целью модернизации является приспособление оборудования к нуждам производства. То есть модернизация позволяет в более короткие сроки с минимальными затратами совершенствовать оборудование, расширить его технологические возможности.

Определение экономической эффективности

Экономическая эффективность (целесообразность) затрат на модернизацию и внедрение проектируемого варианта технологии.

							15100.62.2016.478.00.00.113	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				55

оборудования автоматизированного производства определяется в результате расчета и анализа системы основных и дополнительных показателей эффективности.

### 3.1 Оценка технической целесообразности конструкции изделия

Сравнительный анализ проектируемого изделия на техническом уровне является первым этапом оценки и отбора лучшего варианта

Его целью является:

- оценка технической целесообразности спроектированной конструкции на основании сравнения с аналогом по основным группам функционально-технических показателей;
- обеспечение расчета лимитной цены изделия.

Оценка выполняется в следующей последовательности

### 3.2 Выбор перечня показателей, оценки технического уровня конструкций

Все показатели, используемые для оценки технического уровня конструкции можно классифицировать на:

- показатели назначения и тактико-технические данные изделия
- конструкторские (специальные) показатели, влияющие на функционирование изделия;
- общие конструкторские (технические) показатели, влияющие на условия производства.

					15100.62.2016.478.00.00.113	Инст.
Изм.	Исет	№ докум.	Подпись	Дата		56

Все электрооборудование размещается на машине согласно его функциональному назначению, сообразуясь со схемой расположения механизмов, удобством использования и управления электрооборудованием.

Таблица 7 - Перечень показателей технического уровня и качества изделия

Показатели	Ед. изм.	Проектируемое из-	Базовое изделие
Масса автогрейдера	т	13,1	13,12
Мощность двигателя	кВт	110	110
Транспортная скорость	км/ч	43	43
Надежность	отк/су	0,008	0,009
Производительность	м <sup>3</sup> /ч	1480	1400
Срок службы	лет	7	7
Длина отвала	м	3,68	3,68
Коэф-т исп-ия материала		0,6	0,7

### 3.3 Расчет технико-экономических показателей

Дополнительные капитальные вложения ( $\Delta K$ )

$$\Delta K = K_{\text{д}} + K_{\text{мон}} + K_{\text{сплн}} + K_{\text{пол}} \quad (26)$$

Где

$K_{\text{д}}$  – Прейскурантная стоимость деталей и узлов, необходимых для модернизации (реконструкции) оборудования, руб.

$K_{\text{мон}}$  – Затраты на монтаж 15%  $K_{\text{д}}$ , руб



$K_{стпц}$  – Стоимость производственных площадей, зданий, сооружений и других основных фондов (специальные расходы), непосредственно связанные с модернизацией оборудования. руб

$K_{пот}$  - Потери от ликвидации оборудования, деталей узлов

$$\Delta K = 2500 + 375 + 0 + 0 = 2875 \text{ руб.}$$

Фактический период времени отработанный оборудованием.

$$T_{ф} = 2016 - 1999 = 17 \text{ лет.}$$

Нормативный (амортизационный) срок оборудования  $T_n = 8$  лет

Так как  $T_{ф} > T_n$ , то истек амортизационный срок не учитывается.

										15100,62 2016 478 00 00 113	100
Изм	Исх	№ докум	Подпись	Дата							58

Таблица 8 - Смета капитальных вложений на модернизацию (реконструкцию) или на внедрение нового оборудования

Наименование затрат	Проектируемое изделие	Базовое изделие	Обоснование
	Сумма, руб.	Сумма, руб	
Прейскурантная стоимость деталей, узлов или оборудования	2000	4000	данные завода
Монтаж	300	600	$0,15 * K_1$
Итого	2300	4600	

В связи с ростом основных фондов определяют изменение текущих затрат (увеличение) на содержание и эксплуатацию оборудования ПСО

а) на амортизацию

$$\frac{\Delta O_{\phi} * H}{100} = \frac{2300 * 5}{100} = 115 \text{ руб}$$

Где H – норма амортизации на полное восстановление, %;

б) на капитальный и текущий ремонт

$$\frac{\Delta O_{\phi} * 10^{\circ}\text{о}}{100} = \frac{2300 * 10}{100} = 230 \text{ руб}$$

$$PCO - a + б = 115 + 230 = 345 \text{ руб}$$

					15100,62 2016,478,00,00 113	Итого
Изм	Исет	№ докум.	Подпись	Дата		59

Рассчитываем

Количество дней монтажа - 1 день

Расчет численности трудящихся:

Состав бригады:

Водитель - 1 чел.

Слесарь-ремонтник V разряда - 1 чел

Всего 2 чел.

Явочная численность.

$$N_{\text{яв}} = A * Ч * n_{\text{см}}$$

где А- число агрегатов или рабочих мест;

Ч- численность рабочих, необходимых для обслуживания одного агрегата или рабочего места в смену;

$n_{\text{см}}$ - число рабочих смен в сутки.

$$\text{Водитель } N_{\text{яв}} = 1 * 1 * 1 = 1 \text{ чел}$$

$$\text{Слесарь-ремонтник V разряда } N_{\text{яв}} = 1 * 1 * 1 = 1 \text{ чел}$$

### 3.4 Списочная численность

$$N_{\text{сп}} = N_{\text{яв}} * K_{\text{сп}}$$

$$K_{\text{сп}} = T_{\text{год}} / (365 - n_{\text{пр}} - n_{\text{вах}} - n_{\text{отп}}) * 0,96,$$

Где

$T_{\text{год}}$ - количество дней работы в году.

									Ист.
									€0
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15100.62 2016 478 00 00 113				

$\Gamma_{\text{год}} = 249$  дней

$n_{\text{пр}}$  - числа праздничных дней;

$n_{\text{пр}} = 11$  дней

$n_{\text{вых}}$  - число выходных дней;

$n_{\text{вых}} = 105$  дней

$n_{\text{отп}}$  - число отпускных дней в году;

$n_{\text{отп}} = 28$  дней (принимаем в среднем)

0,96- коэффициент, учитывающий прочие неявки по уважительной причине

$K_{\text{сн}} = 249 / (365 - 11 - 105 - 28) * 0,96 = 1,17$

Водитель  $N_{\text{сн}} = 1 * 1,17 = 1,17 = 1$  чел

Слесарь-ремонтник V разряда  $N_{\text{сн}} = 1 * 1,17 = 1,17 = 1$  чел.

### 3.5 Расчет З/П

Таблица 9 - Часовая тарифная ставка рабочих

Наименование профессии	Разряд	Час. тариф. ставка руб
Водитель		45,30
Слесарь-ремонтник	5	39,7

$$\text{ДЗП} = \% * \text{ОЗП}_{\text{рк}}$$

$$\text{ДЗП} = 20\% = 0,2$$

Рассчитываем фонд заработной платы, руб.

$$\text{ФЗП} = \text{ОЗП}_{\text{рк}} + \text{ДЗП}$$

Водитель

Рассчитаем фонд рабочего времени по формуле :

$$\text{ФРВ} = 1 * 1 * 8 * 1 = 8 \text{ чел/час.}$$

Рассчитываем зарплату повременно-премиальную по формуле

$$Z_{\text{повр-прем}} = 8 * 45,30 * 1,5 = 543,6 \text{ руб}$$

Рассчитываем основную заработную плату по формуле:

$$\text{ОЗП} = 543,6 \text{ руб.}$$

Рассчитываем основную заработную плату с районным коэффициентом по формуле:

$$\text{ОЗП}_{\text{рк}} = 1,15 * 543,6 = 625,14 \text{ руб}$$

Рассчитываем фонд дополнительной заработной платы в % от  $\text{ОЗП}_{\text{рк}}$  по формуле

$$\text{ДЗП} = 10\% = 0,1$$

$$\text{ДЗП} = 0,1 * 625,14 = 62,514 \text{ руб.}$$

Рассчитываем фонд заработной платы по формуле:

$$\text{ФЗП} = 625,14 + 62,514 = 687,654 \text{ руб}$$

Слесарь-ремонтник 5 разряда

Рассчитаем фонд рабочего времени по формуле

					15100.62.2016.478.00.00.113	64
Изм	Лист	№ докум	По числ	Дата		

$$\text{ФРВ} = 1 * 1 * 8 * 1 = 8 \text{ чел/час}$$

Рассчитываем зарплату повременно-премиальную по формуле

$$Z_{\text{повр-прем}} = 8 * 39,7 * 1,5 = 476,4 \text{ руб.}$$

Рассчитываем основную заработную плату по формуле ОЗП = 476,4 руб

Рассчитываем основную заработную плату с районным коэффициентом по формуле:

$$\text{ОЗП}_{\text{рк}} = 1,15 * 476,4 = 547,86 \text{ руб}$$

Рассчитываем фонд дополнительной зарплаты в % от ОЗП<sub>рк</sub> по формуле

$$\text{ДЗП} = 10\% = 0,1$$

$$\text{ДЗП} = 0,1 * 547,86 = 54,786 \text{ руб.}$$

Рассчитываем фонд заработной платы по формуле.

$$\text{ФЗП} = 547,86 + 54,786 = 602,646 \text{ руб}$$

Изм	Исет	№ докум	Подпись	Дата	15100.62.2016.478.000.00113	65

Результаты выводим в таблицу:

Таблица 11 – Общие данные

Наименование профессии	Разряд	Гарифная ставка руб/час	Время смены в ч.	Явочная числ.руб. в смену	Код Сметной единицы
Водитель		45,30	8	1	1
Слесарь-рем.	5	39,7	8	1	1

Таблица 12 – Общие данные 3 11

Основная ОЗП руб	Осн. зар.пл.с учетом район коэфф.	Доп. зар.плата	Фонд зар.платы
543,6	625,14	62,51	687,65
476,4	547,86	54,78	602,64
Итого		1290,29	

Таблица 13 - Смета затрат на З/П

Наименование	Проектируемое	базовое	Величина
затрат	изделие	изделие	
З/П	1290,29	3940,59	Руб

### 3.6 Затраты на использование вычислительной техники $C_{ЭВМ}$

$$C_{ЭВМ} = T_{эф.ЭВМ} * Ц_{ЭВМ} \quad (28)$$

Где

$T_{эф.ЭВМ}$  – эффективный фонд работы вычислительной техники,  $T_{эф.ЭВМ} = 16$  маш\* час

$Ц_{ЭВМ}$  = цена одного часа работы ЭВМ,  $Ц_{ЭВМ} = 38$  руб.

$$C_{ЭВМ} = 16 * 38 = 608 \text{ руб}$$



### 3.7 Материальные затраты

Наименование материалов	Ед. изм	Потребляе- мое кол-во	Цена	Сумма
			за ед., руб	руб
электроды	пачка	1	300	300
кислород	баллон	1	2800	2800
Итого				3100
Неучтено 10%				310
всего				3410

### 3.8 Отчисления на социальные нужды $C_{соц.н}$

$$C_{соц.н} = C_{сп} * \frac{Y}{100} \quad (29)$$

$$C_{соц.н} = 1290,29 * \frac{30}{100} = 387,087 \text{ руб.}$$

### 3.9 Прочие затраты

Затраты на ОТ (5%)

$$ОТ = 5\% * ФЗП / 100 = 5 * 1290,29 / 100 = 64,5 \text{ руб.}$$

Таблица 15 - Смета всех затрат с учетом парка машин на год

Наименование затрат	Проектируемое изделие Сумма руб.	Базовое изделие Сумма руб.	Обоснова ние
Прейскурантная стоимость деталей, узлов или оборудования	30 000	60 000	данные завода
Монтаж	4500	9000	0,15*К <sub>д</sub>
З/П	19354,35	59108,85	-
Отчисления на социальные нужды	5806,3	17732,65	-
Прочие затраты	967,5	2955,44	-

**Вывод.** Проведенные технико-экономическое исследование показали перспективность осуществления этого проекта. Проведенные экономические расчеты себестоимости и цены изделия, позволяют определить планируемую прибыль и рентабельность, а также годовой экономической эффект.

					15100.62.2016.478.00 00 113	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		69

#### 4 ОХРАНА ТРУДА И ОКРУЖАЮЩЕЙ ПРИРОДЫ

Характеризуя условия использования машины, устанавливают климатическую зону ее эксплуатации. Данный автогрейдер обычного исполнения, предназначенный для районов с умеренным климатом (температура воздуха от -40 до 35 С, относительная влажность 60 – 95%) Одновременно с разработкой узлов и систем машины на начальной стадии проектирования следует обеспечить безвредные и безопасные условия труда обслуживающего персонала.

Обзорность рабочей площадки из кабины оператора определяется конструкцией самой кабины, местоположением относительно рабочих органов.



Рисунок 17 - Размещение органов управления машиной

1 - зона очень часто используемых и важных объектов. 2,3 - зоны часто и редко используемых объектов.

Хорошая обзорность не вызывает дополнительных движений, обеспечивает удобство позы. Это повышает производительность и безопасность труда, понижает утомляемость. Проектируя машину на

					15100.62.2016.478.00.00 113	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		70

специальном шасси, местоположение кабины устанавливают из условия наилучшей обзорности. На основании рекомендаций инженерной психологии, эргономики, и результатов исследований расположение наиболее часто используемых органов управления назначают в соответствии с данными. Высота кабины автогрейдера должна позволять оператору работать стоя.

Выявляются уровни потенциальных вредностей и опасностей. Рассмотрим такие вредные факторы: шум, вибрацию, санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны, нормы выбросов вредных веществ и дымности отработавших газов.

#### 4 Шум

Шум - это совокупность звуков, неблагоприятно воздействующих на человека, мешающих его работе и отдыху. ГОСТ 12.1.003-83

По характеру спектра шум следует подразделять широкополосный с непрерывным спектром шириной более 1 октавы: тотальный, в спектре которого имеются выраженные дискретные тона. Тотальный характер шума для практических целей устанавливают измерением в третьоктавных полосах частот по превышению уровня звукового давления в одной полосе над соседними не менее чем на 10 дБ.

Кратковременное воздействие интенсивного шума приводит к временному понижению остроты слуха с быстрым восстановлением функции после прекращения действия фактора (адаптационная защитно-приспособительная реакция слухового органа). Длительное воздействие интенсивного шума может приводить к перераздражению клеток звукового анализатора и его утомлению, а затем к стойкому снижению остроты слуха.

					15100.62.2016.478.00.00.113	Лист
						71
Изм.	Чист.	№ докум.	Подпись	Дата		

Наиболее неблагоприятными с этой точки зрения являются высокочастотные (около 4000 Гц) импульсные шумы. Длительное воздействие шума свыше 75 дБ может привести к резкой потере слуха - профессиональной глухоте

Помимо действия шума на органы слуха установлено его влияние и на центральную нервную систему, которое проявляется в виде комплекса симптомов: раздражительность, ослабление памяти, апатия, подавленность, изменение кожной чувствительности, замедление скорости психических реакций, расстройство сна и другое. При работе на фоне шума повышается расход энергии при одинаковой физической нагрузке, значительно ослабевает внимание рабочего, увеличивается число ошибок в работе, в результате чего снижается производительность труда и ухудшается качество работы. Шум затрудняет своевременную реакцию рабочего, что способствует возникновению несчастных случаев

У лиц, подвергающихся действию шума, отмечаются изменения секреторной и моторной функций желудочно-кишечного тракта, скорости дыхания и пульса, возникновение сердечно-сосудистых заболеваний, гипертонической болезни, сдвиги в обменных процессах (нарушение основного, витаминного, углеводного, белкового, жирового, солевого обменов). Шум с уровнем звукового давления 30...35 дБ является привычным для человека и не беспокоит его. Повышение уровня звукового давления до 40...70 дБ создает значительную нагрузку на нервную систему, вызывая ухудшение самочувствия, снижение производительности умственного труда, а при длительном действии может явиться причиной невроза, язвенной и гипертонической болезни.

Допустимые уровни звукового давления в октавных полосах частот, уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах следует принимать: для широкополосного постоянного и непостоянного (кроме импульсного) шума - по таблице 16.

					15100.62 2016 478 00 00 113	Ис.
Шум.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		72

Таблица 16 - Допустимые уровни звукового давления в октавных полосах частот

Вид трудовой деятельности, рабочие места	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц										Уровни звуковых давлений, дБ А
	3	6	12	25	50	100	200	400	800	1600	
Рабочие места водителей и обслуживающего персонала тракторов самоходных шасси, прицепных и навесных сельскохозяйственных машин, строительно-дорожных и др. аналогичных машин	1	9	8	8	7	7	7	7	6	80	
	0	5	7	2	8	5	3	1	9		
	7										

Для тонального и импульсного шума – на 5 дБ меньше значения указанных в таблице.

Источники шума в автогрейдергах – двигатели, компрессоры, коробки передач, раздаточные коробки, агрегаты гидропривода. Уровень интенсивности основного источника шума – двигателя равен 105–115 дБ, для компрессоров и воздуходувок порядка 100 дБ, для вибраторов – 105–110 дБ. В кабину шум проникает через воздушную среду через металлоконструкции при жестком креплении к ним песточников шума и кабины. Эти конструкции могут усиливать действие первичных источников за счет резонирования отдельных элементов конструкции и стенок ограждений (канот, стенки кабины, приборные щитки), ненадежном креплении агрегатов к раме.

Для снижения шума могут быть применены следующие методы:

*Уменьшение шума в источнике* – наиболее рациональное средство борьбы с шумом. Шум механизмов возникает вследствие упругих колебаний машины в целом и ее отдельных частей. Причиной этих колебаний механические, аэро-, гидродинамические и электрические явления.

Снижение механического шума, возникающего вследствие вибрации поверхностей машины и оборудования, а также одиночных или периодических ударов сочленении деталей, сборочных единиц или конструкций в целом, достигается улучшением конструкции оборудования. Заменой по возможности зубчатых и цепных передач клиноременными и зубчато-ременными (снижение шума на 10–14 дБ); заменой подшипников качения на подшипники скольжения (снижение шума на 10–15 дБ); использованием металлов с большим внутренним трением, заменой где это возможно, металлических деталей деталями из пластмасс (эффективно (особенно для высоких тонов) применение демпфирования, при котором колеблется

						15100.62.2016.478.00.00.113	Лист 4
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			74

поверхность покрывается материалом с большим внутренним трением (резина, пробка, битум, войлок и др.). Основными требованиями, предъявляемыми к демпфирующим материалам, должны быть высокая эффективность, малая масса, способность прочно удерживаться на металле и предохранять его от коррозии.

Причиной аэро- и гидродинамических шумов являются, соответственно, стационарные или нестационарные процессы в газах или жидкостях. Их снижение достигается прежде всего уменьшением скорости обтекания и улучшением аэро- и гидродинамики тел, что приводит к уменьшению вихреоб-разования в струях, а также путем звукоизоляции источника и установки глушителей.

Электромагнитные шумы возникают вследствие колебаний элементов электромеханических устройств под влиянием переменных магнитных сил колебания статора и ротора электрических машин, сердечника трансформатора и др. Снижение электромагнитного шума осуществляется путем конструктивных изменений в электрических машинах.

*Уменьшение шума на пути его распространения* путем установки звукоизолирующих преград в виде стен, перегородок, кожухов, причем их эффективность возрастает с увеличением частоты шума.

Сущность звукоизоляции состоит в том, что падающая на отражение энергия отражается в гораздо большей степени, чем проникает за отражение.

Такие преграды имеют гладкую поверхность. При одной и той же толщине звукоизолирующей преграды эффект возрастает с увеличением числа слоев материала, но при условии отсутствия жесткой связи между слоями.

*Средствами индивидуальной защиты* от шума являются вкладыши.

					15100.62.2016.478.00.00.113	стр.
Изм.	Вкл.	№ докум.	Подпись	Дата		75



наушники и шлемофоны.

Вкладыши вставляют в наружный слуховой проход, они бывают мягкие (эластичные и волокнистые) и твердые. Мягкие изготавливают из губки, ваты, марли, ультратонкой стекловаты (иногда их пропитывают маслами, воском, смолами, парафином); твердые – из пластмасс, обонита, резины.

Вкладыши являются самыми дешевыми и компактными средствами защиты от шума, однако недостаточно эффективными (снижение шума на 5-20 дБ) и в ряде случаев неудобными, так как раздражают слуховой проход.

Наушники плотно облегают ушную раковину и удерживаются дугообразной пружиной (могут встраиваться в головной убор). Степень ослабления шума зависит от конструкции наушников и частоты шума, причем наибольший эффект наблюдается на высоких частотах, что необходимо учитывать при их использовании.

Шлемы применяют при воздействии шумов с уровнями более 120 дБ, так как в этом случае шум действует непосредственно на мозг человека (через черепную коробку) и вкладыши и наушники не обеспечивают необходимой защиты.

## 4.2 Вибрация

Вибрация – это механические колебания, воспринимаемые человеком как сотрясение. ГОСТ 12.1.012-2004. Колебания механических тел с частотой ниже 20 Гц воспринимаются организмом как вибрация, а колебания с частотой выше 20 Гц – одновременно и как вибрация, и как звук. В настоящее время на многих производствах вибрация является одним из наиболее распространенных вредных факторов, воздействующих на работающих.

По способу передачи на человека вибрацию подразделяют:

					15100.62.2016.478.00.00.113	Лист
Изм	Внес	№ докум	Подпись	Дата		76

- общая вибрация, передающаяся через опорные поверхности на тело сидящего или стоящего человека,

- локальная вибрация, передающаяся через руки человека, на ноги сидящего человека и на предплечья, контактирующие с вибрирующими поверхностями рабочих столов.

По источнику возникновения общая вибрация бывает:

*1 категория* — транспортная вибрация, воздействующая на человека на рабочих местах самоходных и прицепных машин, транспортных средств при движении по местности и дорогам (в том числе при их строительстве).

*2 категория* — транспортно-технологическая вибрация, воздействующая на человека на рабочих местах машин, перемещающихся по специально подготовленным поверхностям производственных помещений, промышленных площадок;

*3 категория* — технологическая вибрация, воздействующая на человека на рабочих местах стационарных машин или передающаяся на рабочие места, не имеющие источников вибрации.

На оператора автогрейдера воздействует общая вибрация I категории. Общая вибрация с частотой менее 0,7 Гц (качка) хотя и неприятна, но не приводит к вибрационной болезни. Следствием такой вибрации является морская болезнь, которая наблюдается из-за нарушения нормальной деятельности органов равновесия (вестибулярного аппарата). При систематическом воздействии на человека общей вибрации с частотой более 1 Гц могут возникнуть стойкие нарушения опорно-двигательного аппарата, центральной и периферической нервной системы, системы пищеварения. Особенно опасны общие вибрации с частотами, близкими к частотам собственного колебания человека, так как в этом случае наблюдается явление резонанса (резкое увеличение амплитуды собственных колебаний). Для стоящего наблюдается резонанс на частотах 5-12 Гц и 17-25 Гц; для сидящего — на частотах 4-6 Гц. Для головы такие

						15100.62.2016.478.00.00.113	исс
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			77

частоты лежат в области 20-30 Гц. Начиная с частоты 40 Гц, колебания тела под влиянием вибрации становятся во много раз меньше вибрирующей поверхности. Колебания рабочих мест с указанными частотами опасны, так как могут вызвать механические повреждения и даже разрыв внутренних органов. Систематическое воздействие общих вибраций в резонансной и околорезонансной зоне может быть причиной вибрационной болезни стойких нарушения физиологических функций организма, обусловленных преимущественно воздействием вибраций на центральную нервную систему. Эти нарушения проявляются в виде головных болей, головокружений, плохого сна, пониженной работоспособности, плохого самочувствия, нарушений сердечной деятельности.

При работе на автогрейдере появляются колебания не затухающего характера. Высокочастотные с частотой 20 Гц возникают из-за недостаточной уравновешенности двигателя, карданных передач. Низкочастотные до 10 Гц появляются вследствие движения машины по неровностям опорной поверхности и в связи с непостоянством нагрузок на рабочем органе. Санитарными нормами ограничивается допустимый уровень вибрации 20 Гц на рабочих местах.

Ослабление вибрации в источнике - наиболее рациональное средство борьбы с вибрациями на момент проектирования. Выбор кинематических и технологических схем, при которых динамические процессы, вызванные ударами, резкими ускорениями, были бы исключены или предельно снижены (например, замена кривошипных механизмов равномерно вращающимися,ковки и штамповки — прессованием). Уравновешивание, балансировка вращающихся частей для обеспечения плавности работы машины. Устранение дефектов и разболтанности отдельных частей.

Чтобы уменьшить воздействие вибрации на машиниста и на остов машины, необходима *виброизоляция* (введение в систему дополнительных упру-

										15100.62.2016.478.00.00.113	78
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата							

гой связи с целью ослабления передачи вибраций смежному элементу конструкции или рабочему месту) между рамой машины и такими элементами, как двигатель, коробка передач, кабина, приборы, рычаги управления. Применяют виброизолирующие опоры типа упругих прокладок или пружин.

Пружинные виброизоляторы по сравнению с прокладками имеют ряд преимуществ. Они могут применяться для изоляции как низких, так и высоких частот, дольше сохраняют постоянство упругих свойств во времени, хорошо противостоят действию масел и температуры, относительно малогабаритны. Однако они могут пропускать высокочастотные колебания, поэтому пружинные виброизоляторы рекомендуется в этом случае устанавливать на прокладки из упругих материалов типа резины (комбинированный виброизолятор). В кабине кресло оператора необходимо поддрессоривать. Система должна обеспечивать только вертикальные перемещения кресла. На автогрейдерах следует устанавливать кресла с эластичной подвеской, так как жесткое поддрессоривание выполняется при частоте колебаний остова менее 2 Гц. Исходными данными для расчета виброизоляции рабочего места являются виброскорость  $V = 0,55$  м/с на частоте колебаний  $f = 5$  Гц, масса опорной поверхности  $m = 10$  кг, масса человека  $m = 80$  кг. Расчет виброизоляции с использованием пружин:

1. По ГОСТ 12.1.012-90 ССБТ «Вибрационная безопасность. Общие требования» (табл. 1) для заданной частоты вынужденных колебаний  $f = 5$  Гц допустимую виброскорость рабочего места  $V = 0,45$  м/с.

2. Необходимый для данной системы виброизоляции коэффициент передачи  $\mu$

$$\mu = V_{\text{доп}} / V = 0,45 / 0,55 = 0,82 \quad (30)$$

						15100.62.2016.478.00.00.113	Исх.
							79
Полн.	Исх.	№ докум.	Подпись	Дата			

3. Частоту собственных колебаний виброизолированного рабочего места  $f_0$ , Гц

$$f_0 = f / (\sqrt{1 + \mu}) = \frac{5}{\sqrt{0.82 + 1}} = 3.36 \text{ Гц} \quad (31)$$

4. Статическая деформация пружинных виброизоляторов  $\lambda$ , м

$$\lambda_{\text{ст}} = \frac{g}{(2\pi \cdot f_0)^2} = \frac{9.8}{(2 \cdot 3.14 \cdot 3.36)^2} = 0.022 \text{ м} \quad (32)$$

где  $f_0$ , Гц – частота собственных колебаний рабочего места  $g = 9.8 \text{ м/с}^2$  – ускорение свободного падения.

5. Требуемая суммарная жесткость пружинных виброизоляторов  $K$ , Н/м

$$K_{\text{треб}} = \frac{(m_w + m) \cdot g}{\lambda_{\text{ст}}} = \frac{(10 + 80) \cdot 9.8}{0.022} = 40091 \text{ Н/м} \quad (33)$$

6. Выбираем количество устанавливаемых пружин  $N_{\text{пр}} = 2$ .

7. Жесткость одного виброизолятора  $k$ , Н/м

$$k = K_{\text{треб}} / N_{\text{пр}} = 40091 / 2 = 20045.5 \text{ Н/м} \quad (34)$$

8. Расчетная нагрузка на одну пружину  $P$ , Н

$$P = \frac{(m_w + m) \cdot g}{N_{\text{пр}}} = \frac{(10 + 80) \cdot 9.8}{2} = 441 \text{ Н} \quad (35)$$

9. Диаметр проволоки для изготовления пружины  $d$ , м

$$d = 1.6 \sqrt{N \cdot P \cdot C / [\tau]} = 1.6 \sqrt{1.2 \cdot 441 \cdot 7.590 \cdot 10^{-6}} = 0.0049 \text{ м} \quad (36)$$

									Итого
									80
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата	15100.62.2016.478.00.00 ИЗ				

где  $\lambda = 1,2$  – эмпирический коэффициент;  $\epsilon = D/d^{-2}$  – отношение диаметра пружины к диаметру проволоки,  $[\tau]$  – допустимое напряжение материала пружины на кручение (для пружинной стали марки 65Г при  $d = 0,01 \dots 0,08$  м  $[\tau] = 400 \cdot 10^6$  Н/м<sup>2</sup>).

10. Число рабочих витков пружины  $i_1$

$$i_1 = \frac{G \cdot d}{8 \cdot K \cdot C} = \frac{7,85 \cdot 10^{11} \cdot 0,005}{8 \cdot 20045,5 \cdot 7} = 7,14, \quad (37)$$

где  $G$  – модуль упругости на сдвиг (для стали  $G = 7,85 \cdot 10^{11}$  Н/м<sup>2</sup>)

11. Число нерабочих витков пружины  $i_2$

$i_2 = 2,5$  при  $i_1 > 7$  (на оба торца пружины).

12. Полное число витков пружины  $i$

$$i = i_1 + i_2 = 7,14 + 2,5 = 9,64 \quad (38)$$

Также применяют *вибродемпфирование* – уменьшение вибраций за счет увеличения силы трения демпфирующего устройства, т.е. перевод энергии колебаний в тепло, и *виброгашение* (динамическое гашение колебаний) – введение в колебательную систему дополнительных масс или увеличение жесткости системы.

В качестве *средств индивидуальной защиты* от вибрации применяют специальные рукавицы и специальную обувь, изготавливаемые с использованием упругодемпфирующих материалов в соответствии с требованиями стандартов ГОСТ 12.4.002—97 «ССБТ. Средства защиты рук от вибрации», ГОСТ 12.4.010—75 «ССБТ. Средства индивидуальной защиты. Рукавицы специальные», ГОСТ 12.4.024—76 «ССБТ. Обувь специальная виброзащитная.»

#### 4.3 Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны

Микроклимат – метеорологические условия внутренней среды кабины, определяемые температурой воздуха, относительной влажностью воздуха, скоростью движения воздуха, интенсивностью теплового излучения.

В кабинах, пультах и постах управления технологическими процессами при выполнении работ, связанных с нервно - эмоциональным напряжением должны соблюдаться оптимальные величины температуры 22-24 градуса, относительной влажности 60-40% и скорости движения не более 0,1 м/с.

Для обеспечения санитарных норм в холодное время года в кабину автогрейдера устанавливается отопительная система. В целях уменьшения теплопотерь стенки кабины выполняют двухслойными. Наружный слой представляет собой обшивку из стального листа толщиной 0,8-1,2 мм, внутренний – картон или иной теплоизоляционный материал (бумага, войлок, асбест, кожа, сталь, стекло) толщиной до 4мм. При очень низких температурах атмосферного воздуха проектируют дополнительные теплоизоляционные слои. Все соединения кабины герметизированы специальными резиновыми уплотнениями. Пол кабины покрыт войлочно-резиновым ковриком, предназначенный как для теплоизоляции, так и для уменьшения шума и вибрации на рабочем месте. Большое значение для нормализации воздушной среды в кабине имеет система вентиляции. В летний период теплота, передаваемая от внешнего воздуха, работающего двигателя и посредством солнечной радиации, нагревает кабину. Чтобы снизить утомляемость оператора повысить производительность труда, ее оснащают системой кондиционирования воздуха.

					15100.62.2016.478.00.00.113	стр.
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		82

Содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны не должно превышать предельно допустимых концентраций (ПДК). Полный список вредных веществ и их ПДК приведен ГОСТ 12.1.005-88.

#### 4.4 Светотехнические приборы машины и освещение территории

Для обеспечения безопасности движения и выполнения работ в темное время суток, автогрейдер оборудуется осветительными приборами. Недостаточная освещенность строительных площадок утомляет операторов, приводит к удлинению рабочего цикла машины, снижению производительности труда, а также резко повышает вероятность возникновения аварийной ситуации. Особую опасность представляют машины, не оборудованные требуемыми осветительными приборами, при движении ночью в потоке с другими транспортными средствами.

В соответствии с требованиями безопасности движения самоходные машины оборудуются: двухцветными фарами переднего света, передними и задними габаритными огнями, световыми указателями поворотов, «стоп-сигналами», фонарями номерного знака. Цвет передних габаритных огней должен быть белый, а задних – красный. При необходимости на автогрейдер устанавливаются дополнительные фары для освещения рабочих органов. Кабина оператора оборудуется осветительным плафоном, в ней предусматривается подсветка приборного щитка.

Необходимо общее освещение рабочих площадок, сигнальная разметка, знаки ГОСТ Р 12.4.026-2001 распространяется на сигнальные цвета, знаки безопасности и сигнальную разметку для производственной, общественной и иной хозяйственной деятельности людей, строительных площадок и иных объектов, где необходимо обеспечение безопасности, предотвращения

					15100.62.2016.478.00.00 113	Изд.
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		83



несчастных случаев, устранение опасности для жизни, вреда для здоровья людей.

#### 4.5 Пожарная безопасность

Пожарная безопасность (ГОСТ 12.1.004-91) объекта должна обеспечиваться системами предотвращения пожара и противопожарной защиты, в том числе организационно-техническими мероприятиями

Противопожарная защита должно достигаться способами: применение средств пожаротушения, применение конструкций и материалов, в том числе используемых для облицовок конструкций, с нормированными показателями пожарной опасности, применение пропитки конструкций объектов антипиренами и нанесение на их поверхность огнезащитных красок и составов, применение средств коллективной и индивидуальной защиты людей от опасных факторов пожара. Обязательна организация обучения работников правилам пожарной безопасности.

Необходимо соблюдать следующие правила. Запрещается курить и пользоваться огнеопасными предметами во время работы с горюче-смазочными материалами, в холодное время года пользоваться факелами для разогрева масла в агрегатах автогрейдера, во время заправки и при работающем дизеле производить монтажные и демонтажные работы. После заправки необходимо удалить подтеки горюче-смазочных материалов. Не допускается попадание горюче-смазочных материалов на агрегаты электрооборудования (генератор, стартер и т.д.). Промасленный обтирочный материал хранить в закрытом металлическом ящике. Ремонтные работы, связанные с нагреванием и высокой температурой (сварочные, паяльные и др.) производить не на автогрейдере, за исключением деталей и узлов, которые невозможно снять. Сварочные работы производить на

										15100.62.2016.478.00 00 113	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата							84

расстоянии не менее 20 метров от машины. Соблюдать правила обращения с электролитом, низкотемпературными жидкостями и этилированным бензином. Для тушения воспламенившегося топлива применять огнетушители, засыпать или покрыть его брезентом или войлоком.

#### 4.6 Охрана природы

Автогрейдер должен отвечать экологическим показателям, выбросы вредных веществ с отработавшими газами ГОСТ 17.2.2.05 - 97, дымность отработавших газов ГОСТ 17.2.2.02 - 98.

Значение удельных выбросов вновь изготовленных и капитально отремонтированных на ремонтных заводах изделий тракторов и машин не должно быть более норм приведенных в таблице 9.2.

Таблица 17 - Нормы удельных выбросов

Наименование вредных веществ	Удельные выбросы, г (кВт*ч), при воздухообмене	
	неограниченном	ограниченном
Оксид азота	18,0	9,0
Оксид углерода (II)	10,0	4,0
Углеводороды	3,0	1,5

Примечание

- 1 Нормы выбросов оксидов азота установлены по сумме оксидов азота, приведенных к оксиду азота(IV)
- 2 Нормы выбросов углеводородов установлены по сумме углеводородов, приведенных к условному составу С<sub>11</sub>H<sub>8,5</sub>

									15100.62.2016.478.00.00.113	
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						85

Таблица 18 - Нормы дымности

Условный расход воздуха, $\text{дм}^3/\text{с}$	Дымность, $\text{м}^3(\%)$ , не более, при воздухообмене		Условный расход воздуха, $\text{дм}^3/\text{с}$	Дымность, $\text{м}^3(\%)$ , не более, при воздухообмене	
	неограниченном	ограниченном		неограниченном	ограниченном
42 и менее	2,260(62,2)	1,760(53,1)	125	1,345(43,9)	0,845(30,5)
45	2,190(61,0)	1,690(51,6)	130	1,320(43,3)	0,820(29,7)
50	2,080(59,1)	1,580(49,3)	135	1,300(42,8)	0,800(29,1)
55	1,985(57,4)	1,485(47,2)	140	1,270(42,1)	0,770(28,2)
60	1,900(55,8)	1,400(45,2)	145	1,250(41,6)	0,750(27,6)
65	1,840(54,7)	1,340(43,8)	150	1,225(40,9)	0,725(26,8)
70	1,775(53,4)	1,275(42,2)	155	1,205(40,4)	0,705(26,2)
75	1,720(52,3)	1,220(40,8)	160	1,190(40,1)	0,690(25,7)
80	1,665(51,1)	1,165(39,4)	165	1,170(39,5)	0,670(25,0)
85	1,620(50,2)	1,120(38,2)	170	1,155(39,1)	0,655(24,5)
90	1,575(49,2)	1,075(37,0)	175	1,140(38,7)	0,640(24,1)
95	1,535(48,3)	1,035(35,9)	180	1,125(38,4)	0,625(23,6)
100	1,495(47,4)	0,995(34,8)	185	1,110(38,0)	0,610(23,1)
105	1,465(46,7)	0,965(33,8)	190	1,095(37,6)	0,595(22,6)
110	1,425(45,8)	0,925(32,8)	195	1,080(37,1)	0,580(22,1)
115	1,395(45,1)	0,895(31,9)	200 и более	1,065(36,7)	0,565(21,6)
120	1,370(44,5)	0,870(31,2)			

#### 4.7 Указания мер безопасности

К работе на автогрейдере допускаются лица, знающие устройство и правила эксплуатации и имеющие удостоверение на право управления автогрейдером.

Работать на неисправной машине строго запрещается. К работе приступать, убедившись в исправности всех механизмов и агрегатов, обратив особое внимание на исправность рулевого управления, колесных тормозов, трансмиссии и дизеля.

- Во время работы пол кабины должен быть чистым и свободным от посторонних предметов, посторонним лицам запрещается находиться в кабине и в зоне работы.

- Во время движения автогрейдера запрещается удалять из-под ножей посторонние предметы.

Нельзя на ходу автогрейдера рету пиловать, подравнять или смазывать его механизмы.

Запрещается сидеть и стоять на раме, рабочих органах и крыльях во время движения.

При выполнении работ по ремонту или техническому обслуживанию следует надежно затормозить автогрейдер стояночным тормозом, опустить рабочее оборудование на землю или подставки. Производить работы при работающем двигателе не допускается.

Работы по техническому обслуживанию или ремонту должны производиться в специально отведенных местах, где обеспечивается удобный доступ и хорошее освещение.

									87	
Изм.	Иссл.	№ докум.	Подпись	Дата	15100.62.2016-478.00.00.113					87

- Во время технического обслуживания и ремонта приборов электрооборудования выключить выключатель «масса».
- Монтаж или демонтаж шин производить на стенде или чистом полу. При накачивании необходимо следить за показаниями манометра, не допускается превышение давления воздуха выше нормы.
- При необходимости отлучиться от машины, надо затормозить стояночным тормозом и заглушить двигатель. Нельзя оставлять автогрейдер на уклонах.
- Категорически запрещается при спусках с горы переключать передачи или выключать муфту сцепления. Спуск с горы производить на рабочих передачах.
- В случае невозможности транспортирования автогрейдера на специальное место для ремонта его необходимо оградить на месте вынужденной остановки или установить знаки аварийной остановки согласно «Правилам дорожного движения».
- После окончания смены машинист обязан предупредить сменщика о всех неисправностях автогрейдера.
- При пользовании домкратом необходимо придать ему устойчивое положение, предупреждающее завал машины. Места установки домкратов под балкой переднего моста и под корпусами балансиров.
- Перед запуском дизеля поставить рычаг переключения передач в нейтральное положение и затормозить автогрейдер стояночным тормозом.
- Езда на автогрейдере при открытых незакрепленных дверях кабины запрещается. При движении на транспортных передачах двери должны быть закрыты.

										15100.62.2016.478.00.00.113	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата							88





## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ1759 – 70

2. Дунаев П.Ф. Детали машин. Курсовое проектирование: учебное пособие / П.Ф.Дунаев, О.П. Леликов. – М: Машиностроение, 2013 – 559 с

3. Черشلевский Д.В. Детали машин и основы конструирования: учебник для вузов /Д.В. Черشلевский. – М. Машиностроение, 2012 – 672 с

4. Довгяло В.А. Дорожно – строительные машины. Часть I. Машины для земляных работ / В.А.Довгяло, Д.И. Бочкарев– Гомель. БелГУТ, 2010 – 250 с

5. Суелов А.Г. Инженерия поверхности деталей машин: монография – А.Г. Суелов, В.Ф. Безъязычный, Ю.В. Панфилов. – М: Машиностроение, 2008 – 320с.

6. Богданов В.С., Дипломное и курсовое проектирование механического оборудования и технологических комплексов предприятий строительных материалов, изделий и конструкций: Учебное пособие/ Ильин А.С., Двозер В.Я., Струков В.Г., Макридина М. Г., Кудрявцев Г.М., Чудный Ю.П. под редакцией В.С. Богданова и А.С. Ильина. – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2006. – 784 с.

7. Малахов А.В., Методические указания к дипломному проектированию / А.П. Павлов, В.А. Цонамарев, Ю.Л. Штоль – М.: МАДИ, 2014 – 116 с

					15100.62.2016.478.00.00 113	Лист
Изм.	Ист.	№ докум.	Подпись	Дата		91



8. Воробьев Ю. В., Детали машин и основы конструирования учебное пособие для студентов, А. Д. Ковергин, Ю. В. Родионов и др. Гамбов Изд-во ФГБОУ ВПО «ГГТУ», 2014. – 176 с.

					15100.62.2016.478.00.00 113	Итого
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		92

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Документация		
A1			151000.62.2016.742.00.00	Чертеж ОВ	1	
				Сборочные единицы		
		1		Рыхлитель кирковщик	1	
A1		2		Рама основная	1	
		3		Фара задняя	2	
		4		Бак гидросистемы	1	
		5		Крыло	2	
		6		Капот	1	
		7		Ящик аккумуляторный	1	
		8		Мост задний	1	
		9		Бак топливный	1	
		10		Кабина	1	
		11		Гидроцилиндр выноса тяговой рамы	1	
		12		Механизм фиксации	1	
		13		Гидроцилиндр подъема отвала	2	
A1		14		Рабочее оборудование	1	
		15		Фара передняя	2	
		16		Бульдозерное оборудование	1	
		17		Мост передний	1	
			151000.62.2016.742.00.00			
Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		
Разраб.		Кочу А.В.				
Проб.		Храмцов Е.А.	ЭХ	17.06.16		
И.контр.		Немчинова А.В.		17.06.16		
Утв.		Шеркунцов В.Г.				
Автогрейдер класса 140					Лит	Лист
					В	К
					Р	1
					ЮУрГУ кафедра МЭТО МД	

Формат Зонт	По.	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме- чание	Перв. примен.	Справ. №	Подп. и дата	Инд. № докл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	151000.62.2016.742.01.00										
												Изм.	Вст.	№ докум.	Подп.	Дата						
			Документация																			
		151000.62.2016.742.00.00	Рама основная	1																		
			Сборочные единицы																			
	1		Кронштейн крепления рыхлителя	2																		
	2		Рама подмоторная	1																		
	3		Хомут	2																		
	4		Опора кабины	4																		
	5		Подножка	1																		
	6		Балка хредтовая	1																		
	7		Отливка головная	1																		
	8		Кронштейн крепления бульдозера	1																		
	9		Полка	1																		
Инд. № докл.	Рязань Проб	Колч. АВ Храмцов Е.А.	ЕМ	17.06.16	Рама основная					ЮУрГУ кафедра МТО МД												
Инд. № докл.	Н.Контр. Утв.	Мельникова А.В. Шергина В.И.	Шергина	16.06.16																		



Инв. № подл.	Изм. Лист	№ докум.	Подп.	Дата	151000.62.2016.742.05.00	Лит	Лист	Листов	ЮУрГУ кафедра МТО МД				
										Разраб.	Кочу А.В.	Проб.	Храмцов Е.А.
Перв. примен.	Формат	Зона	Поз	Обозначение	Наименование	Кол-во	Примечание	Документация					
								Отвал					
Лист №	Лист №	Лист №	Лист №	Лист №	Лист №	Лист №	Лист №	Лист №	Лист №				
										Сборочные единицы			
										Детали			
										1	Нож боковой	2	
										2	Накладка левая	1	
										3	Накладка правая	1	
										4	Нож основной	2	
										5	Отвал	1	
										6	Кронштейн	1	
										7	Шайба треугольная	4	
										Стандартные изделия			
8	Болт М16х80.68 ГОСТ 7798-84	16											
9	Гайка М16.4 ГОСТ 5915-84	12											
10	Шайба 16.65Г ГОСТ 6402-84	38											
11	Шпилька М16х80 ГОСТ 22032-76	22											
					151000.62.2016.742.05.00								
					Отвал								
					ЮУрГУ кафедра МТО МД								