

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет имени
К.И. Сатпаева

Институт Промышленной инженерии имени А.Буркитбаева

Кафедра Транспортная техника

Балтабай А.М.

Повышение эффективности бульдозера Б10М путем усовершенствования
рабочего органа

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

Специальность 5В071300 – Транспорт, транспортная техника и
технологии

Алматы 2019

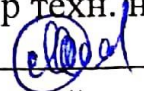
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет имени
К.И. Сатпаева

Институт Промышленной инженерии имени А.Буркитбаева

Кафедра Транспортная техника

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой ТТ
д-р техн. наук, профессор
 Машеков С.А.
« » 2019 г.

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

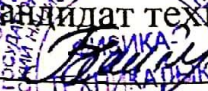
На тему: «Повышение эффективности бульдозера Б10М путем
усовершенствования рабочего органа»

По специальности 5В071300 - Транспорт, транспортная техника и
технологии

Выполнил:

Балтабай А.М.

Рецензент

Кандидат технических наук,
 Байжуманов К.Д.

« » 2019 г.

Научный руководитель

PhD, сениор-лектор,
 Буршукова Г.А.

«13» май 2019 г.

Алматы 2019

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет имени
К.И. Сатпаева

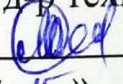
Институт Промышленной инженерии имени А.Буркитбаева

Кафедра Транспортная техника

5B071300 – Транспорт, транспортная техника и технологии

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой ТТ
д-р техн. наук, профессор

 Машеков С.А.
« 15 » 11 2019

ЗАДАНИЕ

на выполнение дипломной работы

Обучающемуся Балтабаю Айболу Мұстафаұлы

Тема «Повышение эффективности бульдозера Б10М путем
усовершенствования рабочего органа»

Утверждена решением Ученого совета № 1252-б от 11 ноября 2018 г. Срок
сдачи законченной дипломной работы «20» мая 2019 г.

Исходные данные к дипломной работе Бульдозер Б10М

Перечень подлежащих разработке в дипломной работе вопросов или краткое
содержание дипломной работы

а) Обзор существующих конструкций рабочих органов бульдозера

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных
чертежей) Общий вид бульдозера, рабочее оборудование, патентный обзор,
сборочный чертеж, детализовка, технологическая наладка.

Рекомендуемая основная литература

Ветров Ю.А., Баладинский В.Л. «Машины для земляных работ» учебное
пособие для ВУЗов- Киев: Вища школа. Головное изд., 1980.- 192 стр.

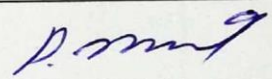
Домбровский Н.Г., Гальперин М.И. «Землеройно-транспортные машины», М:
«Машиностроение», 1965 г

ГРАФИК

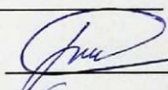
подготовки дипломной работы			
Наименования перечень вопросов	разделов, разрабатываемых часть	Сроки представления научному руководителю и консультантам	Примечание
1) Теоретическая (введение)		08.01-26.02	
2) Патентные исследования		23.02-13.03	
3) Конструкторская часть		13.03-15.04	
4) Технологическая часть		15.04-30.04	

Подписи

консультантов и нормоконтролера на законченную дипломную работу
с указанием относящихся к ним разделов работы

Наименования разделов	Научн. руководитель, консультанты, И.О.Ф. (уч. степень, звание)	Дата подписания	Подпись
Нормоконтроль	Козбагаров Р.А. к.т.н., сениор- лектор	16.05.18 г.	

Научный руководитель _____ Буршукова Г.А.

Задание принял к исполнению обучающийся  Балтабай А.М.

Дата " 17 " мая 2018 г.

АННОТАЦИЯ

Тема дипломной работы «Повышение эффективности бульдозера Б10М путем усовершенствования рабочего органа» на базе трактора Т-10. В частности разрабатываются рабочие узлы. Провели патентные исследования и предложили модернизацию данного типа машины с целью повышения производительности. Провели тяговые расчеты бульдозера.

АНДАТПА

Дипломдық жұмыстың тақырыбы Б10М бульдозердің жұмыс органын жетілдіру арқылы тиімділігін жоғарылату. Дербес жағдайда жұмыстың түйіншектері әзірленеді. Патенттік зерттеулер жүргізілді және өнімділікті жақсарту үшін осы түрдегі машинаны жаңартуға ұсыныс жасалды. Бульдозердің тарту есебін жүргіздік.

ANNOTATION

Theme of diploma work "Increase of efficiency of bulldozer by the improvement of working organ" on the base of tractor of T- 10. " Working knots are developed in particular. Undertook patent studies and offered modernisation of this type of machine with the purpose of increase of the productivity.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение

1 Основная часть

1.1 Характеристика объекта исследования

1.1.1 Общие сведения о бульдозерах

1.1.2 Назначение, классификация и область применения бульдозеров

1.1.3 Устройство машины и ее рабочее оборудование

1.2 Описание рабочего процесса бульдозера

1.2.1 Техническая характеристика бульдозера Б10М

1.2.2 Преимущества бульдозера Б10М

2 Патентное исследование

2.1 Выбор перспективной конструкции рабочего оборудования

2.2 Описание сущности модернизации по результатам патентного исследования

2.3 Вывод по результатам патентного исследования

3 Конструкторская часть

3.1 Выбор основных параметров

3.2 Тяговый расчет

3.3 Расчет усилий действующих на исполнительные механизмы

3.4 Расчет гидросистемы

3.5 Расчет отвала на прочность

3.6 Расчет производительности бульдозера

4 Технологическая часть

4.1 Описание детали

4.2 Выбор метода получения заготовки

4.3 Разработка технологического маршрута

4.4 Расчет режимов резания

4.5 Расчет припусков

Заключение

Список использованной литературы

Приложение

ВВЕДЕНИЕ

Ежегодно в нашей стране увеличиваются объемы строительных работ - сооружаются новые линии железных и автомобильных дорог, возводятся новые заводы и фабрики, растут темпы жилищного строительства, развивается добыча полезных ископаемых и строительных материалов, строятся новые нефте- и газопроводы.

Интенсивное развитие промышленности требует проведения большого объема земляных работ механизированным способом.

Особое место при механизации земляных работ занимают бульдозеры.

Несмотря на быстрое развитие новых методов разработки грунтов и совершенствование конструкций специализированных машин, механический способ их разрушения, копания и перемещения бульдозерами в ближайшем будущем останется наиболее эффективным в большинстве эксплуатационных условий, что объясняется относительной простотой конструкции бульдозеров, широкой сферой и универсальностью применения, высокой производительностью и низкой стоимостью единицы продукции.

Развитие конструкций современных бульдозеров предусматривает:

- увеличение мощности базовых машин;
- механизацию и автоматизацию управления базовой машиной и рабочим органом;
- создание машин специального назначения;
- совершенствование формы отвала и режущих ножей;
- применение отвалов с управляемыми режущими ножами и открылками;
- создание различного дополнительного оборудования, расширяющего область применения базовых машин бульдозеров и повышающего производительность при выполнении определенных работ.

Помимо общих тенденций развития строительно-дорожных машин при создании и совершенствовании бульдозеров учитывают специфические особенности их применения и эксплуатации. В частности, с целью расширения области применения при различных климатических и грунтовых условиях широко применяют их различные исполнения (тропическое, умеренное и северное) и модификации (для подземных, подводных, горных работ и др.).

В последнее время с целью облегчения эксплуатации и удешевления производства широко используют единые, конструктивно подобные решения навесного оборудования во всех типоразмерных рядах бульдозеров.

Создают семейства машин в смежных типоразмерах, принимают меры по улучшению технико-экономических показателей строительных машин и оборудования, повышению их единичной мощности, надежности, ресурса работы машин, в том числе гидропривода, снижению трудоемкости технического обслуживания и ремонта.

1 Основная часть

1.1.1 Назначение, классификация и область применения бульдозеров

Бульдозер представляет собой землеройно-транспортную машину, состоящую из базовой машины, которой обычно бывает трактор мощностью до 450 кВт или колесный двухосный тягач мощностью 600 кВт, и навесного бульдозерного оборудования. Оно может быть как основным, так и вспомогательным.

Бульдозеры служат для механизации земляных работ при послойном копании, перемещении (на расстояние 60...180 м), укладке и планировке грунтов. Их классифицируют по назначению, силе тяги базовой машины, мощности силовой установки, типу движителя, конструктивным признакам, системе управления отвалом.

1. По назначению:- бульдозеры общего назначения (для разнообразных работ в различных грунтовых условиях);- бульдозеры специального назначения;

2. По номинальному тяговому усилию:- малогабаритные (тяговое усилие до 25 кН);- легкие (25-135 кН);- средние (135-200 кН);- тяжелые (200-300 кН);- сверхтяжелые (более 300 кН);

3. По мощности двигателей базовых машин:- малогабаритные (мощность до 45 кВт);- легкие (45-120 кВт);- средние (120-150 кВт);- тяжелые (150-225 кВт);- сверхтяжелые (более 225 кВт);

4. По типу движителей:- колесные бульдозеры;- гусеничные бульдозеры;

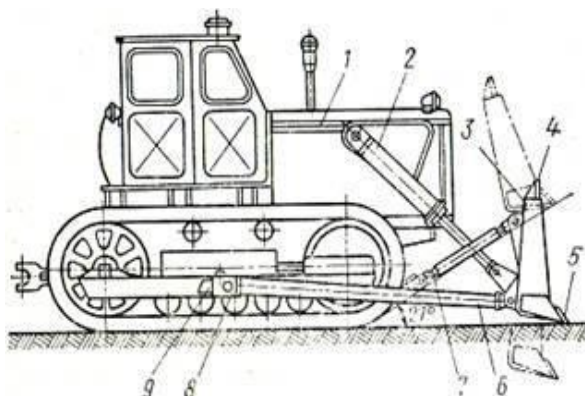
5. По конструктивным признакам:- бульдозеры с рабочим оборудованием впереди и (или) сзади базовой машины;- бульдозеры с поворотным или неповоротным отвалом;

6. По системе привода отвала:- с гидравлическим управлением отвалом;
- с канатным управлением.

Бульдозеры получили широкое применение в строительстве. От общего объема земляных работ на долю бульдозеров приходится 35-40%. Их особенно применяют в дорожном, мелиоративном строительстве и в карьерах горнорудной промышленности. Ими производят планировочные работы, устройство автодорожных и железнодорожных насыпей высотой до 2 м из боковых резервов, транспортировку грунта на расстояние до 100 м, рытье каналов и котлованов, засыпку траншей и ям, очистку дорог и строительных площадок от снега, валку деревьев и корчевку пней. Иногда бульдозеры используются в качестве толкачей для скреперов.

1.1.2 Устройство машины и ее рабочее оборудование

Любой бульдозер состоит из базового трактора, рабочего органа (отвала) и механизма привода рабочего органа.



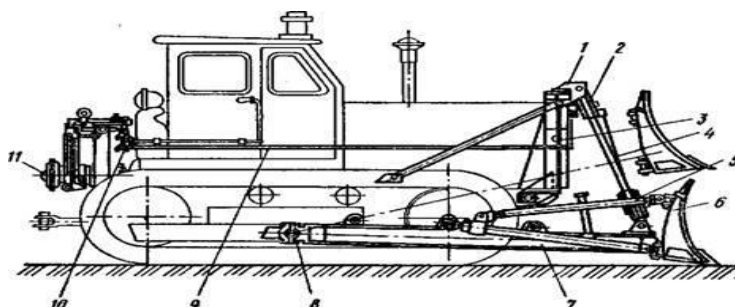
1 - толкающая рама, 2 - боковые толкатели, 3 - отвал, 4 - раскос, 5 - гидроцилиндры.

Рисунок 1- Общий вид бульдозера

На рисунке 1 изображен базовый трактор 6, с отвалом 3, связанные боковыми толкателями 2, раскосом 4 и универсальной толкающей рамой 1. Подъем и опускание отвала производят гидроцилиндры 5.

Базовый трактор состоит из движителя (гусеничной тележки), кабины машиниста с органами управления и двигательного отсека.

Рабочим оборудованием бульдозера называют землеройно-транспортный орган, навешиваемый спереди базовой машины и управляемый с помощью гидравлического привода. Рабочее оборудование состоит из отвала, толкающих брусьев, гидрораскоса, винтового раскоса, упряжных шарниров, центрального и боковых ножей.



1 - стойка, 2, 5 - обоймы, 3, 10 - блоки, 4 - полиспаст, 6 - отвал, 7 - рама, 8 - шарнир, 9 - канат, ;11 — лебедка.

Рисунок 2 - Рабочее оборудование бульдозера с канатным приводом

Рабочее оборудование состоит из толкающих брусьев 6, которые посредством универсальных (упряжных) шарниров 8 крепятся к базовому трактору. К передним концам толкающих брусьев с помощью шарниров 11 прикреплен отвал 1, выполненный разъемным из двух симметричных секций 2 и 3, соединенных в верхней части одноосным шарниром 4. Ось шарнира 4 параллельна продольной оси трактора. Раскосы 9, выполненные в виде гидроцилиндров, соединены с верхней частью отвала шарнирами 10 и толкающими брусьями шарнирами 18. Тыльная сторона отвала снабжена кронштейнами 14. Элементы поперечной стабилизации - тяги 7 крепятся к кронштейнам 14 отвала и толкающим брусьям универсальными шарнирами 15 и 17. Гидроцилиндры подъема-опускания прикреплены шарнирно к секциям

отвала и трактору. На тыльной стороне отвала крепится гидроцилиндр 5 поворота секций 2 и 3, установленный вертикально. Гидроцилиндр 5 прикреплен непосредственно к шарнирному трехзвеннику, среднее звено которого выполнено в виде горизонтально расположенной серьги 12, а боковые - в виде шарнирных тяг 13. Серьга 12 шарнирно соединена с тягами 13, каждая из которых посредством шарнира 16 установлена в кронштейне 14 соответствующей секции отвала.

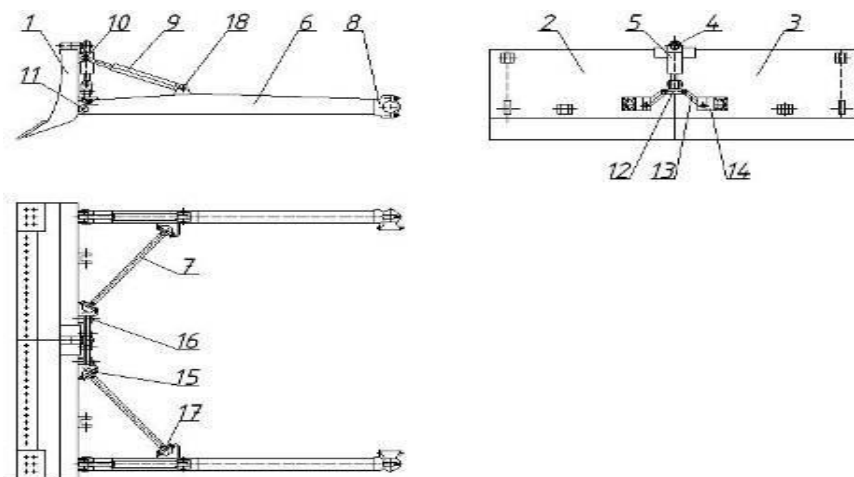
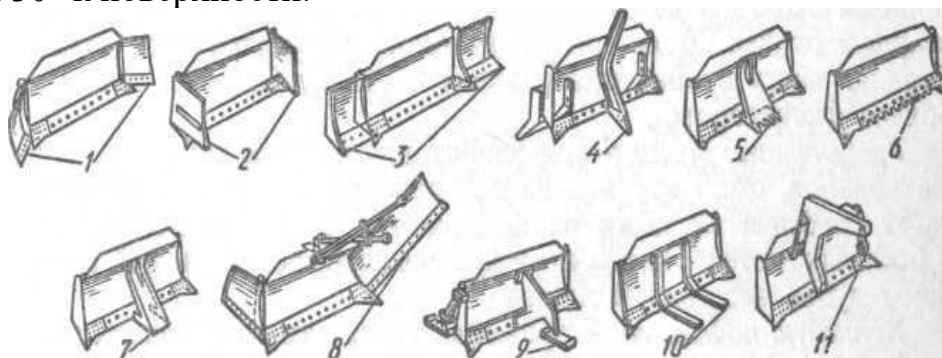


Рисунок 3- Схема рабочего оборудования бульдозера

Преимущественно на бульдозерах с неповоротными отвалами к основному бульдозерному оборудованию устанавливают дополнительное оборудование, используя болты с гайками, поэтому его называют съемным.

Уширители 1 применяют при работе на легких грунтах или насыпных материалах. Они увеличивают ширину отвала, призму волочения и производительность бульдозера.

Уширители представляют собой секции, изогнутые по профилю основного листа бульдозера. Сзади секции усилены ребрами жесткости. С помощью болтов с гайками уширители жестко крепят к боковым щекам отвала под углом 30° к поверхности.



1 - уширители, 2 - открывки, 3 - удлинители, 4 - рыхлительный зуб, 5 - кирковщик, 6 - гребенчатые ножи, 7 - канавная надставка, 8 - откосник, 9 - опорная лыжа, 10 - грузовые вилы, 11 - грузоподъемный крюк

Рисунок 4-Виды рабочего оборудования

1.2 Описание рабочего процесса бульдозера

Рабочий процесс бульдозера состоит из копания грунта, образования призмы волочения, транспортирования ее к месту укладки, остановки для переключения передач и подъема отвала, обратного хода машины, остановки для включения переднего хода и опускания отвала на рабочую поверхность.

1.2.1 Техническая характеристика бульдозера Б10М

Бульдозер выпускается Челябинским тракторным заводом на базе трактора Т-170, разработанного в начале 60-х годов.



Рисунок 5 - Бульдозер Б10М

Бульдозер Б10М (МТ) с механической трансмиссией является результатом модернизации тракторов типа Т10 (Т-170). Последовательная и планомерная работа по совершенствованию и модернизации выпускаемой продукции реализована в новых технических решениях:

- применены длинноходовые гидроцилиндры, что позволило снизить рабочее давление в гидравлической системе на 40% и увеличить ресурс;
- вынесенные вперед точки крепления гидроцилиндров позволили уменьшить усилия при заглублении и подъеме отвала, повысить точность и скорость его перемещения;
- применение балансирной балки подвески, длинноходовых гидроцилиндров и вынесенных вперед точек крепления гидроцилиндров позволяют максимально использовать массу бульдозера Б10М при бульдозировании;
- изменена компоновка моторного отсека, что обеспечивает свободный доступ к двигателю в передней его части и облегчает техническое обслуживание;
- новая конструкция полусферического отвала позволяет повысить производительность бульдозера на 20% на грунтах 1-3 категорий плотности.

Бульдозер Б10М предназначен для разработки грунтов I-III категории без предварительного рыхления, грунтов IV категории с предварительным

рыхлением, а также трещиноватых скальных пород и мерзлых грунтов. Бульдозер Б10М может эксплуатироваться в условиях умеренного и холодного климата при температурах окружающего воздуха от плюс 40 до минус 50° С, на высоте до 3000 м над уровнем моря, при высокой запыленности, а также в условиях тропического климата (тропическое исполнение).

Таблица 1- Основное исполнение

Мощность двигателя Д180	- 132 кВт
Исполнение ходовой системы по числу опорных катков, шт.	- 6 или 5
Исполнение системы пуска двигателя	-электростартерная (ЭССП) - или пусковой двигатель П-23У
Применяемое прицепное устройство	- жесткое или маятниковое
Бульдозерное и рыхлительное оборудование	- из числа предусмотренных

1) Техническая характеристика

Таблица 2 - Масса эксплуатационная, кг

Базового трактора Т10М.0100 Т10М.0110	15475 14855
трактора с бульдозерным оборудованием типа Е и жестким прицепным устройством	18425 17705
трактора с бульдозерным типа Е и рыхлительным оборудованием типа Р	20525 19905
Максимальное тяговое усилие базового трактора, не менее, кН Т10М.0100 при массе 15475 кг Т10М.0110 при массе 14855 кг	151,8(15,5) 145,7(14,9)

Таблица 3 – Скорость движения при изменении передачи

Передача	Скорость движения при отсутствии буксования, км/ч (при 1250 об./мин. коленвала двигателя)	
	вперед (нормальн./ускорен.)	назад
I	2,58 / 3,07	3,01
I	3,58 / 4,26	4,17
III	5,19 / 6,19	5,06
IV	8,74 / 10,38	10,20

Таблица 4-Двигатель Д180

Эксплуатационная мощность, кВт (л.с.) трактор Т10М.0100	132 (180)
Коэффициент запаса крутящего момента, %	не менее 25
Удельный расход топлива при эксплуатационной мощности, г/кВт·ч	218
Заправочная емкость топливного бака, л	310

Таблица 5 - Ходовая система

Количество опорных катков с каждой стороны трактор Т10М.0100 трактор Т10М.0110	6 5
Количество поддерживающих катков с каждой стороны	2
Ширина башмака гусеницы, мм	500
Механизм натяжения	гидравлический
Дорожный просвет (на твердом грунте), мм	435
Среднее удельное давление на грунт, МПа трактор Т10М.0100 трактор Т10М.0110	0,054 0,059

2) Рабочее место

Таблица 6 - Гидросистема навесного оборудования

Максимальное давление, МПа	
Производительность насоса НШ-100, л/мин. (при 1250 об./мин. коленчатого вала двигателя)	180
Заправочная емкость гидросистемы, л, не более	
- для тракторов с бульдозерно-рыхлительным оборудованием	137
- для тракторов с бульдозерным оборудованием	122

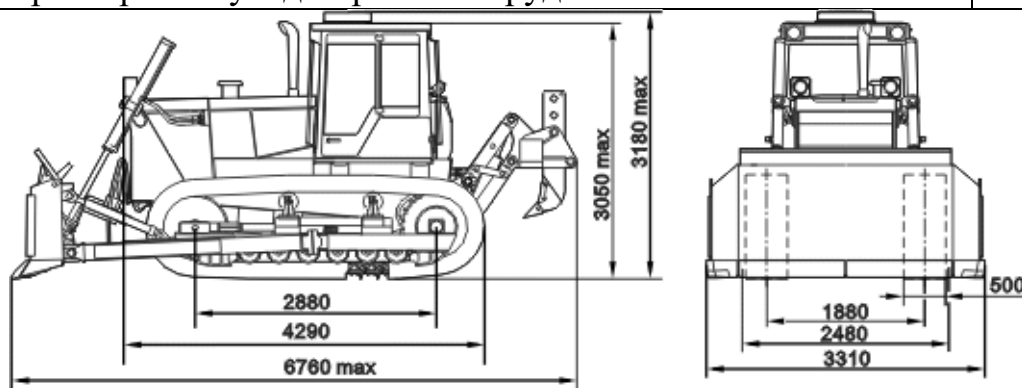


Рисунок 7- Габаритные размеры

1.2.2 Преимущества бульдозера Б10М

Наверно очень много людей, которые даже никак не связаны со строительством или промышленностью, знают про продукцию производства ЧТЗ. В этой статье речь пойдет о конкретной спецтехнике – Бульдозер Б10М.

Бульдозер Б10 – бульдозер 10 тягового класса с гидромеханической трансмиссией. Производительность данного бульдозера находится очень высоком уровне. Среди отечественных аналогов бульдозер этой модели считается одним из лучших и успешно конкурирует с зарубежными бульдозерами аналогичного тягового класса, причем цена на порядок ниже, чем у конкурентов.

Бульдозер Б10 выпускается только на Челябинском тракторном заводе, право на производство этих бульдозеров не продавалось и не передавалось. Данный вид бульдозера следствие планомерных изменений и дополнений бульдозера б-170. Эта модель отличается от старой более лучшим показателем производительности, более высокой скорости и улучшенным показателем маневренности. Все технические характеристики Б10М заметно улучшились.

Бульдозер Б10 прекрасно работает в любых климатических зонах: как в северных районах, так и в южных. Отлично работает на высоте до 3 тысяч метров, при высокой влажности и запыленности.

Кабина бульдозера Б10 оснащена современным оборудованием и интерьером. Кабина оснащена отопительным прибором, который использует тепло охлаждающей жидкости. В кабине Б10М очень удобно расположены рычаги управления самим бульдозером, а так же всем навесным оборудованием. Кроме этого в кабину устанавливается удобное кресло и солнцезащитная шторка. Оператор в такой кабине будет чувствовать себя очень комфортно.

В результате внесения некоторых усовершенствований в бульдозер Б-10 ООО «ЧТЗ» начал производство новых тракторов под маркой Б10М. Основное отличие бульдозера Б10М от Б10 состоит в бульдозерном отвале, который стал полусферический, благодаря чему производительность увеличилась на 20%, при разработке грунтов I – III категории плотности. Новая комплектация бульдозера, позволяет работать практически при любой погоде. Его можно эксплуатировать при температуре от -50 до +40 градусов цельсия. Кроме этого, бульдозер отличается от своего предшественника усовершенствованными техническими характеристиками и улучшенными свойствами двигателя. Бульдозер может работать на любом виде топлива, включая керосин и газоконденсат. Благодаря этому Б10М может работать практически в любом уголке мира.

2 Патентное исследование

В общем случае порядок патентных исследований включает:

- определение задач патентных исследований, их видов и методов проведения;
- определение требований к поиску патентной и другой документации;
- поиск и отбор патентной и другой документации в соответствии с утвержденным регламентом и составлении отчета о поиске;
- систематизация и анализ отобранной документации.

Проводятся патентные исследования на различных этапах создания новой техники:

- на стадии планирования новой техники с целью определения современного уровня научно-технических достижений для выявления целесообразности включения данной схемы в план;
- в процессе разработки технической документации с целью использования имеющихся достижений при решении поставленной задачи;
- на стадии серийного производства объектов новой техники с целью контроля патентной чистоты изделия.

2.1 Выбор перспективной конструкции рабочего оборудования

В настоящее время, несмотря на разнообразие бульдозеров по назначению и виду выполняемых работ, проблемы, связанные с энергосбережением в процессе копания, остаются актуальными. Наряду с непрерывным ростом парка бульдозеров постоянно осуществляются качественные изменения их рабочего оборудования, направленные на увеличение производительности и снижение энергоёмкости процесса копания грунта, посредством создания и внедрения новых рациональных и технических решений.

В результате проведения патентных исследований для модернизации было выбрано техническое решение, защищенное авторским свидетельством RU №1033651C1, кл.

Целью модернизации является то, что, отвал бульдозера снабжен ковшом, выполненным из расположенных перед лобовым листом отвала задней стенки, днища, к передней части которого прикреплен средний нож.

2.2 Описание сущности модернизации по результатам патентного исследования

1) Авторское свидетельство Заявка: 2008100340/03, 09.01.2008. Рабочее оборудование бульдозера

Авторы: **Никулин Павел Иванович (RU), Чуйков Олег Владимирович (RU)**

На основании проведенного патентного исследования в работе для

увеличения эффективности разработки прочных грунтов предложена следующая модернизация.

(57) Реферат:

Изобретение относится к землеройно-транспортным машинам с рабочим органом отвального типа. Технический результат - минимизация сопротивлений резанию грунта и трению ножа о грунт. Рабочее оборудование бульдозера включает режущий нож с коробкой жесткости, гибкий элемент, выполненный в виде упругой металлической пластины, жестко прикрепленной нижним концом к режущему ножу, коробчатый отвал. В коробчатом отвале установлена упругая подушка, на которую опирается металлическая пластина и толкающие брусья. Коробчатый отвал жестко связан с коробкой жесткости.

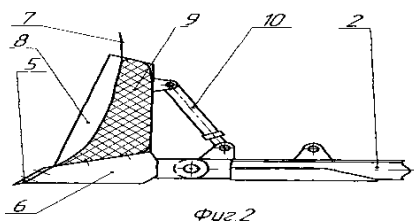


Рисунок 8 - Отвал бульдозера

2) Авторское свидетельство Заявка: 2007146471/03, 12.12.2007.
Бульдозерное оборудование

Авторы: Курилов Евгений Вячеславович (RU),
Алексеев Андрей Александрович (RU)

Изобретение относится к землеройно-транспортным машинам типа бульдозеров. Технический результат - расширение технологических возможностей оборудования путем повышения эффективности разработки плотных грунтов. Бульдозерное оборудование включает отвал, на торцах которого установлены свободно вращающиеся диски с зубчатой режущей кромкой, обращенные своей рабочей боковой поверхностью к центру отвала. На боковых рабочих поверхностях дисков закреплены шнековые лопасти с разнонаправленными спиралями витков. На торцах отвала на одной оси с режущими дисками установлены колеса с пневматическими шинами с регулируемым давлением воздуха.. 3 ил.

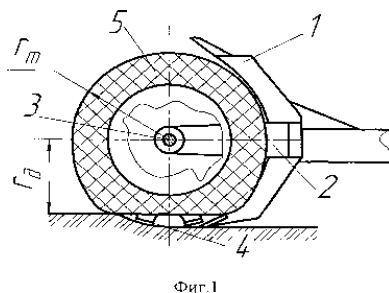


Рисунок 9 - Отвал бульдозера

3) Авторское свидетельство Заявка: 2007145964/03, 10.12.2007

Бульдозерное оборудование

Авторы: **Курилов Евгений Вячеславович (RU),
Алексеев Андрей Александрович (RU)**

(54) БУЛЬДОЗЕРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

(57) Реферат:

Изобретение относится к землеройно-транспортным машинам типа бульдозеров. Технический результат - повышение производительности при работе на связных грунтах. Бульдозерное оборудование включает отвал с боковыми щеками, выполненными в виде свободно вращающихся дисков с зубчатыми режущими кромками. В центральной части отвала на одной оси с дисками установлены лопасти, диаметр которых меньше диаметра окружности впадин зубчатой режущей кромки дисков. Между дисками и лопастями соосно установлены два шнека с разнонаправленными спиралями и одинаковыми диаметрами витков. При этом лопасти выполнены большего диаметра, чем витки шнеков. 2 з.п. ф-лы, 3 ил

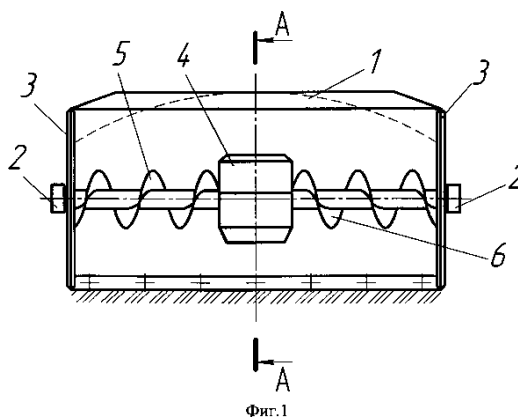


Рисунок 10 - Отвал бульдозера

2.3 Вывод по результатам патентного исследования

Целью данной работы является прогнозирование направлений совершенствование конкретно заданной машины (в нашем случае бульдозер Б10М). На основе изучения её существующей конструкции, сферы применения и имеющихся недостатков её работы.

В работе мы указали задачи и область применения бульдозеров, конструктивные особенности и процесс работы, осветили информацию о технической характеристике машины и привели в пример иллюстрации данной машины. Провели патентные исследования и предложили модернизацию данного типа машины с целью повышения производительности.

3 Конструкторская часть

3.1 Выбор основных параметров

За главный параметр бульдозеров принимается номинальное тяговое усилие трактора или тягача. За основные параметры бульдозеров приняты: эксплуатационный вес бульдозера; скорости рабочего и обратного хода; среднее удельное давление ходовой части на грунт и смещение центра давления; удельное горизонтальное и вертикальное давление на режущей кромке ножа, определяющее возможность разработки бульдозером грунтом с различным сопротивлением копанию.

Удельное горизонтальное усилие на режущей кромке p_r , кг/см, находим по формуле

$$P_r = \frac{T_n}{B}, \quad (1)$$

где B – ширина отвала, мм

T_n – номинальное тяговое усилие, т, $T_n=18$ т (180 кН),

Ширину отвала находим по формуле

$$B = 1,4 \cdot \sqrt[3]{m}, \quad (2)$$

где m – масса бульдозера, т, $m=21500$ т.

$B = 1,4 \cdot \sqrt[3]{17,5} = 3650$ мм. Принимаем $B=4000$ мм.

$$P_r = \frac{180}{4} = 45 \text{ кН/м.}$$

Из таблицы выбираем удельное вертикальное давление на режущей кромке и категорию грунта. $P_v=35$ кН/м, категория грунта 3.

Основные параметры поперечного профиля отвала бульдозера выбираем и заносим выбранные значения в таблицу 7.

Таблица 7-Основные параметры поперечного профиля отвала бульдозера.

Параметр	Отвал неповоротный
Угол резания σ в град	55
Угол наклона отвала ξ в град	75
Угол опрокидывания ψ в град	70
Задний угол α в град	33
Угол заострения ножа β в град	22

Угол захвата конструктивно выбираем $\nu=45$, но при конструировании угол захвата принимаем $\nu=60$.

Высота отвала H определяется силой тяги T_n и грунтовыми условиями, для которых предназначается проектируемый бульдозер. Высота отвала может быть определена:

Для бульдозера с поворотным отвалом

$$H=500 \cdot \sqrt[3]{T_n} - 5 \cdot T_n, \quad (3)$$

где T_n —номинальная сила тяги бульдозера в т.

$$H=500 \cdot \sqrt[3]{18} - 5 \cdot 18 = 1220 \text{ мм.}$$

Из таблицы найдем уравнения регрессии для определения некоторых основных параметров гусеничных бульдозеров с двигателем мощностью от 25 до 310 л.с. при мощности базовой машины ($T=170$) 118 кВт. Сведем полученные значения в таблицу 8.

Таблица 8 - Уравнение регрессии для определения некоторых основных параметров гусеничных бульдозеров с двигателем мощностью от 25 до 310 л. с.

Параметры	Уравнение	Значение
Тяговое усилие (номинальное) в кН	$T_n = (0,77 \dots 1,23) \cdot (93,5N)$	$T_n = 1,23 \cdot 93,5 \cdot 118 = 135,71$
Высота отвала в мм	$H = (0,81 \dots 1,19) \cdot (201 \sqrt[3]{N})$	$H = 1,156 \cdot 201 \sqrt[3]{118} = 1140$
Наибольший подъем отвала в мм Максимальное опускание отвала в мм	$h_{п.о} = (0,79 \dots 1,22) \cdot (208 \sqrt[3]{N})$	$h_{п.о} = 0,91 \cdot 208 \cdot \sqrt[3]{118} = 930$ $t_p = 400$
Скорость в км/ч минимальная максимальна	$v_{min} = 2 \dots 2,75$ $v_{max} = 6,5 \dots 11,5$	$v_{min} = 2,51$ $v_{max} = 11,5$
Удельное давление гусениц на грунт в кг/см ² (Н/м ²)	$P = 0,35 \dots 0,63$	$P = 0,5 (50000)$
Вес полный кг	$G = (0,77 \dots 1,23) \cdot (110N)$	$G = 1,23 \cdot 110 \cdot 118 = 15965 (17500)$

Радиус кривизны поверхности отвала :

$$R = \frac{H - a \sin \sigma}{\cos \sigma + \cos \psi} \quad (4)$$

где σ -угол резанья, град;

ψ -угол опрокидывания, град.

$R=1243$ мм.

Угол установки отвала $\xi=75$, град.

Высота козырька $H_1= (0,1 \dots 0,25) H$

$H_1= 1220 \cdot 0,18=220$ мм.

Угол установки козырька $\psi_1=(90 \dots 100)$ град.

Примем $\psi_1 = 95$ град.

3.2 Тяговый расчет

Рассмотрим вопросы тягового расчета применительно к наиболее распространенному способу работы — лобовому толканию грунта при бестраншейном способе работ.

Объем призмы волочения (m^3), зависит от геометрических размеров отвала и свойств грунта и определяется по формуле /5/

$$V_{пр} = L \cdot H^2 / 2 \cdot k_{пр} \quad (5)$$

где L —ширина отвала;

H —высота отвала;

$k_{пр}$ —коэффициент зависящий от характера грунта и отношения H/L . Примем $k_{пр}=0,80$.

$$V_{пр} = 4000 \cdot 1140^2 / 2 \cdot 0,8 = 3,23 \text{ м}^3.$$

При транспортировании грунта отвалом бульдозера по горизонтальной площадке возникают сопротивления, которые будем определять по формулам:

Сопротивление резанию в кН

$$W_p = k \cdot B \cdot h_1, \quad (6)$$

где k —удельное сопротивление лобовому резанию в кН/ m^2 , $k=170$; B —ширина отвала в м;

h_1 —глубина резания во время перемещения призмы грунта (величина заглубления), которую определим по формуле:

$$h_1 = k_n \cdot V_{пр} / B, \quad (7)$$

где k_n —коэффициент определяющий потери грунта в боковые валики на 1м пути, он зависит от свойств грунта. Примем $k_n=0,0285$ —для связных грунтов.

$$h_1 = 0,0285 \cdot 3,23 / 4 = 0,023 \text{ м.}$$

$$W_p = 170 \cdot 4 \cdot 0,023 = 15,64 \text{ кН.}$$

Сопротивление перемещению призмы грунта перед отвалом в кН

$$W_{\text{пр}} = G_{\text{пр}} \cdot \mu_2, \quad (8)$$

где μ_2 —коэффициент трения грунта по грунту $\mu_2=0,5$;

$G_{\text{пр}}$ —вес призмы волочения в Н, которая определяется по формуле

$$G_{\text{пр}} = V_{\text{пр}} \cdot \gamma_{\text{г}} \cdot g, \quad (9)$$

где $\gamma_{\text{г}}$ —объемный вес грунта в плотном теле кг/м^3 . Примем $\gamma_{\text{г}}=1800$; g —ускорение свободного падения, $g=9,81 \text{ м/с}^2$.

$$W_{\text{пр}} = 3,23 \cdot 1800 \cdot 9,81 \cdot 0,5 = 28,52 \text{ кН.}$$

Сопротивление перемещению грунта вверх по отвалу в кН

$$W_{\text{в}} = G_{\text{пр}} \cdot \cos^2 \sigma \cdot \mu_1, \quad (10)$$

где σ —угол резания, $\sigma=55$;

μ_1 —коэффициент трения грунта по металлу, $\mu_1=0,8$ (тяжелый суглинок).

$$W_{\text{в}} = 3,23 \cdot 1800 \cdot 9,81 \cdot \cos^2 55 \cdot 0,8 = 15,011 \text{ кН.}$$

Сопротивление перемещению бульдозера в кН

$$W_{\text{f}} = G \cdot f, \quad (11)$$

где f —коэффициент сопротивления перемещению движителей трактора, для гусеничной машины $f=0,1$;

G —сила тяжести бульдозера в Н, которая определяется по формуле

$$G = (1,17 \dots 1,28) \cdot G_{\text{бм}} \cdot g, \quad (12)$$

где $G_{\text{бм}}$ —вес базовой машины, $G_{\text{бм}}=13630 \text{ кг}$.

$$G = 1,22 \cdot 13630 \cdot 9,81 = 163130 \text{ (163,13 кН)},$$

$$W_{\text{f}} = 163,13 \cdot 0,1 = 16,313 \text{ кН}$$

Для бульдозеров с неповоротным отвалом суммарное сопротивление движению, кН по формуле :

$$W = W_{\text{р}} + W_{\text{пр}} + W_{\text{в}} + W_{\text{f}}, \quad (13)$$

$$W = 15,64 + 28,52 + 15,011 + 16,313 = 75,484 \text{ кН}$$

Имея введу, что сопротивление грунта копанию преодолевается силой тяги базового тягача, можно написать неравенство

$$W \leq T_n, \quad (14)$$

где T_n —номинальная сила тяги бульдозера в кН.

$$T_n = G \cdot \nu, \quad (15)$$

где ν —коэффициент сцепления грунта с гусеницами, $\nu=0,9$.

$$T_n = 163,13 \cdot 0,9 = 148,82 \text{ кН},$$

$$75,484 \leq 148,82.$$

Потребная мощность двигателя базовой машины л.с.(кВт) определяется по формуле

$$N = W \cdot v_d / 2700 \cdot \eta, \quad (16)$$

где v_d —действительная скорость движения бульдозера в км/ч, $v_d=2,8$;
 η —механический к.п.д. машины, $\eta=0,9$.

$$N = 75484 \cdot 2,8 / 2700 \cdot 0,9 = 106,6 \text{ л.с. (83,15 кВт)},$$

что составляет 70% от мощности базовой машины (118), следовательно T —170 в качестве базовой машины подходит.

3.3 Расчет усилий действующих на исполнительные механизмы

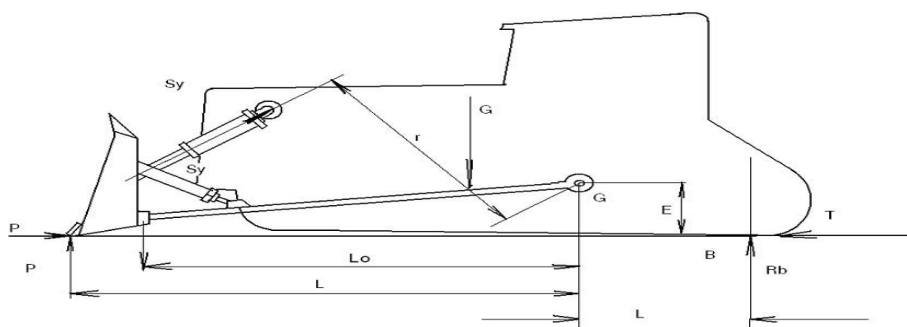


Рисунок 11- Расчетная схема для определения нагрузок действующих на бульдозерное оборудование.

На нож отвала бульдозера в плоскости действуют две силы, P_1 горизонтальная и P_2 вертикальная в кН, которые определяются по формулам:

$$P_1 = G \cdot v_{\max} / (1 - v_{\max} \cdot \operatorname{ctg}(\sigma + v_1)), \quad (17)$$

$$P_2 = P_1 \cdot \operatorname{ctg}(\sigma + v_1), \quad (18)$$

где G —сила тяжести бульдозера в Н; $v_{\max}$ —
 максимальный коэффициент сцепления движителя с грунтом,
 принимаем $v_{\max}=0,9$;
 σ —угол резания, $\sigma=55$;
 v_1 —угол трения грунта по металлу, $v_1=32$.

$$P_1 = 163130 \cdot 0,9 / (1 - 0,9 \cdot \operatorname{ctg}(55 + 32)) = 92 \text{ кН},$$

$$P_2 = 154100 \cdot \operatorname{ctg}(55 + 32) = 16,2 \text{ кН}.$$

Сила подъема отвала кН, определяются по формуле

$$S_p = S_y \cdot k_d, \quad (19)$$

где S_y —усилие на штоках гидроцилиндров, в кН;
 k_d —коэффициент динамичности, принимаем $k_d=1,35$.

$$S_y = (P_2 \cdot l + P_1 \cdot m + G_o \cdot l_o) / r, \quad (20)$$

где G_o —сила тяжести рабочего оборудования, $G_o=29,43$ кН;
 l —линейный размер, $l=3,64$ м;
 l_o —линейный размер, $l_o=3,45$ м;
 m —линейный размер, $m=0,45$ м;
 r —линейный размер, $r=2,1$ м.

$$S_y = (16200 \cdot 3,64 + 92000 \cdot 0,45 + 29430 \cdot 3,45) / 2,1 = 96,14 \text{ кН};$$

$$S_p = 96140 \cdot 1,35 = 129,79 \text{ кН}.$$

3.4 Расчет гидросистемы

В бульдозере Т—170 используется гидравлический шестеренчатый насос НШ100—2(3). Техническую характеристику насоса НШ100—2(3) сведем в таблицу 10.

Диаметр поршня гидроцилиндра мм, с поршневой рабочей полостью определяют по формуле

$$D = [4 \cdot F_1 / \pi \cdot (P_1 - P_2 \cdot (1 - v^2))]^{0,5}, \quad (21)$$

где F_1 —усилие на штоке, Н; P_1 —
давление в поршневой полости, Па;
 P_2 —давление на сливе, $P_2=0,5$ Па;
 ν —коэффициент отношения, $\nu=d/D=0,3\dots0,7$, принимаем $\nu=0,5$.

$$D=[4.95400/3,14\cdot(16\cdot10^6-0,5\cdot10^6\cdot(1-0,5^2))]^{0,5}=88,2 \text{ мм.}$$

Таблица 10-Техническая характеристика насоса НШ100—2(3).

Параметры	Значения
Рабочий объем, см ³ /об	98,8
Давление на входе, МПа номинальное максимальное	14(16) 17,5(20)
Давление на входе в насос, МПа минимальное максимальное	0,08 0,12
Частота вращения вала, об/мин минимальное номинальное максимальное	960 1500 2000
Номинальная объемная задача, дм ³ /мин	139,3
Номинальная потребляемая мощность, кВт	37,5(42,8)
К.П.Д. насоса (не менее)	0,85
Объемный К.П.Д. (не менее)	0,94
Масса, кг	17,5

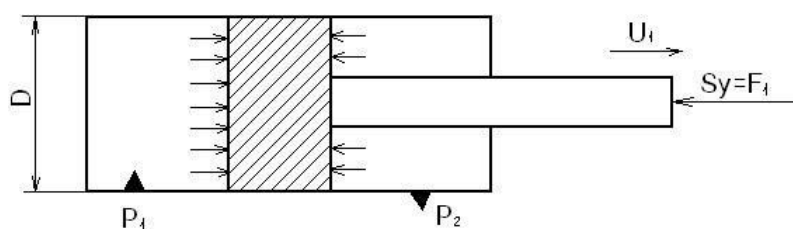


Рисунок 12- Расчетная схема гидроцилиндра с поршневой рабочей полостью.

Диаметр штока гидроцилиндра мм, определим по формуле

$$d=D\cdot\nu. \quad (22)$$

$$d=88,2\cdot0,5=44,1 \text{ мм.}$$

Расчет гидроцилиндра по обеспечению заданной скорости движения штока V .

Диаметр поршня гидроцилиндра мм, с поршневой рабочей полостью определяют по формуле

$$D_1 = [4 \cdot Q_{\text{нд}} / \pi \cdot V]^{0,5}, \quad (23)$$

где $Q_{\text{нд}}$ —расход жидкости, м³/сек, $Q_{\text{нд}}=139,3$ дм³/мин (0,0023 м³/сек); V — скорость движения штока, м²/сек.

Определим мощность гидродвигателя кВт, оп формуле

$$N_{\text{гдв}} = N_{\text{нп}} / k_{\text{зу}} \cdot k_{\text{зс}}, \quad (24)$$

где $N_{\text{нп}}$ —мощность насоса, кВт; $k_{\text{зу}}$ — коэффициент запаса по усилию, $k_{\text{зу}}=1,15$; $k_{\text{зс}}$ — коэффициент запаса по скорости, $k_{\text{зс}}=1,2$.

$$N_{\text{гдв}} = 42,8 / 1,15 \cdot 1,2 = 31,02 \text{ кВт.}$$

$$V = N_{\text{гдв}} / F_1, \quad (25)$$

$$V = 31,02 \cdot 10^3 / 96,4 \cdot 10^3 = 0,33 \text{ м}^2/\text{сек},$$

$$D_1 = [4 \cdot 0,0023 / 3,14 \cdot 0,33]^{0,5} = 94,2 \text{ мм},$$

$$d_1 = 94,2 \cdot 0,5 = 47,1 \text{ мм.}$$

По известным значениям диаметров поршня и штока гидроцилиндров находим их средние значения, по формулам

$$D_{\text{ср}} = (D + D_1) / 2, \quad (26)$$

$$d_{\text{ср}} = (d + d_1) / 2. \quad (27)$$

$$D_{\text{ср}} = (88,2 + 94,2) / 2 = 91,2 \text{ мм},$$

$$d_{\text{ср}} = (44,1 + 47,1) / 2 = 45,6 \text{ мм.}$$

Значение v равно отношению рабочей площади поршневой полости к площади штоковой полости, т.е.

$$v = S_{\text{п}} / S_{\text{шт}} = D_{\text{ср}}^2 / (D_{\text{ср}}^2 - d_{\text{ср}}^2) = 91,2^2 / (91,2^2 - 45,6^2) = 1,333.$$

По значению ν и диаметру поршня выбираем гидроцилиндр двухстороннего действия

номинальное давление 16 МПа,

$D=100$ мм,

$d=63$ мм,

Ход поршня $L=800$ мм

3.5. Расчет отвала на прочность

На отвал действуют силы $P_1P_2S_p$, а также сила тяжести рабочего оборудования G_o . Определив положение центра тяжести сечения O и направление главных осей инерции сечения, (которые приведены ниже), x и z , приводим силы $P_1P_2S_p$ к точке O и раскладываем их на составляющие x и z . В сумме эти составляющие образуют силы Q_x и Q_z в кН, которые определим по формулам

$$Q_x = P_1 \cdot \cos 10^\circ + P_2 \cdot \cos 80^\circ + S_p \cdot \cos 55^\circ, \quad (28)$$

$$Q_z = P_1 \cdot \sin 10^\circ - P_2 \cdot \sin 80^\circ + S_p \cdot \sin 55^\circ. \quad (29)$$

$$Q_x = 92 \cdot 0,98 + 16,2 \cdot 0,173 + 129,79 \cdot 0,17 = 115 \text{ кН},$$

$$Q_z = 92 \cdot 0,173 - 16,2 \cdot 0,98 + 129,79 \cdot 0,82 = 106,47 \text{ кН}.$$

Силу тяжести отвала в кН рассмотрим как равномерно распределенную нагрузку которая определяется по формуле

$$q = G_o / L, \quad (30)$$

которую также разложим на составляющие q_x и q_z в кН. $q = 29,43/4 = 7,4$, $q_x = 3,7$, $q_z = 3,7$.

Изгибающие моменты M' и M'' определяют по формулам

$$M' = Q_x \cdot L / 4 - q_x \cdot L^2 / 8, \quad (31)$$

$$M'' = Q_z \cdot L / 4 + q_z \cdot L^2 / 8, \quad (32)$$

$$M' = 115 \cdot 4 / 4 - 3,7 \cdot 4^2 / 8 = 107,6 \text{ Нм}$$

$$M'' = 106,47 \cdot 4 / 4 + 3,7 \cdot 4^2 / 8 = 113,87 \text{ Нм}.$$

Нормальное напряжение МПа, находят по уравнению

$$\sigma = M' \cdot x_o / J_z + M'' \cdot z_o / J_x, \quad (33)$$

где J_z и J_x —главные моменты инерции m^4 , определяемые как суммы моментов инерции элементарных площадок относительно главных осей сечения значения моментов инерции сведем в таблицу 11;

x_0 и z_0 —координаты точки сечения m , наиболее удаленной от нейтральной линии $x_0=0,242$, $z_0=0,338$.

Таблица 11-Уравнения и значения для нахождения главных моментов инерции

Уравнения для J_x	Значения	Уравнения для J_z	Значения
$J_{x1}=J_{x1,1}+J_{x1,2}=B \cdot h_{1,1}^3/12+B \cdot h_{1,2}^3/12$	0,0092	$J_{z1}=J_{z1,1}+J_{z1,2}=B^3 \cdot h_{1,1}/12+B^3 \cdot h_{1,2}/12$	2,6
$J_{x2}=J_{x2,1}+J_{x2,2}=B \cdot h_{2,1}^3/12+B \cdot h_{2,2}^3/12$	0,073	$J_{z2}=J_{z2,1}+J_{z2,2}=B^3 \cdot h_{2,1}/12+B^3 \cdot h_{2,2}/12$	5,12
Для четверти кольца	0	$J_{z3}=\pi \cdot r_2^4/16 - \pi \cdot r_1^4/16$	0,01
Σ	0,0822	Σ	7,73

По формуле (33) находим

$$\sigma=107,6 \cdot 0,242/7,73 + 113,87 \cdot 0,338/0,0822 = 271 \text{ МПа.}$$

Крутящий момент M_m , определяем из уравнения

$$M_k=P_1 \cdot h+S_p \cdot h_1-P_2 \cdot h_2, \quad (34)$$

где h , h_1 , h_2 —плечи приложения сил m , относительно главных осей сечения $h=0,618 \text{ м}$, $h_1=0,274 \text{ м}$, $h_2=0,300 \text{ м}$.

$$M_k=92 \cdot 0,618+128,79 \cdot 0,274-16,2 \cdot 0,300=87,55 \text{ Нм.}$$

Моменты инерции для замкнутых профилей (1) (2) $кг \cdot м^2$, при постоянной толщине стенки определяют по формуле

$$J_{Ki}=4 \cdot F_i^2 \cdot b_i/s_i, \quad (35)$$

где F_i —площадь, заключенная внутри средней линии контура $м^2$, где $F_1=0,025 \text{ м}^2$, $F_2=0,099 \text{ м}^2$;

b_i —толщина стенки элементов контура $м$, где $b_1=b_2=0,012$;

s_i —длина средней линии элементов контура $м$, где $s_1=0,470$, $s_2=0,947$.

$$J_{K1}=4 \cdot 0,025^2 \cdot 0,012/0,470=64 \cdot 10^{-6} \text{ кг} \cdot м^2,$$

$$J_{K2}=4.0,099^2 \cdot 0,012/0,947=49 \cdot 10^{-5} \text{ кг} \cdot \text{м}^2.$$

Момент инерции для незамкнутого профиля (3) $\text{кг} \cdot \text{м}^2$, имеющего форму части кольца определяется по формуле

$$J_{K3}=\delta_3^4/3 \cdot (s_3/\delta_3 - 0,63), \quad (36)$$

где $\delta_3=0,016$, $s_3=1,332$.

$$J_{K3}=0,016^4/3 \cdot (1,332/0,016 - 0,63)=18 \cdot 10^{-7} \text{ кг} \cdot \text{м}^2.$$

Полный момент инерции $\text{кг} \cdot \text{м}^2$, при кручении находится как сумма моментов инерции частей сечения по формуле

$$J_K = J_{K1} + J_{K2} + J_{K3}, \quad (37)$$

$$J_K=64 \cdot 10^{-6}+49 \cdot 10^{-5}+18 \cdot 10^{-7}=555,8 \cdot 10^{-6} \text{ кг} \cdot \text{м}^2.$$

Считая, что крутящий момент распределяется между частями сечения пропорционально их жесткости, определяем крутящий момент $\text{кН} \cdot \text{м}$, приходящийся на каждую часть по формуле

$$M_{Ki}=(M_K/2) \cdot (J_{Ki}/J_K), \quad (38)$$

$$M_{K1}=(87,55/2) \cdot (64 \cdot 10^{-6}/555,8 \cdot 10^{-6})=5,0 \text{ кН} \cdot \text{м},$$

$$M_{K2}=(87,55/2) \cdot (49 \cdot 10^{-5}/555,8 \cdot 10^{-6})=38,6 \text{ кН} \cdot \text{м},$$

$$M_{K3}=(87,55/2) \cdot (18 \cdot 10^{-7}/555,8 \cdot 10^{-6})=1,4 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

Для замкнутых профилей (1) и (2) касательные напряжения МПа , определяются по формуле

$$\tau_i = M_{Ki}/2 \cdot \delta_i \cdot F_i, \quad (39)$$

$$\tau_1=5,0/2 \cdot 0,012 \cdot 0,025=8,4 \text{ МПа},$$

$$\tau_2=38,6/2 \cdot 0,012 \cdot 0,099=16,2 \text{ МПа}.$$

Для незамкнутого профиля (3) касательные напряжения МПа , определяются по формуле:

$$\tau_3 = M_{K3} \cdot \delta_3/J_{K3}, \quad (40)$$

$$\tau_3=1,4 \cdot 0,016/18 \cdot 10^{-7}=1,3 \text{ МПа}.$$

Определив нормальные и касательные напряжения в точках сечения, в которых они достигают своей максимальной величины, находим суммарное напряжение в этих точках и производим проверку прочности сечения по уравнению

$$\sigma_{\text{сум}} = [\sigma^2 + 4 \cdot \tau^2]^{0.5} \leq [\sigma], \quad (41)$$

где $[\sigma]$ —предельно допустимое напряжение, для стали 16 ГС $[\sigma]=480$ МПа, ГОСТ 19282—73.

$$\tau = 12,3 + 24 + 1,9 = 38,2 \text{ МПа},$$

$$\sigma_{\text{сум}} = [271^2 + 4 \cdot 38,2^2]^{0.5} = 281 < 480.$$

Запас прочности определим по формуле

$$n = [\sigma] / \sigma_{\text{сум}}, \quad (42)$$

где n —коэффициент запаса прочности $n=1,4 \dots 1,6$ для сталей при статической нагрузке.

$n=480/281=1,6$ следовательно запас прочности сечения отвала нормальный.

3.6 Расчет производительности бульдозера

Производительность бульдозера $\text{м}^3/\text{час}$, при резании и перемещении грунта определяется по формуле

$$П = 3600 \cdot V_{\phi} \cdot k_{\text{в}} \cdot k_{\text{укл}} / T_{\text{ц}}, \quad (43)$$

где $k_{\text{в}}$ —коэффициент использования бульдозера по времени, принимаем $k_{\text{в}}=0,85$;

$k_{\text{укл}}$ —коэффициент, учитывающий влияние уклона местности на производительность бульдозера, определяют по таблице 35 /1/, при угле уклона $(5 \dots 10)$ принимаем $k_{\text{укл}}=1,64$;

$T_{\text{ц}}$ —длительность цикла в сек;

V_{ϕ} —объем грунта (в плотном теле) перед отвалом м^3 , определим по формуле

$$V_{\phi} = B \cdot H^2 / 2 \cdot k_{\text{пр}} \cdot k_{\text{р}}, \quad (44)$$

где $k_{\text{пр}}$ —коэффициент зависящий от характера грунта и отношения H/L . Примем $k_{\text{пр}}=0,80$.

$k_{\text{р}}$ —коэффициент разрыхления грунта, принимаем $k_{\text{р}}=1,13$.

$$V_{\phi}=4 \cdot 1,140^2 / 2 \cdot 0,8 \cdot 1,13=2,88 \text{ м}^3.$$

Длительность цикла находится по формуле/

$$T_{\text{ц}}=l_p/v_1 + l_n/v_2 + (l_p+l_n)/v_3 + 2 \cdot t_n + t_o + t_c, \quad (45)$$

где l_n —длина пути перемещения грунта в м, принимаем $l_n=20$ м;

l_p —длина пути резания в м, принимаем $l_p=8,0$ м;

v_1 —скорость движения бульдозера при копании грунта в м/сек, принимаем $v_1=0,4$ м/сек;

v_2 —скорость движения бульдозера при перемещении грунта в м/сек, принимаем $v_2=1$ м/сек;

v_3 —скорость обратного холостого движения трактора в м/сек, принимаем $v_3=1,5$ м/сек;

t_o —время на опускание отвала в сек, принимаем $t_o=1,5$ сек; t_c —

время на переключение передач в сек, принимаем $t_c=4,5$ сек; t_n —

время, необходимое для разворота в сек, принимаем $t_n=10$ сек.

$$T_{\text{ц}}=8/0,4 + 20/1 + (8+20)/1,5 + 2 \cdot 20 + 1 + 5=104 \text{ сек},$$

$$\Pi=3600 \cdot 2,88 \cdot 0,85 \cdot 1,64/104=139 \text{ м}^3/\text{час}.$$

Производительность бульдозера при планировочных работах $\text{м}^3/\text{час}$, определяется по формуле

$$\Pi=(3600 \cdot l \cdot (B \cdot \sin \nu - 0,5) \cdot \kappa_B) / (n \cdot (l/v + t_n)), \quad (46)$$

где n —число проходов по одному месту, принимаем $n=2$;

v —рабочая скорость движения трактора в м/сек (км/час), принимаем $v=0,8(2,8)$;

l —длина планируемого участка в м, принимаем $l=20$ м;

$0,5$ —величина перекрытия проходов в м;

ν —угол захвата отвала.

$$\Pi=(3600 \cdot 20 \cdot (4 \cdot \sin 45 - 0,5) \cdot 0,85) / (2 \cdot (20/0,8+10))=2035 \text{ м}^3/\text{час}.$$

4 Технологическая часть

4.1 Описание детали

В курсовом проекте рассматривается технологический процесс изготовления детали «Крышка».

С точки зрения механической обработки деталь является технологичной, поскольку почти все поверхности открыты и доступны для обработки, а деталь является телом вращения, следовательно, большинство операций возможно сделать на универсальном токарном оборудовании без применения сложной станочной оснастки и контрольных приспособлений.

Материалом детали является сталь Ст3. Конструкционную углеродистую сталь обыкновенного качества Ст3 применяют для изготовления несущих и ненесущих элементов для сварных и несварных конструкций, а также деталей, работающих при положительных температурах. Химический состав стали (основа – железо, углерод – 0,14-0,22%) указан в таблице 12.

Таблица 12 - Химический состав стали, %

Марганец (Mn)	Кремний (Si)	Медь (Cu)	Мышьяк (As)	Никель (Ni)	Фосфор (P)	Хром (Cr)	Сера (S)
		Не более					
0,4-0,65	0,05-0,17	0,3	0,08	0,3	0,04	0,3	0,05

Некоторые механические свойства Ст3 приведены в таблице 13.

Таблица 13 – Физико-механические свойства стали

σ_{B}	$\sigma_{0,2}$	$\delta, \%$	$\Psi, \%$	HB
МПа				
470	245	42	19	143...179

4.2 Выбор метода получения заготовки

На выбор метода получения заготовки оказывают влияние: материал детали, её назначение и технические требования на изготовление, объём и серийность выпуска, форма поверхностей и размеры детали.

Оптимальный метод получения заготовки определяют на основании всестороннего анализа названных факторов и технико-экономического расчета технологической себестоимости детали. Метод получения заготовки, обеспечивающий технологичность изготавливаемой из неё детали, при

минимальной себестоимости последней считается оптимальным.

Т. к. деталь имеет цилиндрическую форму, то целесообразно провести сравнение между способами получения заготовки штамповкой на горизонтально-ковочной машине (ГКМ) и из круглого проката.

Найдём приблизительную массу и объём детали, разбив её на простейшие геометрические фигуры.

$$M_{дет.} = \rho \cdot V_{дет.}, \quad (47)$$

где ρ – плотность материала, $\rho = 7,4 \cdot 10^{-3} \text{ кг/см}^3$;

$V_{дет.}$ - общий объём детали.

Общий объём детали будем находить как разность сумм объёмов внешних и внутренних поверхностей. Представим упрощённую схему расчёта общего объёма детали (рисунок 4.1).

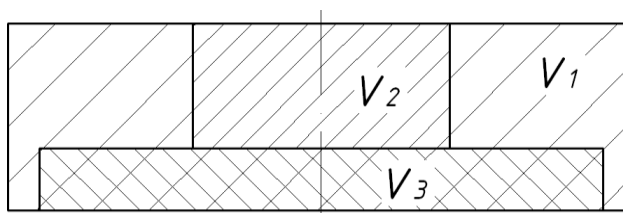


Рисунок 13 – Схема расчёта объёма детали

$$V_{дет.} = V_1 - V_2 - V_3 \quad (48)$$

$$V_1 = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot h_1 \quad (49)$$

$$V_1 = \frac{3,14 \cdot 100^2}{4} \cdot 30 = 235500 \text{ мм}^3$$

$$V_2 = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot h_2 \quad (50)$$

$$V_2 = \frac{3,14 \cdot 41^2}{4} \cdot 20 = 26392 \text{ мм}^3$$

$$V_3 = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot h_3 \quad (51)$$

$$V_3 = \frac{3,14 \cdot 90^2}{4} \cdot 10 = 63585 \text{ мм}^3$$

$$V_{дет.} = 235500 + 26392 + 63585 = 145523 \text{ мм}^3$$

Подставив в формулу (47) соответствующие значения параметров, получим

$$M_{дет.} = 7,4 \cdot 10^{-3} \cdot 145523 \cdot 10^{-3} = 1,08 \text{ кг.}$$

Ниже представлен эскиз заготовки, полученной штамповкой на ГKM (рисунок 14):

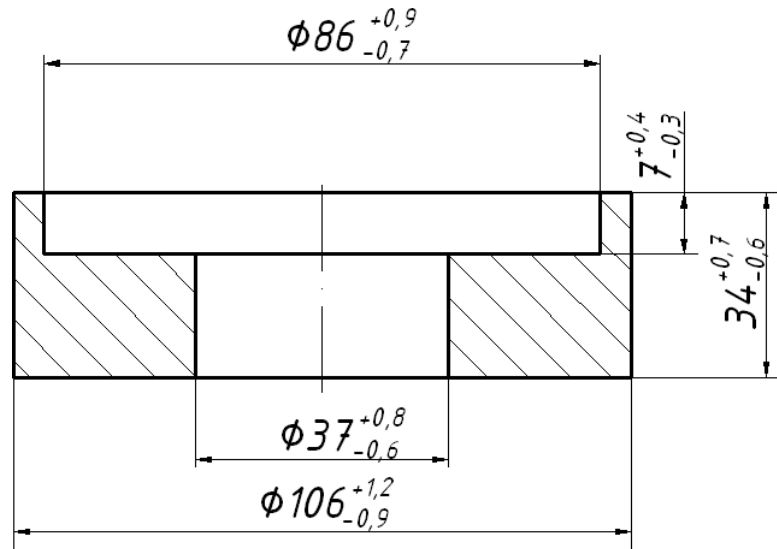


Рисунок 14 – Эскиз заготовки

Объём штампованной заготовки определим аналогично расчёту объёма детали:

$$V_1 = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot h_1$$

$$3,14 \cdot 106^2 \quad 3$$

$$V_1 = \frac{\quad}{4} \cdot 34 = 299889 \text{ мм}^3$$

$$V_2 = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot h_2$$

$$3,14 \cdot 37^2 \quad 3$$

$$V_2 = \frac{\quad}{4} \cdot 27 = 29016 \text{ мм}^3$$

$$V_3 = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot h_3$$

$$3,14 \cdot 86^2 \quad 3$$

$$V_3 = \frac{\quad}{4} \cdot 7 = 40641 \text{ мм}^3$$

$$V_{заг.} = 299889 - 29016 - 40641 = 230232 \text{ мм}^3$$

Подставив в формулу (47) соответствующие значения параметров, получим

$$M_{заг.} = 7,4 \cdot 10^{-3} \cdot 230232 \cdot 10^{-3} = 1,7 \text{ кг.}$$

Рассчитаем себестоимость штамповок на ГКМ.

Стоимость заготовки ($C_{заг.}$, тг.), получаемой методом штамповки по [3], с. 12, формула

$$C_{заг} = \frac{C_{онт}}{1000} \cdot M_{заг} \cdot K_{инф}, \quad (52)$$

где $C_{онт}$ – базовая стоимость одной тонны заготовок, тг;

$M_{заг.}$ – расчётная масса спроектированной заготовки, кг;

$K_{инф}$ – инфляционный коэффициент.

Для расчёта примем $K_{инф} = 14$

Согласно ценам 2019 года базовая стоимость одной тонны круглого проката из стали 3 составляет 151000 тг.

$$C_{заг} = \frac{151000}{1000} \cdot 1,7 \cdot 14 = 3593 \text{ тг.}$$

Стоимость механической обработки формула

$$C_{мо} = \frac{C_{чо}}{1000} \cdot (M_{заг} - M_{дет}) \cdot K_{инф}, \quad (53)$$

где $C_{чо}$ – базовая цена черновой механической обработки одной тонны заготовок, тг.

$$C_{мо} = \frac{55000}{1000} \cdot (1,7 - 1,08) \cdot 14 = 478 \text{ тг.}$$

Стоимость сдаваемой стружки определяется ($C_{отх.}$, тг.) по [3], с. 13 формула (1.7)

$$C_{отх} = \frac{C_{стр}}{1000} \cdot (M_{заг} - M_{дет}) \cdot K_{инф}, \quad (54)$$

где $C_{стр}$ – заготовительная цена одной тонны стружки, тг.

$$C_{отх} = \frac{10500}{1000} \cdot (1,7 - 1,08) \cdot 14 = 90 \text{ тг.}$$

Стоимость детали ($C_{дет.}$, тг.) :

$$C_{дет.1} = C_{заг} + C_{мо} - C_{отх}, \quad (55)$$

$$C_{дет.1} = 3593 + 478 - 90 = 3981 \text{ тг.}$$

Произведём аналогичные расчёты для случая получения заготовки из круглого проката размерами 105×34 мм ГОСТ 2590-88.

Ниже представлен эскиз заготовки из круглого проката (рисунок 4.3).

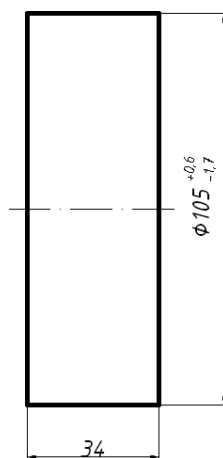


Рисунок 15 – Эскиз заготовки

Искомый объём заготовки будет равен:

$$3,14 \cdot 105^2 \cdot 3$$

$$V_{заг1} = \frac{3,14 \cdot 105^2 \cdot 3}{4} \cdot 34 = 294257 \text{ мм}^3$$

Подставив в формулу (51) соответствующие значения параметров, получим

$$M_{заг} = 294257 \cdot 10^{-3} \cdot 7,4 \cdot 10^{-3} = 2,2 \text{ кг}$$

Рассчитаем себестоимость заготовок.

Стоимость заготовки ($C_{заг.}$, тг.) из круглого проката рассчитаем по формуле (48)

$$C_{заг} = \frac{151000}{1000} \cdot 2,2 \cdot 14 = 4651 \text{ тг.}$$

Стоимость механической обработки ($C_{мо.}$, тг.), определим по формуле

$$C_{мо} = \frac{55000}{1000} \cdot (2,2 - 1,08) \cdot 14 = 863 \text{ тг.}$$

Стоимость сдаваемой стружки ($C_{отх.}$, тг.) определим по формуле

$$C_{отх} = \frac{2100}{1000} \cdot (2,2 - 1,08) \cdot 14 = 165 \text{ тг.}$$

Стоимость детали ($C_{дет.2}$, тг.) рассчитаем по формуле (51)

$$C_{дет.2} = 4651 + 863 - 165 = 5348 \text{ тг.}$$

Экономический эффект для сопоставления способов получения заготовок, при котором технологический процесс механической обработки не меняется, может быть рассчитан по [3], с. 13.

$$\mathcal{E} = C_{\text{дет.2}} - C_{\text{дет.1}} \quad (56)$$

$$\mathcal{E} = 5348 - 3981 = 1367 \text{ мг}$$

Технико-экономические расчёты показывают, что заготовка, полученная штамповкой на ГКМ, более экономична в использовании. Поэтому для изготовления детали «Крышка» будем использовать заготовку, полученную штамповкой на ГКМ.

4.3 Разработка технологического маршрута обработки детали «Крышка»

Технологический процесс можно разделить на несколько этапов. Для данной детали, имеющей высокие требования к точности размеров, относительному расположению поверхностей и шероховатости. Целесообразность разбивки технологического процесса на несколько этапов обуславливается необходимостью получения заданных параметров детали, а также наиболее рациональным использованием оборудования.

На основании назначенных в п. 5 методов обработки (рисунок 5.1), технологический процесс разделим на этапы обработки по каждой поверхности, результаты занесем в таблицу 7.1.

Таблица 14 - Методы обработки

Обрабатываемая поверхность	Этапы обработки
1	Черновой, чистовой
2	Черновой, чистовой
3	Черновой, чистовой
4	Черновой, чистовой
5	Черновой, чистовой
6	Черновой, чистовой
7	Черновой, чистовой
8	Черновой, чистовой
9	Черновой, чистовой

Обработка поверхностей заготовки будет проводиться в порядке от более грубых методов к более точным. Последний метод обработки по параметрам точности и качества должен соответствовать требованиям чертежа.

Поверхность 1 – черновое точение;
Поверхность 3 – черновое точение;
Поверхность 4 – черновое точение;
Поверхность 5 – черновое растачивание;
Поверхность 2 – черновое точение;
Поверхность 6 – черновое растачивание;
Поверхность 7 – черновое растачивание;
Поверхность 1 – чистовое точение;
Поверхность 3 – чистовое точение;
Поверхность 4 – чистовое точение;
Поверхность 5 – чистовое точение;
Поверхность 2 – чистовое точение;
Поверхность 6 – чистовое растачивание;
Поверхность 7 – чистовое растачивание;
Поверхность 8 – сверление;
Поверхность 9 – сверление;
Поверхность 8 – нарезание резьбы;
Поверхность 9 – нарезание резьбы.

На основании всего ранее изложенного, проектируем маршрутный технологический процесс.

Операция заготовительная

Заготовка – штамповка на ГKM.

Операция 05 Токарная

Производится подрезка торца, точение и растачивание поверхностей с припуском под последующую чистовую обработку.

Оборудование – токарно-винторезный станок 16K20. Обработка ведётся в трёхкулачковом самоцентрирующемся патроне.

Инструмент – резцы с пластинами из сплава BK8.

Шероховатость поверхности $Ra = 6,3$ мкм.

Операция 10 Токарная с ЧПУ

Производится подрезка торца, точение и растачивание поверхностей с припуском под последующую чистовую обработку.

Оборудование – токарный станок с ЧПУ 16A20Ф3. Обработка ведётся в трёхкулачковом самоцентрирующемся патроне.

Инструмент – резцы с пластинами из сплава BK8.

Шероховатость поверхности $Ra = 6,3$ мкм.

Операция 15 Токарная с ЧПУ

Производится чистовая обработка поверхностей по программе.

Оборудование – токарный станок с ЧПУ 16A20Ф3. Обработка ведётся в трёхкулачковом самоцентрирующемся патроне.

Инструмент – резцы с пластинами из сплава ВК8.
 Шероховатость поверхности $Ra = 3,2$ мкм.
 Операция 20 Токарная с ЧПУ
 Производится чистовая обработка поверхностей по программе.
 Оборудование – токарный станок с ЧПУ 16А20Ф3. Обработка ведётся в трёхкулачковом самоцентрирующемся патроне.

Инструмент – резцы с пластинами из сплава ВК8.
 Шероховатость поверхности $Ra = 3,2$ мкм.
 Операция 25 Сверлильная
 Производится сверление и нарезание резьбы в двух отверстиях
 Оборудование – вертикально-сверлильный станок 2Н150. Обработка ведётся в специальном приспособлении.

Инструмент – свёрла и метчики из быстрорежущей стали Р6М5.
 Шероховатость поверхности $Ra = 6,3$ мкм.
 Операция 30 Контроль окончательный
 Производится окончательный контроль всех размеров детали.
 Оборудование – стол ОТК.

4.4 Расчёт режимов резания

При назначении режимов резания учитывают характер обработки, тип и размеры инструмента, материал его режущей части, материал и состояние заготовки, тип и состояние оборудования.

Элементы режима резания обычно устанавливают в порядке, указанном ниже:

Глубину резания t при черновой обработке назначают по возможности максимальную глубину резания, равную всему припуску на обработку или большей части его. При чистовой обработке – в зависимости от требований точности размеров и шероховатости обработанной поверхности.

Подачу s при черновой обработке выбирают максимально возможную, исходя из мощности и жёсткости системы СПИЗ, мощности привода станка, прочности твердосплавной пластинки и других ограничивающих факторов; при чистовой обработке – в зависимости от требований точности и шероховатости обработанной поверхности.

Скорость резания при продольном и поперечном точении и растачивании рассчитывают по [5], с. 265:

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K \quad (57)$$

где T – период стойкости инструмента, мин;
 t – глубина резания, мм;

s – подача, мм/об;

K_v – поправочный коэффициент.

Значения C_v и показателей степени (m, x, y) берутся из [5], с. 269, таблица 17.

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv}, \quad (58)$$

где K_{mv} – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала ([5], с. 261-263;

K_{nv} – коэффициент, отражающий качество поверхности заготовки ([5], с. 263);

K_{uv} – коэффициент, учитывающий качество материала инструмента, ([5], с. 263,).

Силу резания, принято раскладывать на составляющие силы, направленные по осям координат станка (тангенциальную P_z , радиальную P_y , осевую P_x). При наружном продольном и поперечном точении, растачивании, отрезании, прорезании пазов, фасонном точении эти составляющие рассчитывают по [5], с. 27.

$$P_{x,y,z} = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p, \quad (59)$$

где t – глубина резания, мм;

s – подача, мм/мин;

v – скорость резания, м/мин;

K_p – поправочный коэффициент.

Постоянная C_p и показатели степени (x, y, n) берутся из [5], с. 273.

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{yp} \cdot K_{rp}, \quad (60)$$

где K_{mp} – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала на силовые зависимости ([5], с. 264, таблица 9);

$K_{yp}, K_{\varphi p}, K_{\lambda p}, K_{rp}$ – коэффициенты учитывающие влияние геометрических параметров режущей части на составляющие силы резания ([5], с. 275).

Мощность резания N , кВт, рассчитывают по [5], с. 271, формула (4.6).

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60}, \quad (61)$$

где P_z – осевая составляющая силы резания, Н;

v – скорость резания, м/мин.

Число оборотов станка n , об/мин рассчитывается по формуле:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D}, \quad (62)$$

где v – скорость резания, м/мин;

D – наибольший диаметр обрабатываемой поверхности, мм.

Произведем расчет режимов резания для токарной операции 10.

Выбираем токарный проходной резец с пластинами ВК8 по ГОСТ 18877-

73.

Оборудование – токарно-винторезный станок 16К20.

Переход №1

Подрезать торец.

Снимаемый припуск – 1,2 мм.

Принимаем глубину резания $t = 1,2$ мм.

Принимаем по [5], с. 269, таблица 17, $C_v = 215$, $x = 0,15$, $y = 0,45$, $m = 0,2$.

Принимаем по [5], с. 266, таблица 11, $T = 60$ мин; $S = 0,6$ мм/об.

Принимаем по [5], с. 262-263, таблицы 3, 5, 6, $K_{mv} = 0,8$, $K_{nv} = 0,8$, $K_{iv} = 1$

(при точении резцом с пластинами ВК8).

Подставляя полученные значения в формулы (53), (52), получим:

$$K_v = 0,8 \cdot 0,8 \cdot 1 = 0,64$$

Скорость резания:

$$v = \frac{215}{60^{0,2} \cdot 1,2^{0,15} \cdot 0,6^{0,45}} \cdot 0,64 = \frac{137,6}{1,85} = 73,4 \text{ м / мин}$$

Рассчитываем по формуле (10.6) число оборотов станка.

$$n = \frac{1000 \cdot 73,4}{3,14 \cdot 108,5} = 215 \text{ об / мин}$$

Принимаем по паспорту станка $n = 215$ об/мин.

Тогда скорость резания будет равна:

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 108,5 \cdot 215}{1000} = 73,2 \text{ м / мин}$$

Принимаем по [5], с. 275, таблица 23, $K_{vp} = 1$; $K_{\lambda p} = 1$; $K_{yp} = 1$; $K_{rp} = 0,93$.

Принимаем по [5], с. 264, таблица 9.

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n, \quad (63)$$

где σ_B – предел прочности обрабатываемого материала, ($\sigma_B = 470$ МПа);

n – показатель степени ($n = 0,75$).

$$K_{mp} = \left(\frac{470}{750} \right)^{0.75} = 0.71$$

Подставим численные значения в формулу

$$K_p = 0.71 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0.93 = 0.66$$

Принимаем по [5], с. 273, таблица 22, $C_p = 300$; $x = 1$; $y = 0,75$; $n = -0,15$.
Рассчитываем по формуле (10.3) силу резания:

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 1,2^1 \cdot 0,6^{0,75} \cdot 73,2^{-0,15} \cdot 0,66 = 851 H$$

Рассчитываем по формуле (56) мощность резания:

$$N = \frac{851 \cdot 73,2}{1020 \cdot 60} = 1,02 кВт$$

Сделаем проверку:

$$N_{рез.} \leq N_{дв.} \cdot \eta$$

$$1,02 < 11 \cdot 0,8$$

$$1,02 < 8,8$$

Сравнив рассчитанную мощность с мощностью главного электропривода станка $N = 11$ кВт, можно сделать вывод, что выбранный станок обеспечивает требуемую мощность.

Переход №2

Точить поверхность.

Выбираем токарный проходной резец с пластинами ВК8 по ГОСТ 18877-73.

Снимаемый припуск – 2,5 мм.

Принимаем глубину резания на первом проходе $t = 1,5$ мм, на втором проходе $t = 1$ мм.

Принимаем по [5], с. 269, таблица 17, $C_v = 215$, $x = 0,15$, $y = 0,45$, $m = 0,2$.

Принимаем по [5], с. 266, таблица 11, $T = 60$ мин; $S = 0,8$ мм/об.

Принимаем по [5], с. 262-263, таблицы 3, 5, 6, $K_{mv} = 0,8$, $K_{pv} = 0,8$, $K_{nv} = 1$ (при точении резцом с пластинами ВК8).

Подставляя полученные значения в формулы (53), (52), получим:

$$K_v = 0,8 \cdot 0,8 \cdot 1 = 0,64$$

Скорость резания на первом проходе:

$$v = \frac{215}{60^{0,2} \cdot 1,5^{0,15} \cdot 0,8^{0,45}} \cdot 0,64 = 63,5 м / мин$$

Скорость резания на втором проходе:

$$v = \frac{215}{60^{0,2} \cdot 1^{0,15} \cdot 0,8^{0,45}} \cdot 0,64 = 55,6 \text{ м / мин}$$

Рассчитываем по формуле (10.6) число оборотов станка.

Число оборотов на первом проходе:

$$n = \frac{1000 \cdot 63,5}{3,14 \cdot 108,5} = 186 \text{ об / мин}$$

Число оборотов на втором проходе:

$$n = \frac{1000 \cdot 55,6}{3,14 \cdot 107} = 165 \text{ об / мин}$$

Принимаем по паспорту станка $n = 180$ об/мин.

Тогда скорость резания будет равна:

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 108,5 \cdot 180}{1000} = 61,3 \text{ м / мин}.$$

Принимаем по [5], с. 275. $K_{vp} = 1$; $K_{\lambda p} = 1,15$; $K_{yp} = 1$; $K_{rp} = 0,93$.

Принимаем по [5], с. 264.

$$K_{mp} = \left(\frac{470}{750} \right)^{0,75} = 0,71$$

Подставим численные значения в формулу

$$K_p = 0,71 \cdot 1 \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot 0,93 = 0,66$$

Принимаем по [5], с. 273 $C_p = 300$; $x = 1$; $y = 0,75$; $n = -0,15$.

Рассчитываем по формуле (54) силу резания:

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 1,5^1 \cdot 0,8^{0,75} \cdot 61,3^{-0,15} \cdot 0,66 = 1357 \text{ Н}$$

Рассчитываем по формуле (10.5) мощность резания:

$$N = \frac{1357 \cdot 61,3}{1020 \cdot 60} = 1,4 \text{ кВт}$$

Сделаем проверку:

$$\begin{aligned} N_{\text{рез.}} &\leq N_{\text{дв.}} \cdot \eta \\ 1,4 &< 11 \cdot 0,8 \\ 1,4 &< 8,8 \end{aligned}$$

Произведём расчёт режимов резания для сверлильной операции № 2 Переход № 1. Сверление двух отверстий Ø 7 мм.

При обработке сверлом диаметром $D = 7$ мм рекомендуемая величина подачи $s = 0,15$ мм/об [5], с. 277, таблица 25.

Крутящий момент $M_{\text{кр}}$, Н · м определим по формуле [5], с. 277:

$$M_{\text{кр}} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_p,$$

где C_M , q , y – соответственно коэффициент и показатели степени, определяемые по таблице 32 [5], с. 281;

K_p – коэффициент, учитывающий фактические условия обработки, в данном случае зависит только от материала обрабатываемой детали и определяется выражением [5], с. 264, таблица 9:

$$K_p = K_{Mp};$$

$$K_{Mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n;$$

где σ_B – предел прочности обрабатываемого материала при растяжении, $\sigma_B = 290$ МПа [6], с. 87, таблица 5;

n – показатель степени, определяемый по таблице 9 [5], с. 264, $n = 0,75$

$$K_{Mp} = \left(\frac{290}{750} \right)^{0,75} = 0,49;$$

$$M_{\text{кр}} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 7^2 \cdot 0,15^{0,8} \cdot 0,49 = 1,82 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Осевую силу P_0 , Н определим по формуле [5], с. 277:

$$P_0 = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_p;$$

$$P_0 = 10 \cdot 68 \cdot 7^1 \cdot 0,15^{0,7} \cdot 0,49 = 618 \text{ Н}$$

Окружную силу P_Z определим по формуле [7], формула 4:

$$P_Z = 0,9 \cdot \sigma_B \cdot s_Z \cdot t \cdot (1 + \text{ctg} \theta), \quad (64)$$

где s_Z – подача на зуб сверла, определяемая по формуле [7], формула 11:

$$s_Z = \frac{a}{\sin \varphi},$$

где a – толщина среза (стружки), определяемая по формуле [8], с. 93:

$$a = \frac{s}{2}$$

$$a = \frac{0,15}{2} = 0,075 \text{ мм};$$

φ – угол при вершине сверла, $\varphi = 60^\circ$;

$$s_Z = \frac{0,075}{0,87} = 0,086 \text{ мм/зуб}$$

t – глубина резания, определяемая по формуле [8], с. 94:

$$t = \frac{D}{2} = 3,5 \text{ мм};$$

θ – угол скалывания, который можно принять [7], формула 3:

$$\theta = 25^\circ + \gamma_N,$$

где γ_N – передний угол в нормальной секущей плоскости, примем $\gamma_N = 14^\circ$ [9], с. 31, таблица 2

$$\theta = 25^\circ + 14^\circ = 39^\circ$$

Подставляя полученные значения в формулу (59), имеем:

$$P_Z = 0,9 \cdot 290 \cdot 0,086 \cdot 3,5 \cdot (1+1,24) = 176 \text{ Н}$$

Скорость резания определим по формуле с. 233 [5]:

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot s^y}; \quad (65)$$

где C_v – коэффициент, определяемый по таблице 28, с. 278 [5]; $C_v = 7$;
 q, m, y – показатели степени, определяемые по таблице 28, с. 278 [5];

$$q = 0,4, m = 0,2, y = 0,7.$$

$$v = \frac{7 \cdot 7^{0,4}}{120^{0,2} \cdot 0,15^{0,7}} = \frac{15,2}{0,7} = 21,7 \text{ м/мин}$$

Частота вращения сверла, n , об/мин:

$$n = \frac{1000 \times v}{\pi \times D}; \quad (66)$$

$$n = \frac{1000 \times 21,7}{3,14 \times 7} = \frac{21700}{21,98} = 987 \text{ об/мин.}$$

Мощность резания определим по формуле с. 280 [5]:

$$N = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} \quad (67)$$

$$N = \frac{1,82 \cdot 987}{9750} = 0,18 \text{ кВт}$$

Т. к. производится обработка одновременно двух отверстий, требуется полученное значение мощности резания увеличить в два раза, т. е. $N = 0,36 \text{ кВт}$
Выполним проверку:

$$\begin{aligned} N_{рез.} &\leq N_{дв.} \cdot \eta \\ 0,36 &< 7,5 \cdot \\ &0,8 \\ 0,36 &< 6 \end{aligned}$$

Сравнив рассчитанную мощность с мощностью двигателя главного привода станка, можно сделать вывод, что выбранный станок обеспечивает требуемую мощность при обработке.

Переход № 2. Нарезать резьбу М8 в двух отверстиях.

Скорость резания при нарезании метрической резьбы метчиками определяется по формуле [5], с. 297:

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} K_v \quad (68)$$

где C_v – коэффициент, определяемый по таблице 49, с. 296 [5]; $C_v = 64,8$;

q, m, y – показатели степени, определяемые по таблице 28, с. 278 [5];

$q = 1,2, m = 0,9, y = 0,5$.

T – среднее значение периода стойкости машинного метчика, $T = 90 \text{ мин.}$

K_v – общий поправочный коэффициент, определяемый по формуле [5], с. 297:

$$K_v = K_{МГ} \cdot K_{ИГ} \cdot K_{ТГ} \quad (69)$$

где $K_{МГ}$ – поправочный коэффициент на скорость резания в зависимости от обрабатываемого материала, согласно таблице 50, с. 298, [5]:
 $K_{МГ} = 0,7$;

$K_{ИГ}$ – поправочный коэффициент на скорость резания в зависимости от марки инструментального материала, согласно таблице 50, с. 298, [5] для Р6М5: $K_{ИГ} = 1$;

$K_{ТГ}$ – поправочный коэффициент на скорость резания в зависимости от класса точности резьбы, согласно таблице 50, с. 298, [5] для среднего класса: $K_{ТГ} = 1,1$.

$$K_v = 0,7 \cdot 1 \cdot 1,1 = 0,77$$

$$v = \frac{64,8 \cdot 8^{1,2}}{90^{0,9} \cdot 1^{0,5}} \cdot 0,77 = \frac{605}{57,4} = 10,5 \text{ м / мин}$$

Крутящий момент при нарезании резьбы метчиками определяется по формуле [5], с. 297:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot P^y \cdot K_p \quad (70)$$

где P – шаг резьбы, $P = 1$ мм;

C_M – коэффициент, определяемый по таблице 51, с. 298 [5]; $C_M = 0,0270$;

q, y – показатели степени, определяемые по таблице 51, с. 298 [5];

$q = 1,4, y = 1,5$;

$K_p = K_{мр}$, $K_{мр}$ – поправочный коэффициент на крутящий момент, согласно таблице 50, с. 298, [5] $K_{мр} = 1,3$.

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,0270 \cdot 8^{1,4} \cdot 1^{1,5} \cdot 1,3 = 6,45 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Частоту вращения метчика определим по формуле (10.6):

$$n = \frac{1000 \cdot 10,5}{3,14 \cdot 8} = 418 \text{ об / мин}$$

Мощность при нарезании резьбы определим по формуле :

$$N = \frac{6,45 \cdot 418}{975} = 2,8 \text{ кВт}$$

Т. к. производится обработка одновременно двух отверстий, полученное значение мощности резания требуется увеличить в два раза, т. е. $N = 5,6$ кВт.

$$N_{рез.} \leq N_{дв} \eta$$

$$5,6 < 7,5 \cdot$$

$$0,8$$

$$5,6 < 6$$

4.5 Расчет припусков

Припуск - слой материала, удаляемый с поверхности заготовки в целях достижения заданных свойств обрабатываемой поверхности детали.

Припуск на обработку поверхностей детали может быть назначен по соответствующим справочным таблицам, ГОСТам или на основе расчетно-аналитического метода определения припусков.

Минимальный припуск определяется по формуле табл.4.2 [5] с.62, мкм:

$$2Z_{i \min} = 2 \cdot [(R_z + h_{i-1}) + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}], \quad (71)$$

где $R_{z_{i-1}}$ — высота неровностей профиля на предшествующем переходе, определяется по справочнику [6] табл.5, для соответствующей операции;

h_{i-1} — глубина дефектного поверхностного слоя на предшествующем переходе определяется по справочнику [6] табл.5, аналогично $R_{z_{i-1}}$;

ρ_{i-1} - суммарное пространственное отклонение определяем по формуле (для заготовки), мкм, определяется по формуле 1.15:

$$\rho_{det} = \sqrt{\rho_{см}^2 + \rho_{кор}^2}, \quad (72)$$

где $\rho_{см}$ - смещение осей отливок, отверстия как в диаметральном, так и в осевом направлении, мкм.

При обработке корпусной детали с базированием ее по отверстиям с параллельными осями и плоскости, перпендикулярной к ним это смещение принимают равным допуску на смещение осей отверстий.

$$\rho_{см} = \delta$$

$$\rho_{см} = 0,310 \cdot 2 = 0,62$$

$\rho_{кор}$ - коробление отверстия как в диаметральном, так и в осевом направлении, мкм. [6], с.192

$$\rho_{кор} = \Delta_k \cdot l, \quad (73)$$

где Δ_k - удельная величина коробления, мкм/мм, по табл.22[6], с.192

$\Delta_k = 0,7-1$, принимаем 1,

l - наибольший размер заготовки тогда:

$$\rho_{кор} = 1 \cdot 185 = 185 \text{ мкм}$$

$$\rho = \sqrt{620^2 + 185^2} = 650 \text{ мкм}$$

После сверления отверстия в заготовке имеем следующее пространственное суммарное отклонение, определяется по формуле 1.17, мкм:

$$\rho_{дет} = \sqrt{(\Delta_y \cdot l)^2 + C_0^2}, \quad (74)$$

где Δ_y - удельное значение увода оси , мкм/мм;

l -длина отверстия, мм;

C_0 -смещение оси отверстия, мкм.

По таблице 25 [6] с. 196 :

$$\rho_{дет} = \sqrt{(1,7 \cdot 11)^2 + 15^2} = 24 \text{ .мкм}$$

Для каждой последующей операции , остаточное коробление составит, мкм:

$$\rho = \rho_{заг} \cdot K_{уточн} \quad (75)$$

где $K_{уточн}$ - коэффициент уточнения формы , определяется по рекомендациям табл.22[5] с.73

ε_i — суммарная погрешность определяется по формуле , мкм:

Погрешность установки определяем по формуле 1.18 [9, с. 74]):

$$\varepsilon = \sqrt{\varepsilon_б^2 + \varepsilon_з^2}, \quad (76)$$

где $\varepsilon_б$ – погрешность базирования, имеет место при не совмещении установочной и технологической баз, $\varepsilon_б = 0$.

$\varepsilon_з$ – погрешность закрепления, мкм: по таблице 4.10. [9]

$\varepsilon = 120$ мкм.

На всех остальных переходах $\varepsilon = 0$, так как обработка ведется за один установ.

Технологический маршрут обработки отверстия определяем , согласно рекомендациям таблице 7,[9] , он состоит из следующих операций :

- 1) Сверление
- 2) Зенкерование
- 3) Развертывание

Суммарное значение пространственных отклонений для заготовки :

Для операций зенкерование : $\Delta_3 = 0,05$,

развертывание : $\Delta_4 = 0,002$.

$$\rho_3 = 24 \times 0,05 = 0,12 \text{ мкм};$$

$$\rho_4 = 0,12 \times 0,002 = 0,00024 \text{ мкм};$$

Значения параметра шероховатости Rz и глубина дефектного слоя h для всех технологических переходов обработки поверхности назначаем по таблицам 4.3 и 4.5 [6]. На основании записанных в таблице данных производим расчёт минимальных значений межоперационных припусков, пользуясь основной формулой, тогда минимальный припуск будет равен:

для сверления:

$$2Z_{i \min} = 2 \cdot [(320 + 260) + \sqrt{650^2 + 120^2}] = 2 \times 1240 \text{ мкм},$$

для зенкерования:

$$2Z_{i \min} = 2 \cdot [(40 + 60) + \sqrt{24^2 + 0}] = 2 \times 124 \text{ мкм},$$

для развертывания

$$2Z_{i \min} = 2 \cdot [(30 + 30) + \sqrt{0,12^2 + 0}] = 2 \times 60,12 \text{ мкм}$$

Значение припусков занесем в таблицу 16.

В графе расчетный размер значения диаметров определяются следующим образом:

$$d_{pi} = d_{i+1} - 2 \cdot Z_{i+1} \quad (77)$$

зенкерование- $d_{расч} = 12,027 - 2 \cdot 0,061 = 11,905$

сверление - $d_{расч} = 11,905 - 2 \cdot 0,124 = 11,657$.

В графе предельный размер наибольшее значение получается по расчетным размерам, округленным до точности допуска соответствующего перехода.

Минимальное значение предельного размера получается из максимального, за вычетом соответствующего допуска :

$$d_{\min} = d_{\max} - \delta \quad (78)$$

зенкерование- $d_{\min 1} = 11,905 - 0,043 = 11,862$

сверление - $d_{\min 2} = 11,657 - 0,18 = 11,477$.

Максимальные предельные значения припусков $Z_{\min}^{np}$ равны разности наибольших предельных размеров выполняемого и предшествующего переходов, а максимальные значения $Z_{\max}^{np}$ — соответственно разности наибольших предельных размеров.

$$2Z_{\min}^{np} = d_{\min_{i-1}} \square_{\min_i} d \quad (79)$$

$$2Z_{\max}^{np} = d_{\max_{i-1}} \square_{\max_i} d \quad (80)$$

для зенкерования:

$$2Z_{\min}^{np} = 12,027 - 11,905 = 0,122 \text{ мм};$$

для развертывания:

$$2Z_{\min}^{np} = 11,905 - 11,657 = 0,248 \text{ мм};$$

$$2Z_{\max}^{np} = 11,862 - 11,477 = 0,385 \text{ мм}$$

Общие номинальные припуски определяем, суммируя промежуточные припуски, и записываем их значения внизу соответствующих граф.

Общие номинальные припуски определяем, суммируя промежуточные припуски, и записываем их значения внизу соответствующих граф.

$$2Z_{o \min} = 122 + 248 = 370 \text{ мкм}; 2Z_{o \max} = 138 + 385 = 523 \text{ мкм};$$

По рассчитанным данным строим схему расположения полей допусков. Производим проверку правильности выполненных расчётов:

$$2Z_{\max}^{np} - 2Z_{\min}^{np} = \delta_{d_{i-1}} - \delta_{d_i} \quad (81)$$

$$385 - 248 = 180 - 43 = 137 \text{ мкм, верно};$$

$$138 - 122 = 43 - 27 = 16 \text{ мкм, верно};$$

Значение припусков занесем в таблицу 1.18, схема расположения полей допусков по расчетному размеру представлена на рисунке 1.4.

Таблица 15- Аналитический расчет припусков

Технологи- ческие переходы обработки диаметра 60мм	Элементы припуска z, мкм			Расчётные величины		T, мкм	Предельные размеры		Предельные припуски	
	Rz	h	$\Delta\Sigma$	$2Z_{i \min}$, мкм	D min, мм		D _{max} мм	D _{min} мм	Z _{max} мм	Z _{min} мм
Заготовка: Отливка	320	260	650	-	-	-	-	-	-	-
4Зенкерован. черновое	40	60	24	120	2	1240	11,657	180	11.477	11.657
Зенкерован. чистовое	30	30	0.12	-	2	124	11.905	43	11.862	11.905
Развертыван. нормальное	6,4	10	24	10,5	60,1	2,027	27	12,027	-	22

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В процессе выполнения дипломной работы мы изучили возможные конструкции бульдозеров, а также классификацию бульдозеров по различным признакам и параметрам также провели патентный обзор.

Кроме этого выбрали и рассчитали основные параметры бульдозера, скорректировали их по стандартным значениям. Произвели тяговый расчет бульдозера, в итоге которого выяснили, что тягового усилия, развиваемого бульдозером, достаточно для выполнения работы в заданных условиях.

Произвели расчет механизма управления отвалом; определил усилие, действующее на него при возникновении случайных нагрузок. По полученным данным выбрали гидроцилиндр подъема отвала, а также гидронасос, который будет обеспечивать бесперебойную работу механизма управления отвалом.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. SU 1033651 А, МПК E02F3/76. Рабочий орган бульдозера. Заявитель: Днепропетровский инженерно-строительный институт и Московский автомобильно-дорожный институт. Авторы: Хмара Л.А., Балонцев В.И., Тимошенко В.К. и др. Заявка: 16.04.1982. Опубликовано: 07.08.1983.
2. SU 1374745 А1, МПК E02F3/76. Рабочий орган бульдозера. Заявитель: Сибирский автомобильно-дорожный институт им. В.В. Куйбышева. Авторы: Демиденко А.И., Попов В.П. и др. Заявка: 21.02.1986. Опубликовано: 23.02.88.
3. RU 2374396, МПК E02F3/76. Рабочее оборудование бульдозера. Заявитель: Никулин Павел Иванович, Чуйков Олег Владимирович. Авторы: Никулин П.И., Чуйков О.В. Заявка: 2008100340/03, 09.01.2008. Опубликовано: 27.11.2009
4. ДОРОЖНЫЕ МАШИНЫ. Часть 1. Машины для земляных работ. Издательство 3—е, переработано и дополнено М., —Машиностроение, 1972, стр. 504. Авт. Алексеева Т. В., Артемьев К.А. и др.
5. Справочник технолога-машиностроителя. В двух томах. Т.2/ Под редакцией Косиловой А.Г., Мещерякова Р.К., - 4-е издание, перераб. и доп. - М., «Машиностроение» 1986г, 496с., с ил.
6. Расчет объемного гидропривода мобильных машин: Методические указания для курсового проектирования по дисциплинам —Гидравлика, —Гидравлика и гидропривод // Сост. Н.С. Галдин.—Омск : Изд—во СиБАДИ, 2003.—28 с.
7. В. И. Минаев. Машины для строительства магистральных трубопроводов. М.: Недра, 1985
8. Бородочев И.П. Справочник конструктора дорожных машин – М.: Машиностроение, 1973 – 504 с.
9. Васильев А.А. Дорожные машины - М.: Машиностроение, 1979 – 448 с.
Методические указания Машины для земляных работ – Чита: Чит ГТУ, 1997 – 41 с.
10. А.Ф. Горбачев и др. «Курсовое проектирование по технологии машиностроения», Минск: «Высшая школа», 1975.
11. Ю.А. Абрамов и др. «Справочник технолога-машиностроителя», том 2, М.: «Машиностроение», 1985
12. Э.Э. Миллер «Техническое нормирование труда в машиностроении», М.: «Машиностроение», 1972.
13. СанПиН 2.2.2. 542-96 «Шум. Общие требования безопасности». ГОСТ 12.1.012-90 "Вибрационная безопасность".
14. СН РК 4.04-23-2004 «Электрооборудование жилых и общественных зданий. Нормы проектирования».

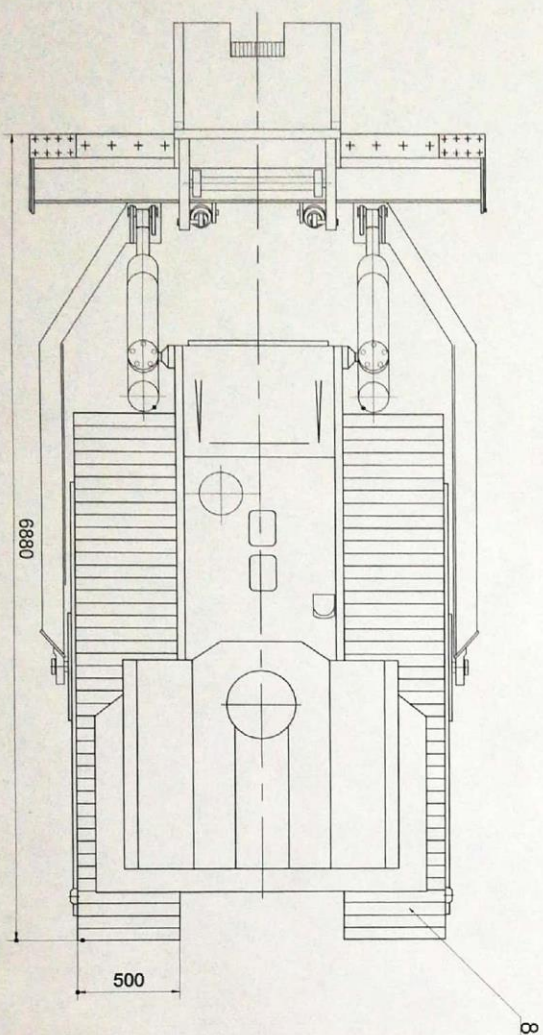
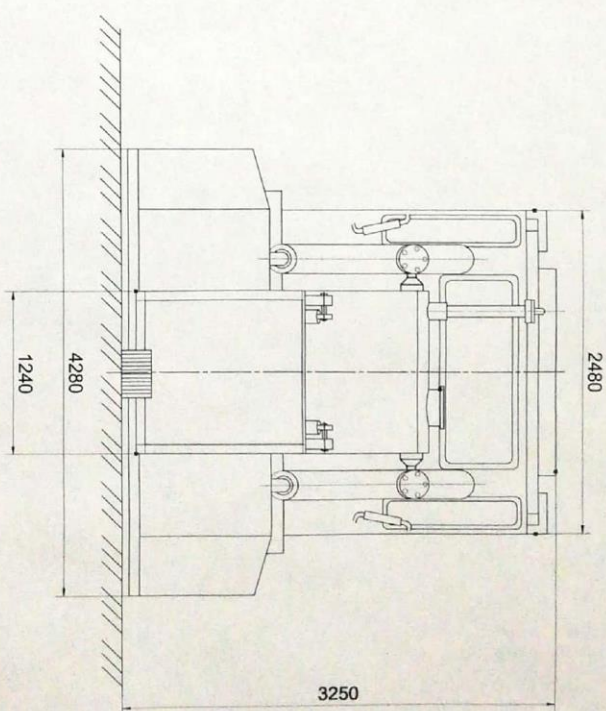
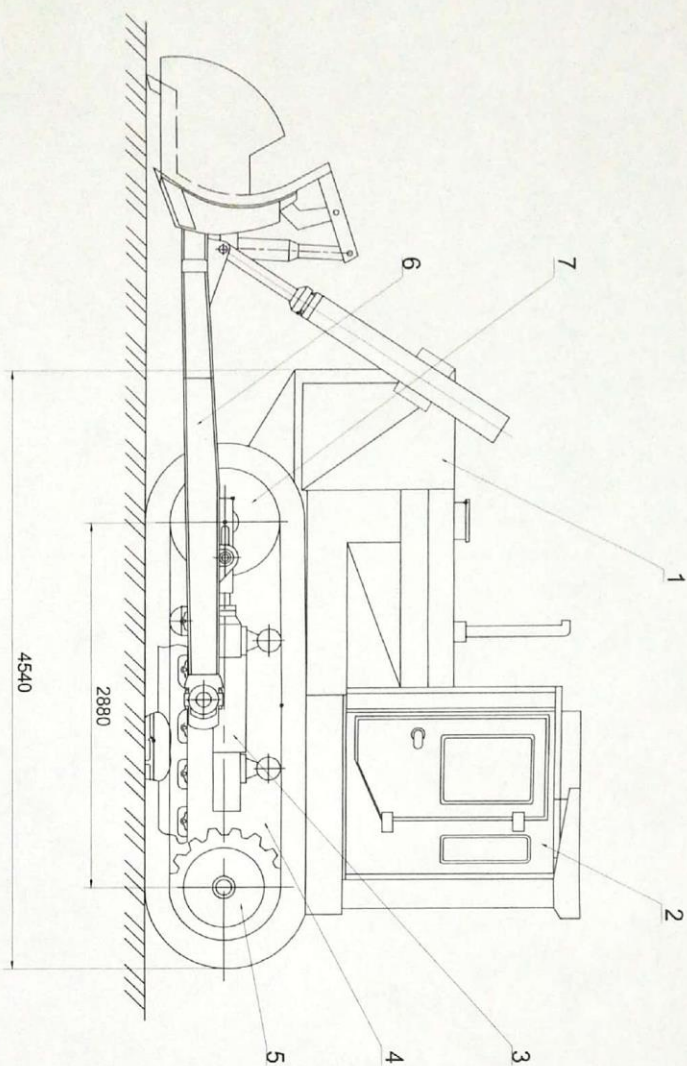
15.Под редакцией А.М. Холодова «Проектирование машин для земляных работ». - Х: Вища школа издательство при Харьк. университете, 1986 г., 272 стр.

16.Домбровский Н.Г., Гальперин М.И. «Землеройно-транспортные машины», М: «Машиностроение», 1965 г.

17.Алексеева Т.В., Артемьев К.А., Бромберг А.А. «Дорожные машины. Часть I.

18.Машины для земляных работ» изд. 3-е, переработ. и допол. М., «Машиностроение», 1972 г, стр. 504.

19.Ветров Ю.А., Баладинский В.Л. «Машины для земляных работ» учебное пособие для ВУЗов- Киев: Вища школа. Головное изд., 1980.- 192 стр.



Техническая характеристика

Модель двигателя Д-180

Мощность, кВт/л.с. 132 / 180

Частота вращения коленвала, мин.⁻¹, об/мин 1250

База трактора, мм 2880

Ширина гусеницы, мм 500

Удельное давление на грунт базового трактора, МПа 0,055

Топливный бак, л 300

Гидробак, л 90

Гидросистема раздельноагрегатная

Гидронасос шестеренного типа НД-100А-3П

Производительность, л/мин 180 (с давлением 20 МПа)

Гидроцилиндры, мм (диаметр * ход штока): 100*1250

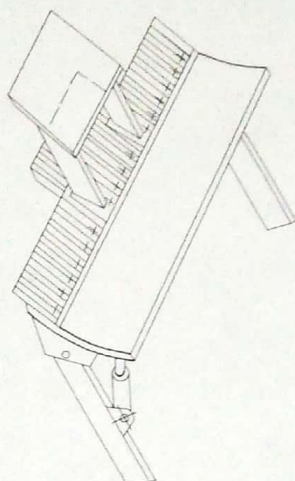
- подъем отвала 160*200

- перекоп отвала

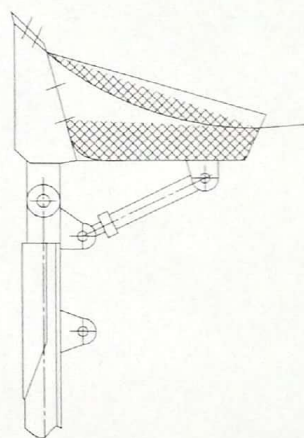
ДР-ПТМ-14.87.00.000ВО

Наименование	Единица измерения	Значение
Масса	кг	21500
Объем бака	л	300
Объем бака	л	90
Объем бака	л	180
Объем бака	л	100
Объем бака	л	1250
Объем бака	л	160
Объем бака	л	200

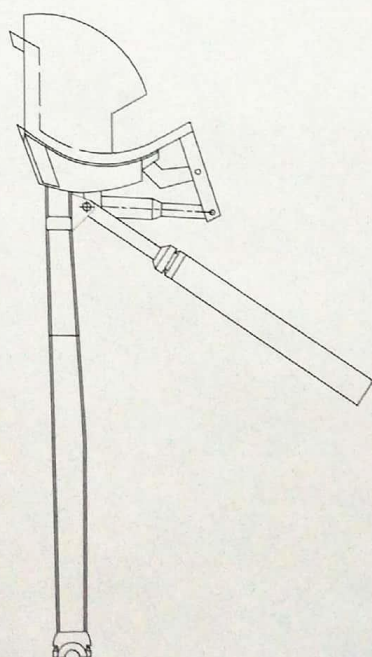
SU 1040052 E02F3/76
Бульдозерное оборудование
Хмара Л.А., Абрамов А.Н. и др.



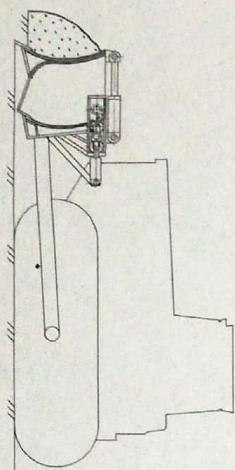
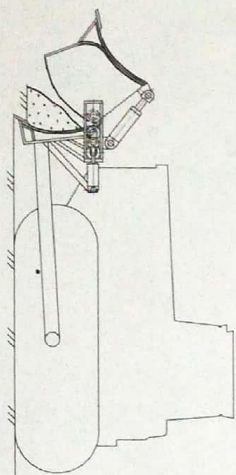
RU 2374396 E02F3/76
Бульдозерное оборудование
Никитин П.И., Чудинов О.В.



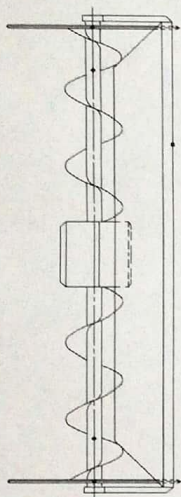
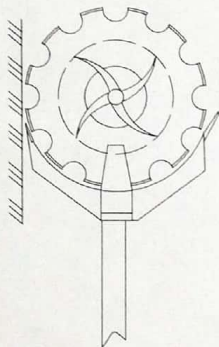
SU 1033651 E02F3/76
Рабочий орган бульдозера
Хмара Л.А., Вайонисев В.А. и др.



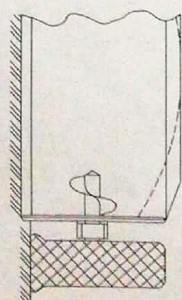
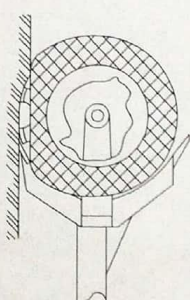
SU 1375745 E02F3/76
Бульдозерное оборудование
Демиденко А.И., Попов В.П. и др.



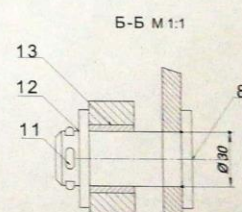
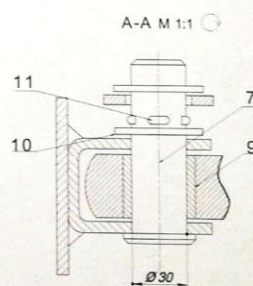
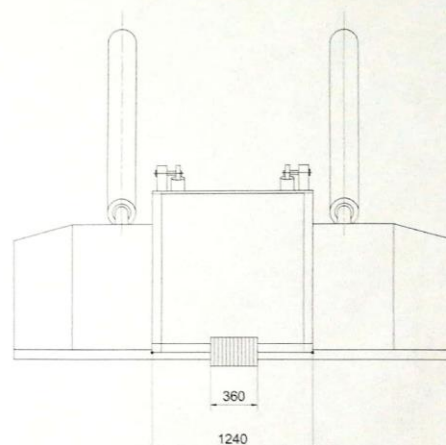
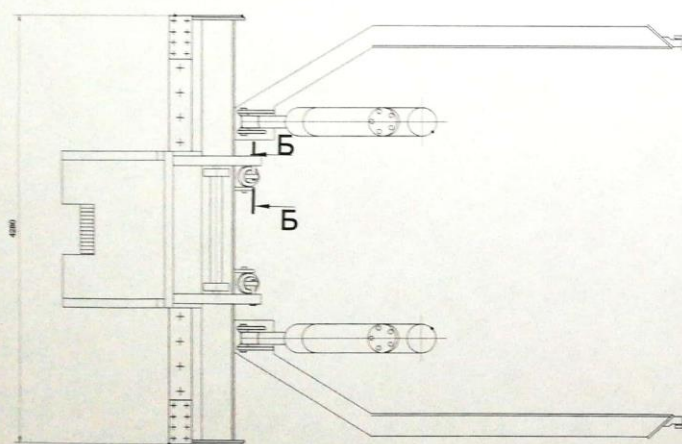
RU 2352724 E02F3/76
Бульдозерное оборудование
Курилов Е.В., Алексеев А.А.



RU 235087 E02F3/76
Бульдозерное оборудование
Курилов Е.В., Алексеев А.А.

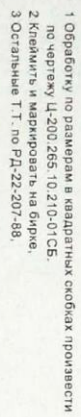
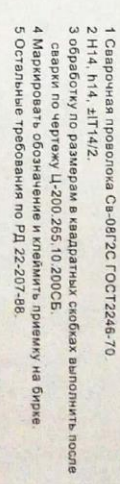
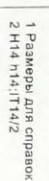


Вид: Дипломная работа
Тема: Повышение эффективности бульдозера Б10М
путем усовершенствования рабочего органа
Обучающийся: Балтабай А.М.
Группа: 5В071300-14-1Р
Кафедра: ТТ



- 1 Размеры для справок
2 При сборке все пальцы и отверстия смазать смазкой
солидол синтетический ГОСТ 4366-76

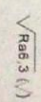
[illegible]

[illegible]

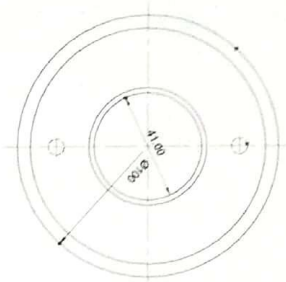
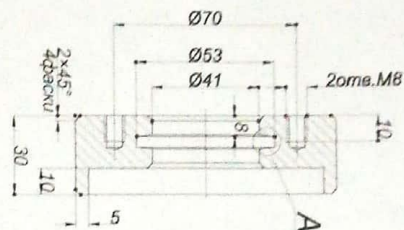
Scanned by CamScanner



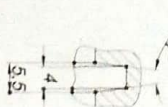
- 1 Размеры и шероховатость после покрытия
- 2 Покрытие А-Хтв.30
- 3 Клеймить клеем ОТК.



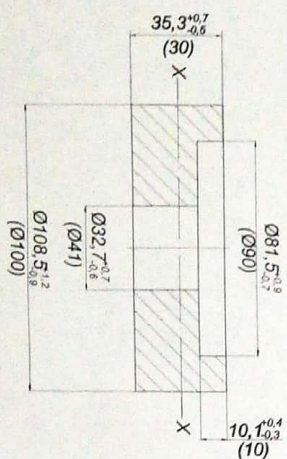
1 Размер для справок
2 Остальные технические требования
по СТБ 1014-95.



AM2:1



1 143...179HB
2 Неуказанные предельные отклонения H12, h12, ±IT12/2

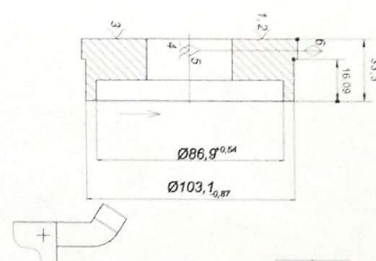
[illegible] $\sqrt{Ra_{12.5}()}$ 

1. 143... 179НВ
2. Неуказанные штамповочные уходы 5-7°
3. Неуказанные радиусы скруглений не более R2,5.
4. Допускаются дефекты до 0,5 прутка на сторону.
5. Допускаемое смещение по плоскости разреза штампа не более 0,5 мм.
6. Класс точности изготовления Т4 группы стали М2, стальной сложности С1.
7. Размеры в скобках относятся к готовой детали.

Имя	Михайлов	Фамилия	Иванов	Дата	12.05.2024
Пол	Мужской	Возраст	35 лет	Место рождения	Москва
Телефон	8 (911) 123-4567	Электронная почта	ivanov.m@gmail.com	Адрес	г. Москва, ул. Ленина, д. 10
Занятие	Инженер	Образование	Высшее	Специальность	Инженер-конструктор
Текущее место работы	ООО "Строитель"	Должность	Главный инженер	Стаж работы	10 лет
Дата рождения	15.03.1989	Место рождения	Самара	Гражданство	Россия
Паспорт	79 07 0012345	Серия	79 07	Номер	0012345
Подпись					
Подпись					
Подпись					

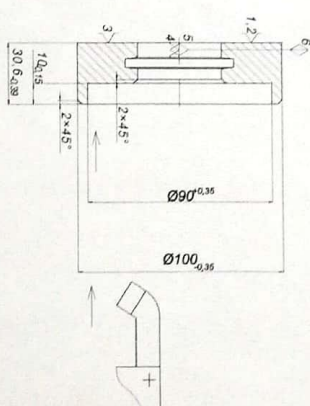
05 Токарная

Ra6,3



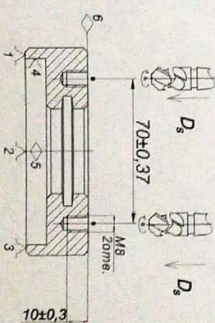
Модель станка	L , мм	S , мм/об	V , м/мин
16K20	0,7	1,5	26,3

15 Токарная с ЧПУ

 $\sqrt{Ra_{3,2}}$ 

Модели СТРИБ	t, мм	S, мм/с	V, м/мин
16A2003	1,2	0,6	21,3

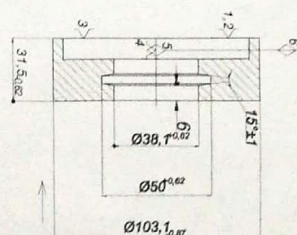
25 Сверлильная



Модель СТН-150	L мм	S _с мм/об	V _н м/мин
	4,5	0,6	22

10 Токарная с ЧПУ

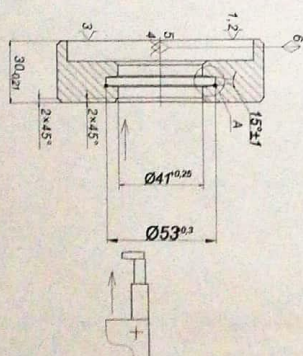
Ra6,3



Модель станка	t мм	S_1 мм/об	V м/мин
16A2003	0,5	0,05	32,2

20 Токарная с ЧПУ

Ra3.2



Молярная концентрация	I , кДж	S_s , моль/с	V , мл/мин
1.62103	0.3	0.7	21.1

[illegible]

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Балтабай А.М.	<i>[Signature]</i>	13.05
Пров.		Буршукова Г.А.	<i>[Signature]</i>	13.05
Н.контр.		Козбагаров Р.	<i>[Signature]</i>	16.05
Утв.		Машеков С.А.	<i>[Signature]</i>	21.05

Бульдозер класса 10 тонн

Scanned by CamScanner

Формат		Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примеч.
ДП.151000.14.Д.15.000							
Документация							
A3				ДР.ПТМ.14.87. 14.000СБ	Сборочный чертеж	1	
Сборочные единицы							
		1		ДР.ПТМ.14.87. 15.000	Гидроцилиндр	1	
Детали							
		2		ДР.ПТМ.14.87. 16.000	Шток	1	
		3		ДР.ПТМ.14.87. 14.001	Поршень	1	
		4		ДР.ПТМ.14.87. 14.002	Крышка	1	
		5		ДР.ПТМ.14.87. 14.003	Втулка направляющая	1	
		6		ДР.ПТМ.14.87. 14.004	Проушина	2	
		7		ДР.ПТМ.14.87. 14.005	Гильза	1	
Стандартные изделия							
		8			Кольцо Б112 ГОСТ 13940-86	1	
		9			Масленка 1,2 Кд6 ГОСТ 19853-78	2	
		10			Шайба защитная	2	
		11			Подшипник ШС90К ГОСТ 3635-78	2	
		12			Грязесъемник ГОСТ 2207-68	2	
		13			Уплотнение ГОСТ 22704-77	2	
		14			Кольцо упорное 50-011 ГОСТ 16048-70	2	
ДР.ПТМ.14.87.06.000							
Изм.	Лист	№ докум.		Подп.	Дата		
Разраб.		Балтабай А.М.			13.05		
Пробер.		Буршукова Г.А.			13.05		
Н.контр.		Козбагаров Р.			16.05		
Умб.		Машеков С.А.			21.05		
Гидроцилиндр ковша						Литер	Лист
						У	1
						Сатбаев университет кафедра ТТ	

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примеч.
				<u>Документация</u>		
A1			ДР.ПТМ.14.87.06.000СБ	Сборочный чертеж	1	
				<u>Сборочные единицы</u>		
		1	ДР.ПТМ.14.87.09.000	Отвал	1	
		2	ДР.ПТМ.14.87. 10.000	Гидроцилиндр	2	
		3	ДР.ПТМ.14.87. 11.000	Толкающий брус	2	
		4	ДР.ПТМ.14.87. 12.000	Нож	1	
		5	ДР.ПТМ.14.87. 13.000	Ковш	1	
		6	ДР.ПТМ.14.87. 14.000	Гидроцилиндр ковша	2	
				<u>Детали</u>		
		7	ДР.ПТМ.14.87.06.001	Палец	2	
		8	ДР.ПТМ.14.87.06.002	Палец	2	
				<u>Стандартные изделия</u>		
		9		Подшипник К ГОСТ 8338-75	2	
		10		Шайба 20 ОТ 65Г 09 ГОСТ 11371-78	2	
		11		Шплинт 5х2833 ГОСТ 397-79	2	
		12		Шайба 10 ОТ 65Г 09 ОСТ 26-204096	2	
		13		Подшипник 7000114 К ГОСТ 8338-75	2	

ДР.ПТМ.14.87.06.000			
Изм	Лист	№ докум.	Подп.
Разраб.		Балтабай А.М.	15.05
Пров.		Буршукова Г.А.	15.05
Н.контр		Козбагаров Р.	16.05
Утв.		Машеков С.А.	16.05
Рабочее оборудование			
Лит	Лист	Листов	
у		1	
Сәтбаев университет кафедра ТТ			



Университет:	Satbayev University
Название:	Повышение эффективности бульдозера Б10М путем усовершенствования рабочего органа
Автор:	Балтабай Айбол Мұстафаұлы
Координатор:	Гульзия Буршукова
Дата отчета:	2019-05-12 13:41:03
Коэффициент подобия № 1:	26,7%
Коэффициент подобия № 2:	1,3%
Длина фразы для коэффициента подобия № 2:	25
Количество слов:	6 833
Число знаков:	48 471
Адреса пропущенные при проверке:	
Количество завершенных проверок:	27



К вашему сведению, некоторые слова в этом документе содержат буквы из других алфавитов. Возможно - это попытка скрыть позаимствованный текст. Документ был проверен путем замещения этих букв латинским эквивалентом. Пожалуйста, уделите особое внимание этим частям отчета. Они выделены соответственно.
Количество выделенных слов 82

>> Самые длинные фрагменты, определенные, как подобные			
№	Название, имя автора или адрес гиперссылки (Название базы данных)	Автор	Количество одинаковых слов
1	URL_ https://knowledge.allbest.ru/transport/3c0a65635a3ac78b4c53a89421206d37_0.html		32
2	URL_ https://revolution.allbest.ru/transport/00232152_0.html		28
3	URL_ https://revolution.allbest.ru/transport/00232152_0.html		26
4	URL_ https://knowledge.allbest.ru/transport/3c0a65635a3ac78b4c53a89421206d37_0.html		22
5	URL_ https://revolution.allbest.ru/transport/00232152_0.html		22
6	URL_ https://revolution.allbest.ru/transport/00232152_0.html		22
7	URL_ https://revolution.allbest.ru/transport/00232152_0.html		20

РЕЦЕНЗИЯ

на дипломную работу
(вид работы)

Балтабай Айбол Мустафаұлы
(Ф.И.О студента)

5B071300-Транспорт, транспортная техника и технологии
(шифр и наименование специальности)

На тему: Повышение эффективности бульдозера Б10М путём
усовершенствования рабочего органа

Выполнено:

- а) графическая часть на 6 листах
б) пояснительная записка на 56 страницах

ЗАМЕЧАНИЯ К РАБОТЕ

По рецензируемой работе имеются следующие замечания:

1. В работе отсутствуют ссылки на использованную литературу
2. В графической части отсутствуют некоторые измерения

Оценка работы

Несмотря на замечание, полагаю, что дипломная работа заслуживает
оценки «хорошо» (85 баллов), а ее автор, А.М. Балтабай, заслуживает
присвоение академической степени «бакалавр» по специальности 5B071300-
«Транспорт, транспортная техника и технологии».

Рецензент

Кандидат технических наук
(должность, научная степень)

Байжуманов К.Д.
(подпись) (Ф.И.О)

«16» мая 2019г.

Отзыв научного руководителя

Дипломная работа

(вид работы)

Балтабай Айбол Мұстафаұлы

(Ф.И.О студента)

5B071300-Транспорт, транспортная техника и технологии

(шифр и наименование специальности)

Тема: *Повышение эффективности бульдозера Б10М путём
усовершенствования рабочего органа*

Балтабай Айбол Мұстафаұлы, в процессе выполнения дипломной работы в полной мере использовал знания, полученные в университете. Работа выполнена в соответствии с заданием кафедры.

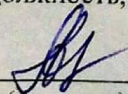
В работе необходимые расчеты были выполнены в полном объеме, все чертежи выполнены в соответствии с требованиями ГОСТа. Кроме того, был произведен расчет механизма управления отвалом; определил усилие, действующее на него при возникновении случайных нагрузок. По полученным данным выбрал гидроцилиндр подъема отвала, а также гидронасос, который будет обеспечивать бесперебойную работу механизма управления отвалом.

Представленная на защиту дипломная работа показывает уровень подготовки автора А.М. Балтабай. В связи с этим А.М. Балтабай заслуживает присвоение академической степени «бакалавр» по специальности 5B071300-«Транспорт, транспортная техника и технологии» и ее работу можно рекомендовать к публичной защите.

Научный руководитель

PhD, сениор-лектор

(должность, научная степень)



(подпись)

Г.А. Буршукова

(Ф.И.О)

«16» мая 2019г.

КазННТУ 704-25. Отзыв научного руководителя

