

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»
Институт машиностроения
Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»
Направление 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств»
Профиль «Технология машиностроения»

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)**

на тему:

**«Проектирование рабочих механизмов установки для обрезки растений
с разработкой технологии изготовления комплектующих изделий
механизмов»**

| | | | |
|--------------|--|-------|---------------------------------|
| Студент(ка) | Шумарин Д.И. <small>(И.О. Фамилия)</small> | <hr/> | <small>(личная подпись)</small> |
| Руководитель | Бобровский А.В. <small>(И.О. Фамилия)</small> | <hr/> | <small>(личная подпись)</small> |
| Консультанты | Горина Л.Н. <small>(И.О. Фамилия)</small> | <hr/> | <small>(личная подпись)</small> |
| | Зубкова Н.В. <small>(И.О. Фамилия)</small> | <hr/> | <small>(личная подпись)</small> |
| | Виткалов В.Г. <small>(И.О. Фамилия)</small> | <hr/> | <small>(личная подпись)</small> |

Допустить к защите

И.о. заведующего кафедрой
к.т.н, доцент
(личная подпись)

_____ А.В. Бобровский

« _____ » _____ 2016 г.

Тольятти 2016

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»
Институт машиностроения
Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»

УТВЕРЖДАЮ

И.о. зав. кафедрой

_____ А.В.Бобровский

«___» _____ 2016 г.

ЗАДАНИЕ

**на выполнение выпускной квалификационной работы
(уровень бакалавра)**

**направление подготовки 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств»**

профиль «Технология машиностроения»

Студент Шумарину Денису Игоревичу гр.ТМбз-1131

1. Тема Проектирование рабочих механизмов установки для обрезки растений с разработкой технологии изготовления комплектующих изделий механизмов
2. Срок сдачи студентом законченной выпускной квалификационной работы «» 2016 г.
3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе *Материалы преддипломной практики, компоновочные схемы предлагаемого к разработке механизма*
4. Содержание выпускной квалификационной работы (объем 40-60 с.)

Титульный лист.

Задание. Аннотация. Содержание.

- 1) *Анализ научно-технической и патентной литературы по теме бакалаврской работы*
- 2) *Технические расчеты проектируемого кустореза*
- 3) *Проектирование технологической схемы работы механизмов по обрезке растений*
- 4) *Разработка технологии изготовления элементов рабочих механизмов*
- 5) *Экономическая эффективность*
- 6) *Безопасность и экологичность технического объекта*

Заключение. Список литературы. Приложение.

АННОТАЦИЯ

УДК 621.0.01

Шумарин Денис Игоревич

Проектирование рабочих механизмов установки для обрезки растений с разработкой технологии изготовления комплектующих изделий механизмов.

Выпускная квалификационная работа. Тольятти. Тольяттинский государственный университет, 2016.

Разработана установка для обрезки растений.

Предложено:

- оригинальная конструкция установки на базе существующей.
- применение высокоэффективных технических решений, направленных на обеспечение высокой стойкости рабочих элементов машины;
- использование оптимальных стратегий обработки рабочих частей (ножей) установки;
- изготовление ножей по полному циклу на одном предприятии-изготовителе;
- реализовать мероприятия по инженерной защите окружающей среды и труда работающего персонала

Выпускная квалификационная работа состоит из пояснительной записки в размере страниц, содержащей таблиц, рисунков, и листов чертежей.

Содержание

Введение

1. Анализ научно-технической и патентной литературы по теме бакалаврской работы

2. Технические расчеты проектируемого кустореза

2.1 Выбор и расчет основных параметров кустореза

2.2 Тяговый расчет

2.3 Проверка работоспособности кустореза

3. Проектирование технологической схемы производства работ кустореза

4. Технология изготовления ножа кустореза

4.1 Назначение и выбор заготовки для ножа кустореза

4.2 Проектирование маршрута изготовления и соответственного оборудования

4.3 Расчет режимов обработки и норм времени

5. Расчет экономической эффективности

5.1 Расчет затрат по сравниваемым вариантам технических решений

5.2 Расчет суммарного экономического эффекта

6. Безопасность и экологичность технического объекта

Заключение

Список литературы

Приложение

ВВЕДЕНИЕ

Основным недостатком массово применяемых установок для обрезки растений с пассивным рабочим органом является малая производительность, за счет большого времени цикла, которое обусловлено малой маневренностью, что отражается на времени разворота. Это условие также не позволяет работать кусторезу в стесненных условиях. В настоящее время роста больших городов наряду со строительством новых современных сооружений гражданского и промышленного назначения производится освоение заброшенных стройплощадок, а также при расчистке полосы отвода дорог при их уширении, реконструкции либо благоустройстве и т.д., где нежелательным является срезание большого слоя почвы (как при разработке бульдозером), которые в свою очередь засорены кустарником. Поэтому использование кусторезов в вышеупомянутых условиях будет на мой взгляд наиболее рациональным как с экономической, так и с технологической точки зрения.

Целью бакалаврской работы является проектирование установки для обрезки растений.

1 АНАЛИЗ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ И ПАТЕНТНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ ПО ТЕМЕ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

Целью данного анализа является изучение современных конструкций гусеничных тракторов, которые будут являться базами для навешивания кусторезного оборудования; изучение конструкций применяемых кусторезов и выбор наиболее рациональную для расчистки закустаренных участков; изучение конструкций рам для навешивания кусторезных рабочих органов.

Работы по удалению и уничтожению древесно-кустарниковой растительности выполняют: срезкой, корчеванием и сгребанием, запашкой и фрезерованием вместе с почвой.

Технологические схемы освоения и типы машин выбирают в соответствие с техническими требованиями и назначением осваиваемых земель при минимальных затратах труда и стоимости работ.

Пассивный рабочий орган кустореза выполнен в виде клинового отвала (рисунок 1.1, а). Активные рабочие органы имеют различное конструктивное исполнение и выполнены в виде пил или фрез (рисунок 1.1, б, г), ножей косилочного типа (рисунок 1.1, в), вращающихся дисков с ножами (рисунок 1.1, д), вращающихся на гибкой связи (рисунок 1.1, е).

Отвальный кусторез состоит из косо поставленного отвала с одной отвальной поверхностью (рисунок 1.2, а) или симметричного относительно продольной оси отвала с двумя отвальными поверхностями (рисунок 1.2, б), образующими в плане треугольник, обращенный вершиной вперед. С помощью центрального шарового шарнира, боковых подкосов и раскосов отвал крепится к П-образной тяговой раме, соединенной с рамой тягача двумя шарнирами и гидроцилиндрами ее подъема/опускания.

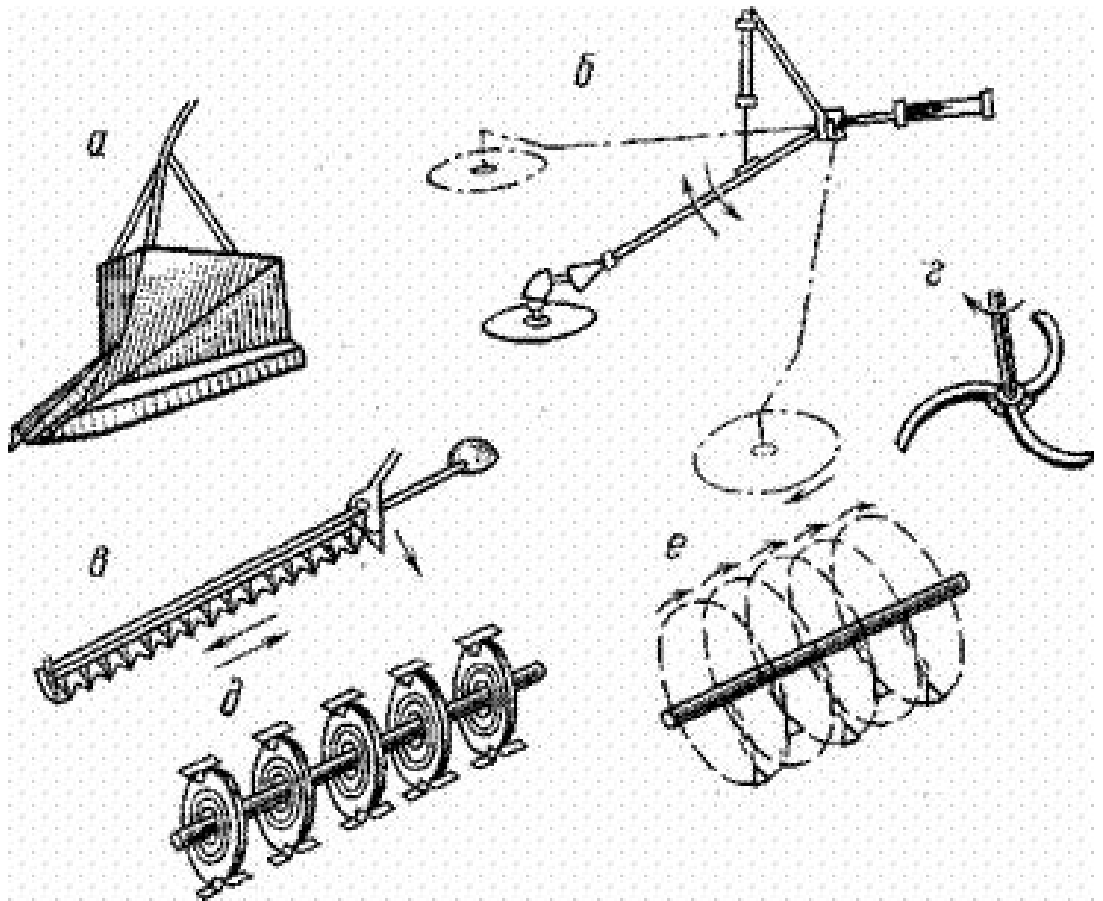


Рисунок 1.1 - Рабочие органы кусторезов:

а — отвал с ножами; б—циркулярная пила или фреза; в — нож косилочного типа; г — ножи фрезерные горизонтальные; д — вращающиеся диски с ножами; е — ножи, вращающиеся на гибкой связи.

При движении по расчищаемой площадке ножи с прямой или пилообразной режущей кромкой срезают дерн, кустарник и мелкие деревья на глубине 3... 5 см от поверхности. Срезанная почва и растительность сдвигаются отвальной поверхностью в одну сторону либо по обе стороны от машины, образуя боковые валики. Крупные стволы, пни и коряги перед срезкой раскалывают колумом. Защитные ограждения предохраняют тягач, элементы крепления отвала и механизмы, расположенные за ним, от повреждения стволами и камнями и, в то же время, не заслоняют от оператора пространство перед машиной при поднятом отвале. Защитный

кожух выполняет те же функции лучше, чем решетка, но ухудшает видимость пространства перед отвалом.

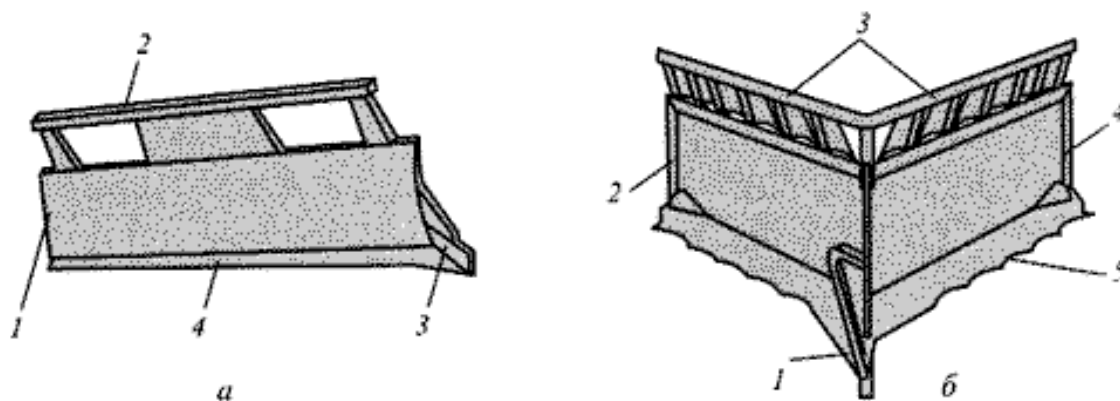


Рисунок 1.2 - Отвал кустореза

На Рисунке 1.2 представлен отвал кустореза, а - с одной отвальной поверхностью (1 - отвальная поверхность; 2 - ограждающая рамка; 3 - колун; 4 - режущая кромка); б - с двумя отвальными поверхностями (1 - колун; 2, 4 - отвальные поверхности соответственно правая и левая; 3 - ограждающая решетка; 5 - пилообразная режущая кромка).

Иногда для срезки растительности при подготовительных работах используются машины с активными рабочими органами, такими как горизонтальные дисковые и цепные пилы, фрезерно-роторные измельчители (рисунок 1.3) и ножевые косилки. Производительность таких машин значительно выше, чем машин с отвалами, но их применение предполагает отбор мощности на рабочий орган и привлечение дополнительной техники для валки толстых стволов, сбора срезанной растительности, срезки и складирования дерна.

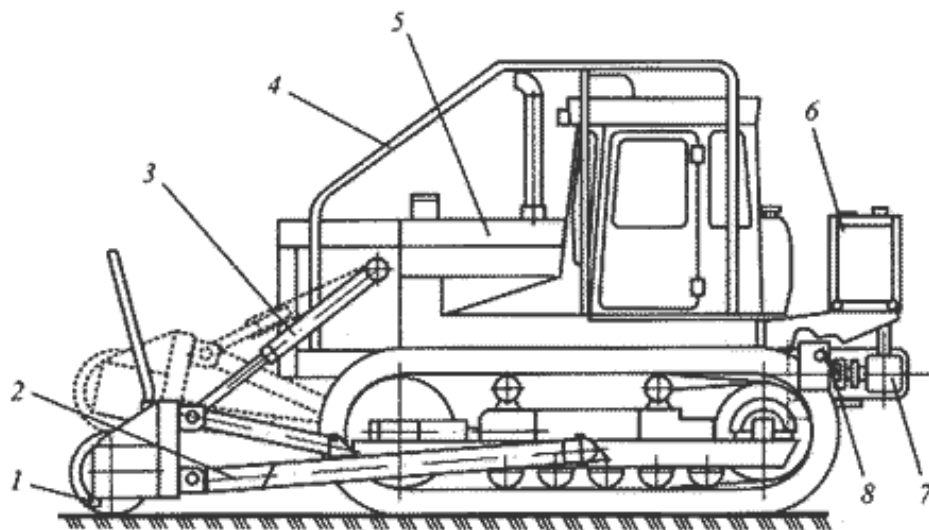


Рисунок 1.3 - Кусторез с фрезерным рабочим органом
 1 - ротор - измельчитель в кожухе; 2 - толкающие брусья; 3 - гидроцилиндры подъема / опускания ротора; 4 - защитная конструкция FOPS; 5 - базовая машина; 6 - гидросистема; 7 - насос; 8 –ходоуменьшитель.

Рассмотрим основные типы кусторезов серийно выпускаемые заводами изготовителями.

Ранее серийно выпускался двухотвальный кусторез ДП-24 на базе трактора Т-130МГ (рисунок 1.4), который в последствии был заменен кусторезами МП-14 и МП-18 на базе трактора Т-170 (рисунок 1.5). В настоящее время ассортимент продукции завода включает навесное оборудование на тракторы Т-130, Т-170, К-700, МТЗ-80/82: бульдозер МП-18-8; корчеватель МП-18-6 (рисунок 1.5,а); машина для глубокого фрезерования земель МТП-44Б; погрузчик П-4/85 на тракторе К-700; комплект сменного рабочего оборудования на трактор МТЗ ПФС-0,75.[2]

В таблице 1.1 приведены основные технические характеристики кусторезов.

Кусторез ДП-24 (рисунок 1.4) предназначен для расчистки площадей, заросших кустарниками и мелколесьем, при реконструкции малоценных

насаждений, подготовки площадей под питомники и т.д. Он представляет собой съемно-навесное оборудование к трактору Т-130.1.Г-1.

Основными частями кустореза являются: толкающая рама 8, ограждение трактора 1 и рабочий орган в виде двустороннего клинообразного отвала 4, вдоль нижних кромок которого установлены горизонтальные взаимозаменяемые режущие ножи 6. Отвал 4 в основании имеет А-образную раму, к поперечной балке которой приварено гнездо для соединения с шаровой головкой 7 толкающей рамы 8. В передней части отвала размещен носовой клин 5 из стального листа (нож) с боковыми плоскостями, раскалывающий пни и раздвигающий срезанные деревья. Сверху рама закрыта каркасом 3 из уголков, обшитых листовой сталью.

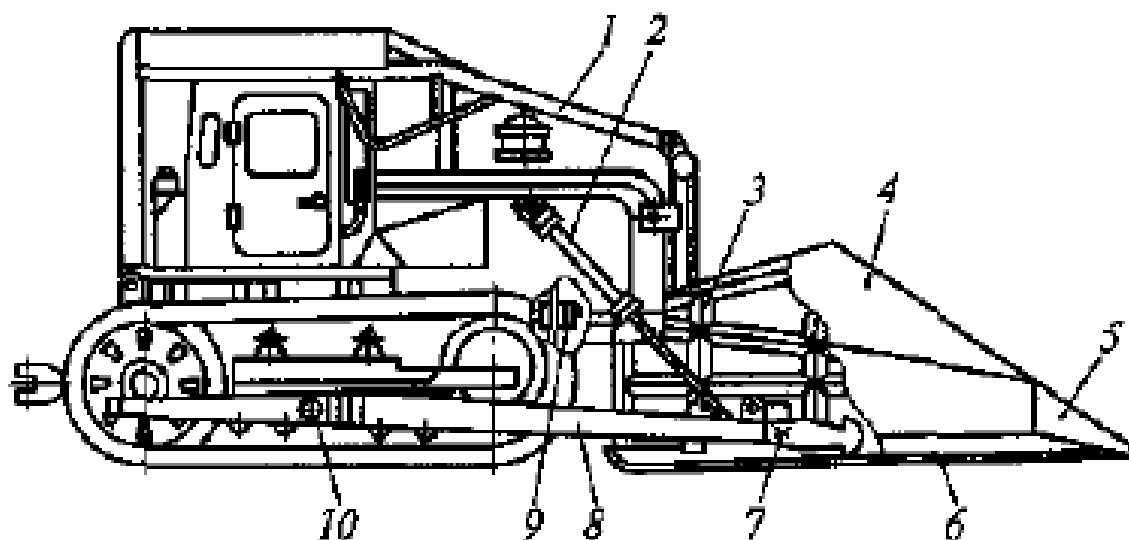


Рисунок 1.4 - Кусторез ДП-24:

1 – ограждение трактора; 2 – гидроцилиндр подъема; 3 – каркас; 4 – отвал; 5 – носовой клин; 6 – горизонтальный нож; 7 – шаровая головка; 8 – толкающая рама; 9 – очистное приспособление; 10 – шаровая цапфа.

Толкающая рама 8 коробчатого сечения соединяется шарнирно цапфами 10 с гусеничными тележками трактора. Подъем и опускание толкающей рамы с рабочим органом осуществляются гидроцилиндрами 2 навесного устройства трактора.

При движении агрегата гидроцилиндры 2 находятся в «плавающем» положении, ножи 6 срезают деревья диаметром до 10 см, а отвал сдвигает их в стороны. Если необходимо срезать более крупное дерево, то его сначала подрезают ножом одной стороны отвала, потом отъезжают назад, а затем срезают ножом другой стороны отвала.

Широкое распространение должны получить кусторезы с активным рабочим органом, которые имеют целый ряд преимуществ перед кусторезами с пассивным рабочим органом.



Рисунок 1.5 – Корчеватель МП-18

Кусторез-осветлитель КОМ-2,3 с механическим приводом от бокового ВОМ трактора предназначен для осветления рядовых лесных культур на вырубках путем периодического срезания появляющейся в междурядьях древесной поросли и кустарниковой растительности, затеняющей культуры, в весенне-летне-осенний периоды. Технические характеристики КОМ-2,3 приведены в таблице 1.2.

Кусторез-осветлитель КОМ-2,3 состоит из рабочего органа, смонтированного спереди трактора (рисунок 1.6).

Кусторез с активным рабочим органом на отечественном рынке представлен кусторезом «Бобер -1М» завода «Комдор».[3]

Кусторез «Бобер - 1М» (рисунок 1.7) предназначен для скашивания трав, срезания грубостебельной и мелкокустарниковой растительности на неудобьях в лесу между деревьями, обочинах дорог с уклоном от -45 до +75 градусов, отдельно стоящих деревьев толщиной до 100 мм. Кусторез агрегируется с трактором тягового класса 0,6-1,4 т.

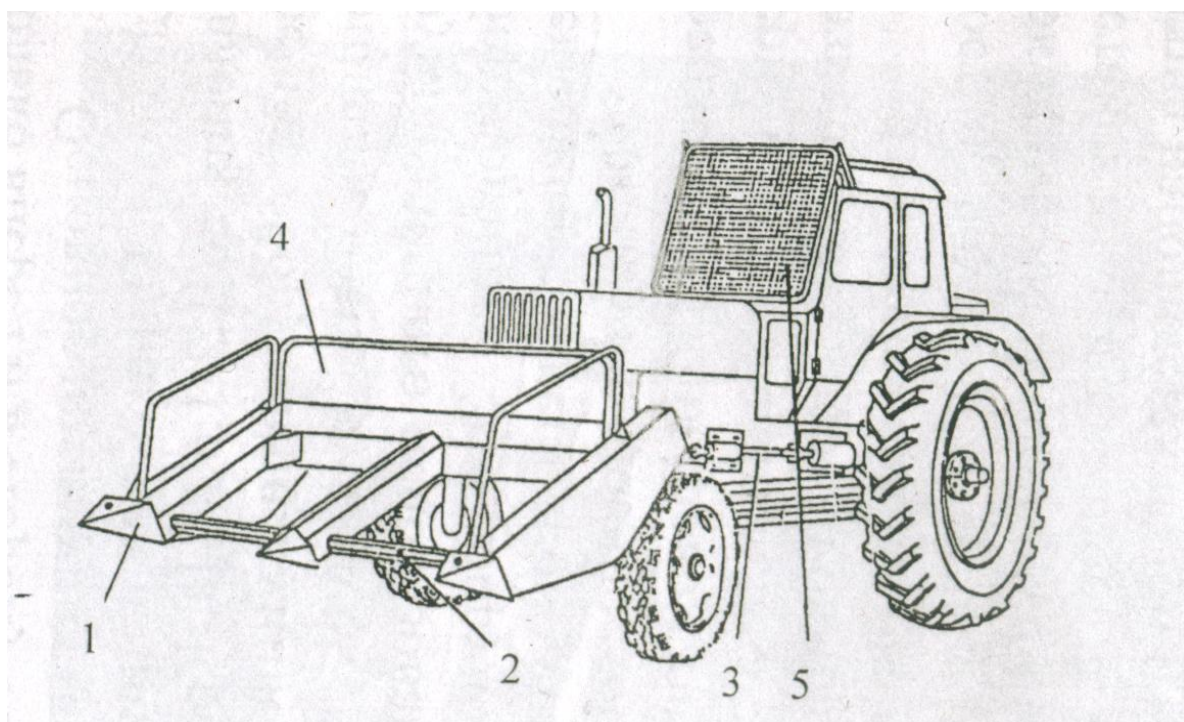


Рисунок 1.6 - Кусторез-осветлитель с механическим приводом КОМ-2,3: 1 - рама; 2 - трехножевые скалывающие фрезы; 3 - карданный вал; 4 - щит отражатель; 5 - предохранительная сетка

Техническая характеристика кустореза приведена в таблице 1.3.

Таблица 1.3 – Техническая характеристика кустореза «Бобер - 1М»

| Параметры | Значения |
|-----------------------------------|----------------|
| Тип машины | Навесная |
| Ширина захвата рабочего органа, м | 1,2 |
| Тип привода рабочего органа | Гидравлический |

| | |
|--|--------------------------|
| Угол наклона кустореза к горизонту | -45°, +75° |
| Емкость гидробака, л | 60 |
| Число оборотов устройства режущего, об/мин | 1000-1200 |
| Наличие предохранения аварийной остановки режущего устройства | Предохранительный клапан |
| Способ подключения рабочего органа к базовому трактору | ВОМ трактора |
| Наличие дополнительной опоры на кусторезе для повышения устойчивости трактора при работе | Имеется |
| Вылет рабочего органа | 2,8 - 4 м |



Рисунок 1.7 – Кусторез «Бобер-1М»



Рисунок 1.8 - Трактор-кустореz УЭС-330Г

Трактор-кустореz УЭС-330Г (рисунок) производства ЗАО "Завод самоходной дорожной техники" г.Рыбинск, РФ, предназначен для расчистки древесно-кустарниковой растительности на открытых территориях: в парках, садах, лесах, полосах отчуждения дорог, линий электропередач. Техническая характеристика шасси приведена в таблице 1.4, техническая характеристика кустореzного оборудования приведена в таблице 1.5.[4]

Также может быть использован для утилизации срезанных ветвей, порубочных остатков, первичной подготовки земли для сельскохозяйственного применения, измельчения органических остатков на биомассу.

В случае необходимости трактор-кустореz может трансформироваться в трелевочную машину.

По желанию заказчика на данный трактор устанавливается оборудование для уборки снега, буровая, генераторная установки. Машина

может быть переоборудована на гидропривод, что обеспечивает удобное бесступенчатое регулирование скорости.



Рисунок 1.9 - Лесотехнический измельчитель (кусторез) на базе трактора ХТА-200-02

Лесотехнический измельчитель (кусторез) на базе трактора ХТА-200-02 (рисунок 1.9). Предназначен для срезки и измельчения деревьев, кустарников, пней и веток вдоль дорог и линий электропередач. Максимальный диаметр измельчаемого ствола - 20 см, рабочая ширина - 220 см, частота вращения ротора 2000 об/мин.[5]



Рисунок 1.10 - Расчистки полосы отвода кусторезом на базе трактора ДТ-75

Срезанный кустарник окучивают (обваловывают) и перемещают за пределы земляного полотна для дальнейшего сжигания или вывоза в указанные места автосамосвалами.[6]

Роторная косилка - дробилка W-FORREST - серия “профессионал”, категория навески – II (рисунок 1.11). Мощная роторная рубительная машина предназначена для повала и измельчения деревьев до 180 мм. диаметром , измельчения веток и пеньков.[7]

Принцип действия - гидравлический бампер заваливает материал, а ротор с ножами измельчает до мелкой фракции щепы.

Измельчитель роторный применяется для расчистки лугов от поросли, чистки просек под опорами ЛЭП, для очистки участков от старых фруктовых деревьев, для очистки обочин дорог от кустарника и небольших деревьев, в благоустройстве и озеленении. Косилка производит повал и измельчение(мульчирование) растительности до мелкой фракции (щепы). Агрегатируется спереди, сзади трактора и на трактор с реверсивным пультом управления.

Техническая характеристика роторной косилки - дробилка W-FORREST приведена в таблице 1.6.



Рисунок 1.11 - Роторная косилка - дробилка W-FORREST

Таблица 1.6 – Техническая характеристика роторной косилки -
дробилки W-FORREST

| | |
|---|---------------------------|
| Навеска на трехточечное крепление трактора | тип навески II (ISO 9001) |
| Максимальная толщина деревьев, мм | 180 |
| Минимальная требуемая мощность трактора, л.с. | 70 |
| Крутящий момент, Нм | 540 |
| Диаметр ротора, мм | 360 |
| Передача на ротор | клиноременная 6 ремней |
| Скорость вращения ротора, об/мин | 2025 |
| Ширина скашивания, мм | 2100 |
| Полная масса, кг | 1240 |
| Защита | цепи |
| Привода открывания кожуха для выброса материала | гидравлический |

Оборудование навесное для содержания автодорог на базе трактора МТЗ-82.2 с комплектом сменных рабочих органов НО-82 (рисунок 1.12, таблица 1.7)



Рисунок 1.12 - Оборудование навесное НО-82

Таблица 1.7 – Техническая характеристика оборудования навесного НО-82

| | |
|--|--------------------------------------|
| Базовое шасси | Трактор «Беларусь» |
| Скорость передвижения, км/ч, не более рабочая транспортная | 10 30 |
| Привод рабочего органа | Гидравлический от ВОМ трактора |
| Частота вращения ВОМ, об/мин | 1000 |

Продолжение таблицы 1.7

| | |
|---|---|
| Управление манипулятором | Гидравлическое от насоса трактора |
| Косилка НО-82.30 - ширина окашиваемой полосы, м - частота вращения ротора, об/мин - окружная скорость ножей ротора, м/с - наибольшее расстояние до обрабатываемого участка от продольной оси трактора, м - масса, кг | 1,2 2100 48 5,4 250 |
| Кусторез НО-82.31 - ширина обрабатываемого участка, м - частота вращения пил, об/мин - окружная скорость пил, м/с - наибольшее расстояние до обрабатываемого участка от продольной оси трактора, м - наибольшее расстояние до обрабатываемого участка в высоту от поверхности дороги, м - максимальный диаметр срезаемых сучьев, мм | 2 3000 78 5,5 5,9 150 |
| Обслуживающий персонал | 1 |
| Масса оборудования (с одним рабочим органом), кг - без трактора - с трактором | 1200 5260 |
| Габаритные размеры в транспортном положении, мм - длина - ширина - высота | 5200 2500 3350 |

В последнее время при очистке закустаренных строительных площадок стали применять способ фрезерования кустарниковой растительности вместе с почвой, в результате которого происходит измельчение древесной растительности и дернины и перемешивание их с почвой на всей обрабатываемой глубине.

Для фрезерования кустарника вместе с почвой промышленностью выпускаются прицепные фрезерные машины МПГ-1,7 и МТП-42А, которые агрегируются с трактором Т-100 МБТС.[8]

Фрезерные машины предназначены для первичной обработки минеральных и торфяных почв, заросших кустарником и мелколесьем. Одна из наиболее эффективных фрезерных машин МТП-42А (рисунок 1.13). Она за один проход выполняет все операции по освоению земли, заменяя комплект машин, состоящий из кустореза, корчевателя, кустарниковых граблей, кустарникового болотного плуга и тяжелой дисковой бороны. Машина МТП-42А может обрабатывать участки без предварительной срезки леса и кустарника при диаметре стволов до 120 мм. При большем диаметре стволов их следует удалять перед фрезерованием. Пни диаметром стволов более 120 мм, мешающие проходу машины, необходимо срезать на высоте не более 100 мм от поверхности грунта.

Площадь, предназначенную для фрезерования, необходимо предварительно освободить от крупных камней. На каменистых участках фрезерные машины не используют.

Перед началом работы фрезерной машины МТП-42А необходимо установить отбойную плиту на заданную глубину обработки почвы и поднять фрезу.

Для пуска машины в работу необходимо снизить частоту вращения коленчатого вала двигателя, выключить муфту сцепления, включить необходимую скорость и вал отбора мощности, выключить бортовые фрикционы, переводя рычаги управления в положение «на себя», плавно

включить муфту сцепления, довести частоту вращения коленчатого вала до номинального значения, постепенно опустить фрезу на полную глубину (до соприкосновения отбойной плиты с поверхностью почвы) и опустить рычаги бортовых фрикционов.

Во время работы машина должна двигаться прямолинейно. При наезде на крупный пень необходимо остановить машину, переведя рычаги бортовых фрикционов «на себя». Как только частота вращения коленчатого вала возрастет до номинального значения, отпускают рычаги фрикционов. На конце загона необходимо остановить машину, переведя рычаги торцовых фрикционов на себя, выключить муфту сцепления и вал отбора мощности, поднять фрезу в транспортное положение, включить транспортную скорость и муфту сцепления и отпустить рычаги управления поворотом машины. Затем поворачивают машину, чтобы двигаться в обратном направлении «челноком». При обратном движении каждый предыдущий проход должен перекрываться последующим на 50-100 мм.[8]

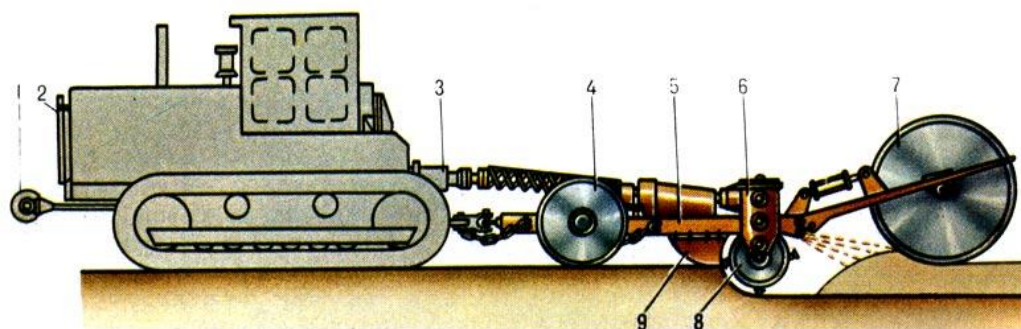


Рисунок 1.13- Схема кустореза МТП-42А: 1 - валочный брус, 2 - предохранительная решётка радиатора, 3 - карданный вал, 4 - передние колёса, 5 - рама, 6 - трансмиссия, 7 - опорный каток, 8 - фрезерный барабан, 9 - отбойная плита

Отличительной особенностью конструкций машин со съемным технологическим оборудованием является возможность использования базового трактора как универсального средства по созданию целого ряда машин для расчистки: кусторезов; корчевателей, подборщиков сучьев и других, что очень важно для лесной отрасли в целях сокращения разномарочности машинно-тракторного парка лесхозов. Это обеспечивает универсальная толкающая рама, на которой может устанавливаться бульдозерное, корчевальное и другое сменное рабочее оборудование.

Рассмотрим конструкции основных толкающих рам на примере бульдозеров на базе гусеничных тракторов. [9]

На мощных бульдозерах применяется узел соединения рамы с трактором, показанный на рисунке 1.14, б.

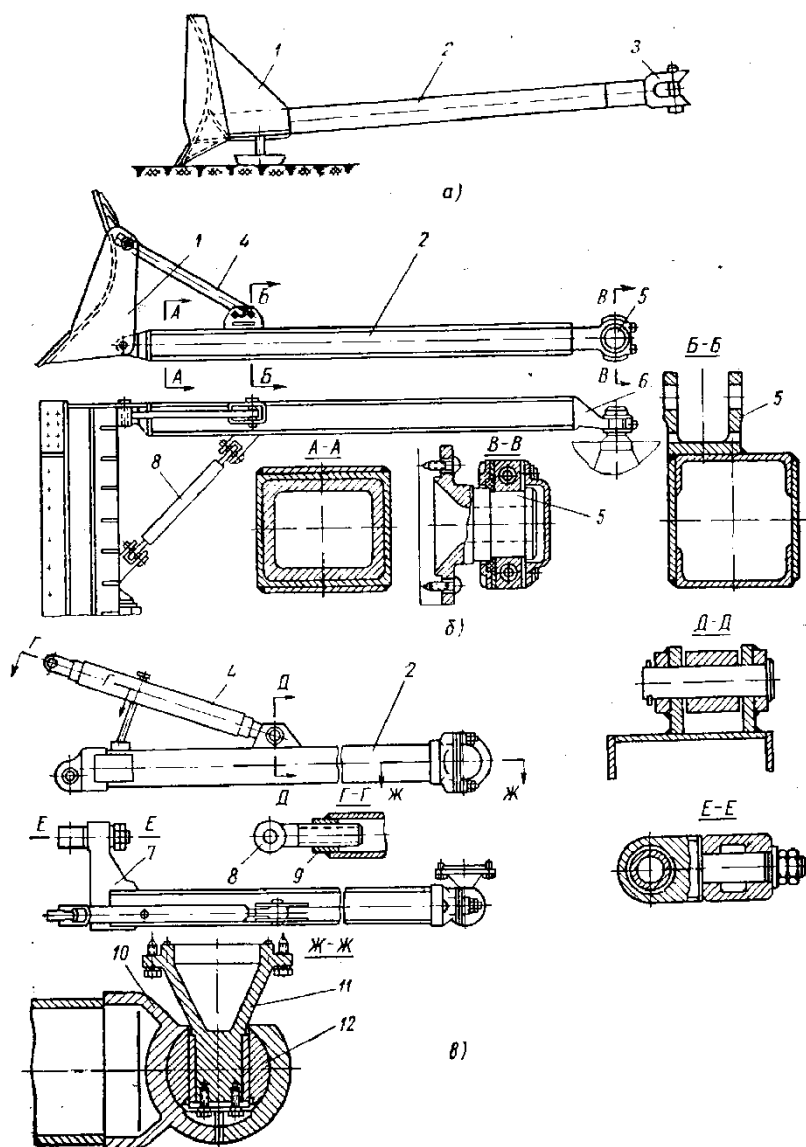
На рисунке 1.14, в показана рама, в которой применены винтовые раскосы, позволяющие более точно устанавливать угол резания. Конструкция толкающего бруса такой рамы выполнена в виде буквы Г. Для более жесткого крепления отвала в кронштейне бруса установлена проушина, которая может перемещаться вдоль своей оси, облегчая сборку отвала с брусом.

На рисунке 1.14, в приводится также конструкция крепления рамы к бульдозеру, состоящая из опорного пальца (выполненного обычно из стального литья), на который надета шаровая втулка; на последнюю надевается шаровая опора толкающего бруса.

Рама с поворотным рабочим органом состоит из двух изогнутых брусков (рисунке 1.14, г), соединенных между собой (у машин с неповоротным рабочим органом рама образуется из боковых брусков и органа).

Рабочий орган присоединяется к раме с помощью шарнирного соединения и, кроме этого, крепится двумя боковыми упорами (рисунке 1.14, д).

Упор состоит из бруса и раскоса. Один конец раскоса соединен с отвалом, другой — с брусом. Брус одним концом соединен с рамой, а другим—с отвалом. Раскос и брус соединяются с отвалом при помощи крестовины, а раскос с брусом—при помощи крестовины и поворотного шкворня; это позволяет устанавливать рабочий орган под углом к вертикальной и горизонтальной плоскостям.[9].



Продолжение рисунка 1.14

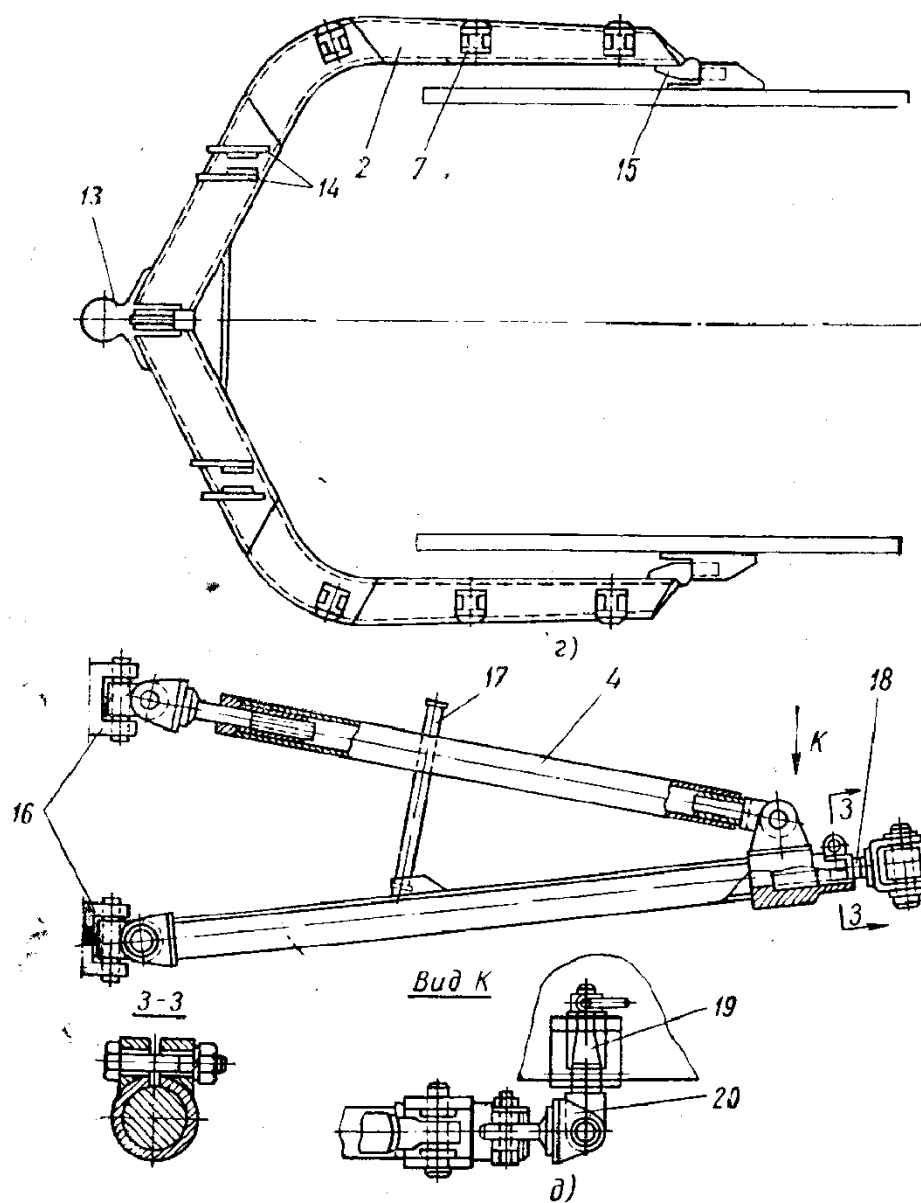


Рисунок 1.14 - Конструкции толкающих рам:

1 – отвал; 2 – толкающий брус; 3 – вильчатая опора; 4 – раскос; 5 – узел крепления толкающего бруса к трактору; 6 – растяжка; 7 – кронштейн; 8 – винт; 9 – гайки; 10 – шаровая опора; 11 – опорный палец; 12 – шаровая втулка; 13 – сферическая головка; 14 – проушины; 15 – опора; 16 – крестовины; 17 – винт раскоса; 18 – винт бруса; 19 – шкворень; 20 – проушина винта.

Неповоротный бульдозерный отвал (рисунок 1.15) крепится к базовому тягачу толкающими брусом и гидроцилиндрами подъема/опускания. [10]

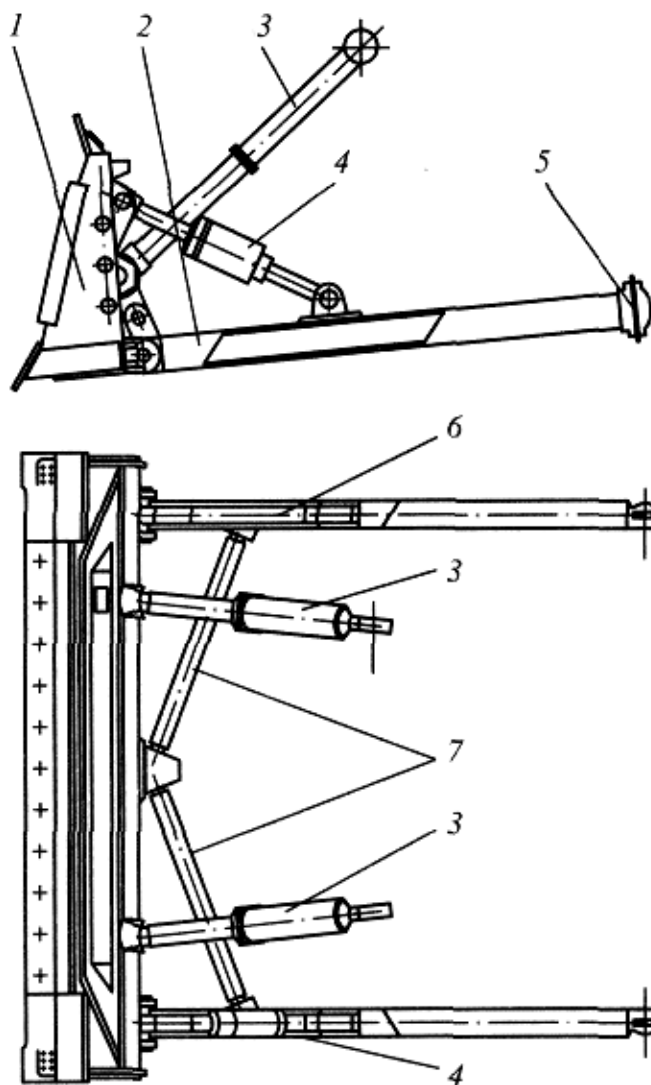


Рисунок 1.15 - Бульдозерное оборудование с прямым отвалом:
1 - бульдозерный отвал; 2 - толкающий брус; 3 - гидроцилиндры подъема/опускания отвала; 4 - гидравлический подкос; 5 шарнир крепления толкающего бруса к раме гусеничной тележки (упряжной шарнир); 6 - винтовой подкос; 7 - горизонтальные раскосы.

Механизм крепления отвала к толкающим брусом состоит из вертикальных подкосов с винтовой или гидравлической регулировкой длины,

контролирующих поперечный перекос и наклон отвала, и горизонтальных раскосов, растяжек или кронштейнов, исключая поперечное качание отвала.

Два гидроцилиндра подъема/опускания отвала соединяют раму тягача с задней стенкой отвала. Задние концы толкающих брусьев крепятся к рамам гусеничных тележек или к передней части рамы колесного бульдозера пальцевыми или сферическими шарнирами, вокруг которых брусья вращаются при подъеме или опускании.

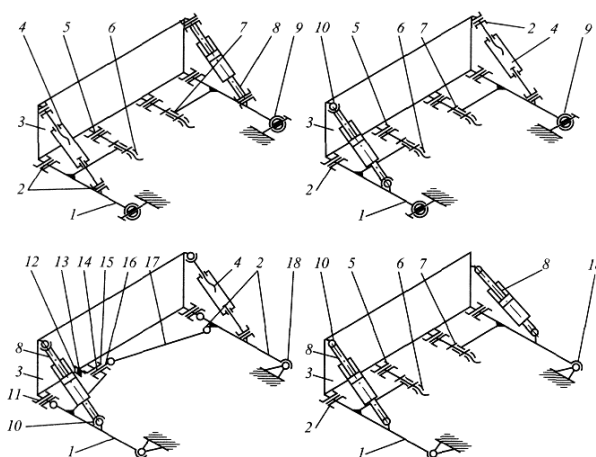


Рисунок 1.16 - Варианты рычажных механизмов соединения отвала с толкающими брусьями:

1 - толкающий брус; 2,5 - цилиндрические шарниры; 3 - отвал; 4 - винтовой подкос; 6 - винт; 7 - упорная шайба; 8 - гидравлический подкос; 9 - шаровая опора со сферической втулкой; 10 - шарнир сферический или шарнир со сферической втулкой; 11 - карданный шарнир; 12 - скоба с направляющими для скольжения опорной шайбы; 13 - опорная шайба; 14 - регулировочный винт; 15 - втулка, закрепленная на кронштейне толкающего бруса; 16 - палец; 17 - растяжка; 18 - шаровая опора.

Используются симметричные и несимметричные схемы (рисунок 1.16) соединения отвала с толкающими брусьями. Традиционная конструкция бульдозерного оборудования с поворотным отвалом предусматривает соединение отвала и U-образной толкающей рамы, охватывающей

гусеничные тележки снаружи, сферическим шарниром, расположенным в центре задней стенки отвала. Боковые края задней стенки отвала крепятся к толкающей раме подкосами и раскосами (рисунок 1.17).

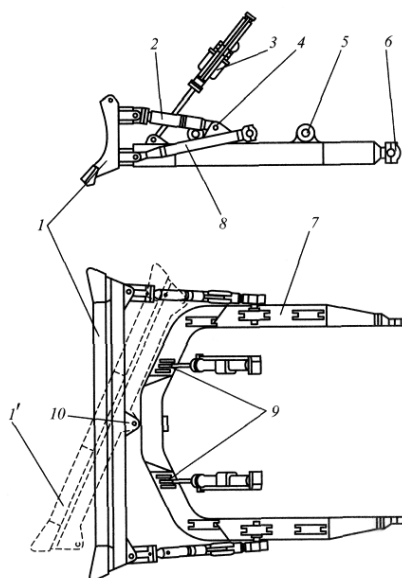


Рисунок 1.17- Бульдозерное оборудование с поворотным отвалом:

1 - отвал; 1' - поворот отвала в плане; 2 - вертикальный подкос; 3 - гидроцилиндры подъема/опускания тяговой рамы; 4 - кронштейн крепления подкоса к раскосу; 5 - кронштейн крепления раскоса к тяговой раме (3 на лонжероне); 6 - упряжные шарниры крепления тяговой рамы к рамам гусеничных тележек; 7 - тяговая рама; 8 - горизонтальный раскос (на виде сверху закрыт подкосом); 9 - кронштейны крепления штоков гидроцилиндров подъема и опускания к тяговой раме; 10 - сферический шарнир крепления отвала к тяговой раме.

Таким образом, создано разнообразие кусторезов, но все они имеют недостатки – низкую производительность, малую надежность, высокая стоимость при низком технологичности, малый ресурс из-за использования некачественных материалов в рабочих органах и приводе.

Целью работы является создание отечественных кусторезов не имеющего этих недостатков.

Обзор патентных источников представлен в Приложении А.

2 ТЕХНИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ ПРОЕКТИРУЕМОГО КУСТОРЕЗА

2.1 Выбор и расчет основных параметров кустореза

Для проектируемого кустореза в качестве прототипа выбираем бульдозер ДЗ-109Бна базе специального трактора Д-170



Рисунок 2.1 – Бульдозер ДЗ-109Бна базе трактора Т-170

Для кустореза к числу основных параметров относят: ширину захвата b_3 , угол захвата α , угол наклона верхних щитов β_0 , угол заострения ножей γ , толщину режущей части ножа δ'_n , общую толщину ножа δ_n , ширину выступающей части ножа b_n . [12, стр. 103-107]

Со стороны лезвия на перерезаемый ствол действуют боковая сила F_0 (рисунок 2.2, а), перпендикулярная направлению движения, и сила

F_{II} внедрения ножа в ствол по направлению движения. Геометрическая сумма этих сил R является также равнодействующей нормальной к лезвию силы F_n и условной силы трения F_T . Угол наклона R к нормали есть условный угол трения φ_k . Соотношение между силами, Н

$$\frac{F_{II}}{F_{\sigma}} = \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_k). \quad (2.1)$$

Угол захвата α целесообразно уменьшать для снижения F_{II} и тягового сопротивления при внедрении рабочего органа в ствол, но это уменьшение ограничивается возрастанием боковой силы F_{σ} и увеличением длины рабочего органа. Поэтому принимают $\alpha = 52 \div 64^\circ$, принимаем $\alpha = 60^\circ$, что обеспечивает также условие резания со скольжением $\alpha_n = 90^\circ \div \alpha = 64 \div 58^\circ \geq \varphi_k = 15 \div 58^\circ$ для различных пород кустарника, диаметров стволов и параметров ножа. Под тем же углом α устанавливают боковые щиты отвала, что обеспечивает условие скольжения свежесрезанного кустарника по боковым щитам $\alpha < 90^\circ \div \varphi_c$, где φ_c - угол трения, $\varphi_c = 32 \div 40^\circ$.

Угол наклона верхних щитков β_s выбирают из условия $\beta_s > \varphi_c$ для свободного скольжения кустарника вниз.

Из условия устойчивости ножей выбирают угол заострения ножа $\gamma = 25 \div 30^\circ$ и для облегчения заточки $\gamma_1 = 10^\circ$ толщину ножа $\delta_n = 12 \div 16 \text{ мм}$, выбираем $\delta_n = 16 \text{ мм}$. Ширина выступающей части ножа $b_n = 300 \text{ мм}$. [12, стр. 103-105]

По конструктивным параметрам принимаем ширину захвата $b_z = 3,7 \text{ м}$.

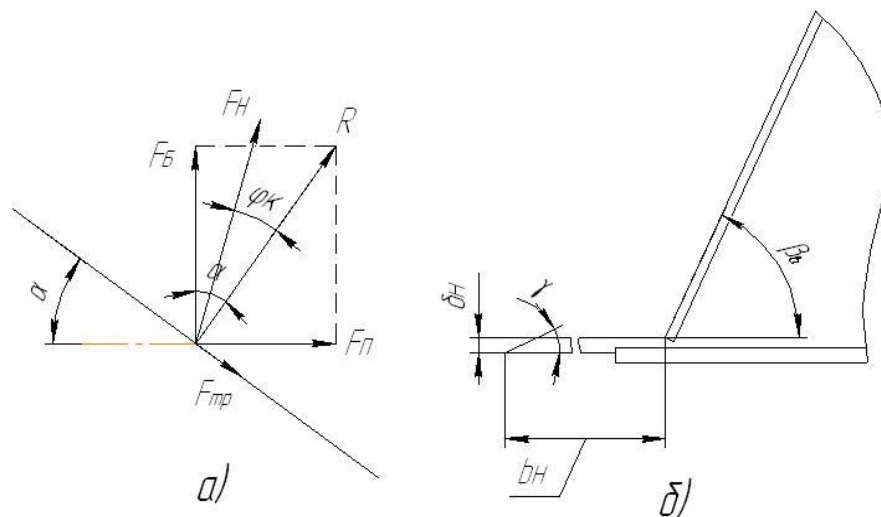


Рисунок 2.2– Схема к выбору основных параметров кустореза:

а) сил, действующих на перерезаемый ствол; б) верхнего щита и ножа

2.2 Тяговый расчет

Суммарное тяговое сопротивление для кустореза в рабочем положении находится из выражения [12, стр. 107-117]

$$F = F_{пер} + F_{ро} + F_{ср} + F_o, Н \quad (2.2)$$

где $F_{пер}$ - сила сопротивления от перемещения кустореза, Н;

$F_{ро}$ - сила сопротивления от перемещения рабочего органа, Н;

$F_{ср}$ - сила сопротивления при срезании кустарника, Н;

F_o - сила сопротивления на отваливание растительности, Н.

Сила сопротивления от перемещения кустореза

$$F_{неp} = G_{\kappa} (f \pm i), H$$

$$F_{неp} = 159,9 \cdot (0,176 + 0,1) = 44,1 \text{кН}$$

где G_{κ} - вес кустореза, H , ($G_{\kappa} = 16300 \cdot 9,81 = 159903 \text{Н} = 159,9 \text{кН}$);

f – коэффициент сопротивления движению трактора по грунту, ($f=0,1$).

i - уклонпути; ($i = \text{tg}10^{\circ} = 0,176$).

Сила сопротивления от перемещения рабочего органа

$$F_{po} = k_{po} \cdot b_3, H$$

$$F_{po} = 3,95 \cdot 3,7 = 14,62 \text{кН} \quad (2.3)$$

где k_{po} - удельное сопротивление на 1м ширины захвата на перемещение рабочего органа, кН/м , ($k_{po} = 3,95 \text{кН/м}$); [12, стр.108]

b_3 - ширина захвата, м, ($b_3 = 3,7 \text{м}$).

Сила сопротивления при срезании кустарника

$$F_{cp} = k_{cp} \cdot b_3, H$$

$$F_{cp} = 4,7 \cdot 3,7 = 17,4 \text{кН} \quad (2.4)$$

где k_{cp} - удельное сопротивление на 1м ширины захвата на срезание кустарника, кН/м , ($k_{cp} = 4,7 \text{кН/м}$). [12, стр.109]

Сила сопротивления на отваливание растительности

$$F_o = k_o \cdot b_3, H$$

$$F_o = 0,75 \cdot 3,7 = 2,8 \text{кН} \quad (2.5)$$

где k_o - удельное сопротивление на 1 м ширины захвата на отвал срезанной растительности, $кН/м$, ($k_o = 0,75кН/м$). [12, стр.109]

Тогда суммарное сопротивление равно

$$F = 44,1 + 14,62 + 17,4 + 2,8 = 78,92кН$$

Мощность потребная для работы кустореза равна

$$N = \frac{F \cdot v}{\eta}, кВт$$
$$N = \frac{78,92 \cdot 1,11}{0,75} = 94,8кВт$$

где v - скорость передвижения кустореза первой передаче, $м/с$,
($v = 4,0км/ч = 1,11м/с$);

η - КПД трансмиссии бульдозера, $\eta = 0,75$. [12]

Мощность трактора Т-170 $N_{ог} = 125кВт$ следовательно кусторез сможет работать при выбранных параметрах.

Коэффициент использования мощности двигателя

$$k = \frac{N}{N_{ог}} \cdot 100\% ; \quad (2.6)$$

где - $N_{ог}$ - мощность двигателя базовой машины, $кВт$, ($N_{ог} = 125кВт$).

Тогда

$$k = \frac{94,8}{125} \cdot 100\% \approx 76\% .$$

2.3 Проверка работоспособности кустореза

При работе кустореза в горизонтальной плоскости вследствие несимметричности нагрузки возникает поворачивающий момент (рисунок 2.2). При срезании одиночного ствола серединой ножа поворачивающий момент находится из выражения [12, стр. 117]

$$M_{нов} = F_{\sigma} \cdot l_1 - F_n \cdot l_2, \text{кН} \cdot \text{м} \quad (2.7)$$

где F_{σ} - боковая сила внедрения ножа в ствол, кН;

F_n - перпендикулярная составляющая от силы внедрения в ствол, кН;

l_1, l_2 - плечи действия сил соответственно F_{σ} и F_n , м, ($l_1 = 5,79\text{м}$, $l_2 = 1,64\text{м}$)

.

Перпендикулярная составляющая от силы внедрения в ствол находится по формуле [12, стр.117]

$$F_n = G_{\kappa} \cdot (k_{\text{цп}} + f_{\text{м}}) \cdot k_{\text{д}}, \text{Н} \quad (2.8)$$

где G_{κ} - вес кустореза, кН, ($G_{\kappa} = 159,9\text{кН}$);

$k_{\text{цп}}$ - коэффициент сцепления гусениц с грунтом, ($k_{\text{цп}} = 0,7$);

$f_{\text{м}}$ - коэффициент сопротивления движению кустореза, ($f_{\text{м}} = 0,1$);

$k_{\text{д}}$ - коэффициент динамичности, ($k_{\text{д}} = 1,2$)

$$F_n = 159,9 \cdot (0,7 + 0,1) \cdot 1,2 = 153,5\text{кН} .$$

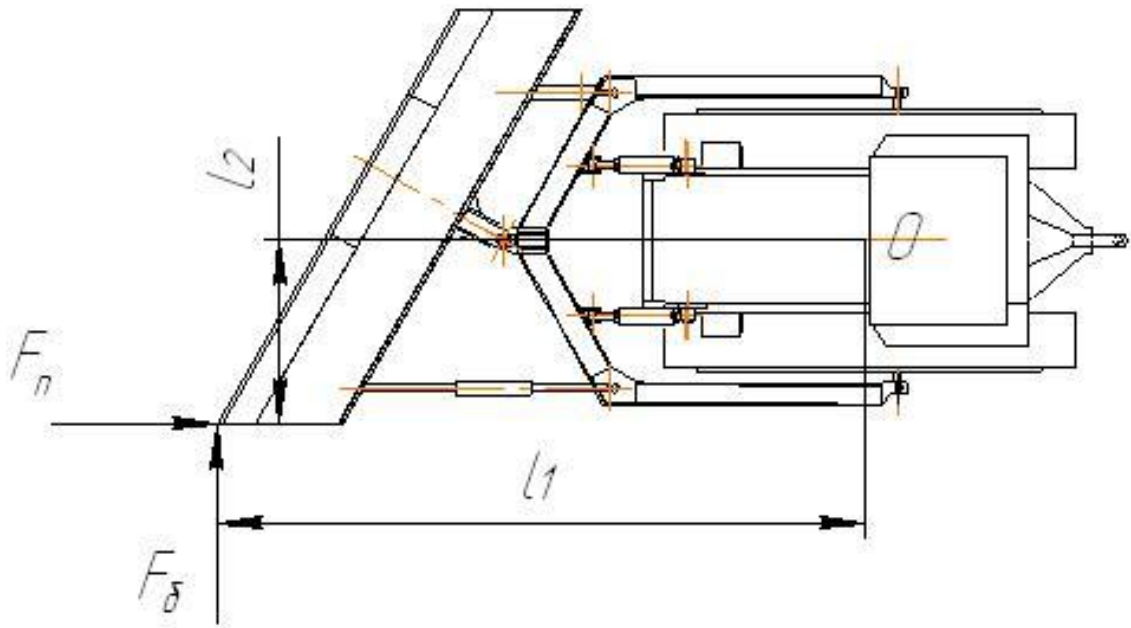


Рисунок 2.3 – Схема действия сил на кусторез при работе

Боковую составляющую силу внедрения ножа в ствол найдем из выражения

$$F_{\delta} = \frac{F_n}{\operatorname{tg}(\alpha + \varphi_k)}, \text{кН} \quad (2.9)$$

где α - угол между осью кустореза и силой трения, град, ($\alpha = 30^\circ$);

φ_k - угол трения, град, ($\varphi_k = 40^\circ$)

$$F_{\delta} = \frac{153,5}{\operatorname{tg}(30 + 20)} = 129 \text{кН} .$$

Тогда момент поворачивающий кустореза относительно точки О равен

$$M_{\text{нов}} = 129 \cdot 5,79 - 153,5 \cdot 1,64 = 495 \text{кН} \cdot \text{м}$$

Для нормальной работы кустореза поворачивающий момент должен быть менее удерживающего момента, выраженного формулой [12, стр.117]

$$M_{y\partial} = F_{mp} \cdot l_2 + M_{\sigma} = \frac{z_c \cdot b_3 \cdot l_{po} \cdot M_c \cdot f \cdot l_2}{2 \cdot 10^4 \cdot h_{cp}} + M_{y\partial}, \text{кН} \quad (2.10)$$

где F_{mp} - сила трения рабочего органа о грунт, кН;

$M_{y\partial}$ - момент удерживающей базовой машины, кН;

f - коэффициент трения стали по дерну, ($f = 0,45$);

l_{po} - длина рабочего органа, м, ($l_{po} = 2,14$ м);

z_c - число стволов в 1 га, ($z_c = 300$)[12, стр.105];

b_3 - ширина захвата, м, ($b_3 = 3,7$ м);

M_c - изгибающий момент для наклона ствола, кНм;

h_{cp} - средняя высота среза, м, ($h_{cp} = 0,05$ м).

Момент удерживающей базовой машины находим из выражения [12, стр.205]

$$M_{y\partial} = \frac{1}{2} \cdot G_k \cdot f_2 \cdot a, \text{кН}$$

где G_k - вес кустореза, кН, ($G_k = 159,9$ кН);

f_2 - коэффициент трения гусениц по грунту, ($f_2 = 0,75$)[13, стр.250];

a - ширина гусеницы, м, ($a = 0,48$ м)

Тогда

$$M_{y\partial} = \frac{1}{2} \cdot 159,9 \cdot 0,75 \cdot 0,48 = 29 \text{ кН}$$

Изгибающий момент для наклона ствола [12, стр. 117]

$$M_c = A \cdot d_c^3 \cdot 10^6, \text{ кН} \quad (2.11)$$

где A - удельное сопротивление изгибу ствола, кН, ($A = 0,744$ кН);

d_c - диаметр ствола, м, ($d_c = 0,1$ м)

Тогда

$$M_c = 0,744 \cdot 10^3 \cdot 0,1^3 \cdot 10^6 = 744 \text{ кН} \cdot \text{м} \quad (2.12)$$

Тогда удерживающий момент численно равен

$$M_{y\partial} = \frac{300 \cdot 3,7 \cdot 2,14 \cdot 744 \cdot 0,45 \cdot 1,64}{2 \cdot 10^4 \cdot 0,05} + 29 = 1333 \text{ кН}$$

Сравнивая момент поворачивающий и удерживающий получим

$$M_{нов} < M_{y\partial}, \text{ т.е. } 495 < 1333.$$

Коэффициент запаса горизонтальной устойчивости равен

$$K_{уст}^Г = \frac{M_{y\partial}}{M_{нов}} = \frac{1333}{495} = 2,7$$

3 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ КУСТОРЕЗА

Целью данного пункта является рассмотрение технологических схем производства работ кусторезами и разработка собственной схемы производства работ с применением кустореза с пассивным рабочим органом со срезом и отвалом поросли в валы.

Расчистка полосы отвода от кустарника с помощью кусторезов состоит из с

Для разработки технологической схемы работ заданы следующие условия: участок равный без косогоров, каналов и т.д. прямоугольной формы; кустарник 10 см, остальные деревья валка ручным способом бензопилами.

Очистка начинается с валки больших деревьев бригадой пильщиков, подготовки и трелевки товарной древесины и сжигание веток; после чего кустарник срезается кусторезом и укладывается в валы.

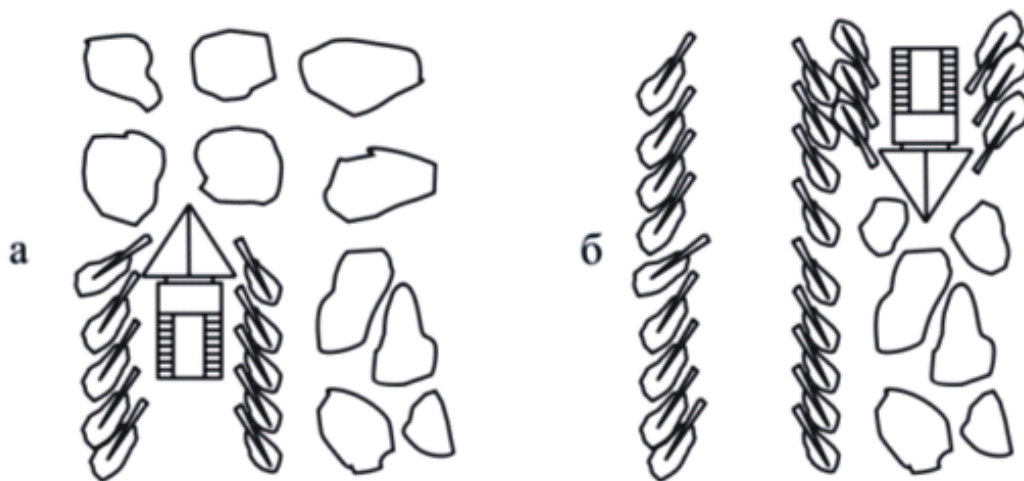


Рисунок 3.1 – Схема работы кустореза

При проходе (рисунок 3.1, а) правый вал сбрасывается на несрезанный подрост. При возврате (рисунок 3.1,б) кусторез движется по кромке этого вала, срезая часть подростка таким образом, чтобы не оставалось растущих стволов подростка. Подготовленные валы сжигаются. При недостаточности древесной массы валы окучиваются бульдозером. При достаточности поросли в валах в работу включается погрузочно-транспортная машина (рисунок 3.2). В ином случае организуются несколько крупных кострищ.

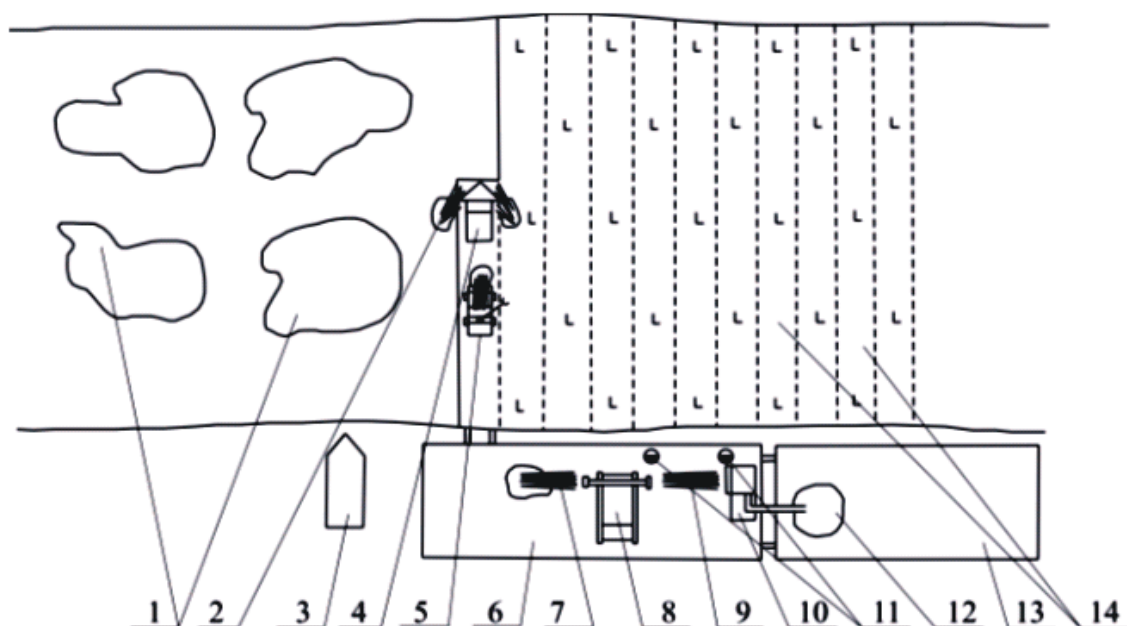


Рисунок 3.2 – Технологическая схема лесочистки:

- 1 – зона, подлежащая лесочистке;
- 2 – срезанные деревья; 3 – тягач; 4 – кусторез; 5 – погрузочно-транспортная машина; 6 – передвижная площадка; 7 – штабель деревьев; 8 – сучкорезная машина; 9 – штабель хлыстов; 10 – рубительная машина; 11 – рабочие; 12 – щепа; 13 – щеповоз; 14 – очищенная территория.

Собранная древесина транспортируется к сучкорезной машине 8, устанавливаемой на передвижной площадке 6. После обрезки сучьев

древесина подается в мобильную рубительную машину 10, установленную рядом с сучкорезной машиной. Полученная щепа из рубительной машины подается в щеповоз 13. При выборе комплекта машин необходимо учитывать производительность механизмов на отдельных операциях. [12]

Исходными данными для проектирования технологической схемы является прямоугольная площадка поросшая кустарником. Так как площадка ровная без тупиков и других препятствий для движения кустореза выбираем кольцевую схему производства работ (рисунок 3.3) с отвалом кустарника в сторону. Тем самым кусторез работает без потерь времени на разворот, отход, движение задним ходом.

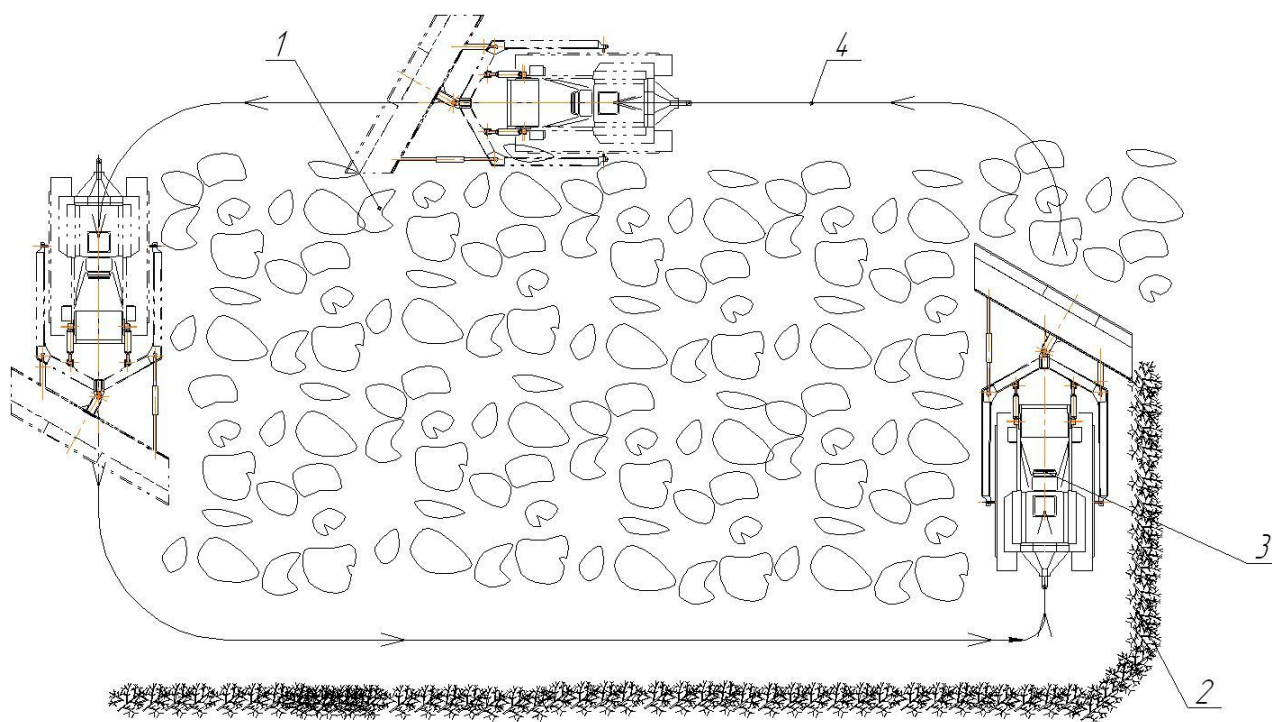


Рисунок 3.3 – Технологическая схема производства работ кустореза:
1 - кустарник; 2 – отвал срезанного кустарника; 3 – кусторез; 4 – траектория движения кустореза

4 ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ НОЖА КУСТОРЕЗА

4.1 Назначение и выбор заготовки для ножа кустореза

Нож (рисунок 4.1) является одной из основных деталей рабочего оборудования кустореза. Изготавливаемый нож устанавливается в передней части отвала кустореза.

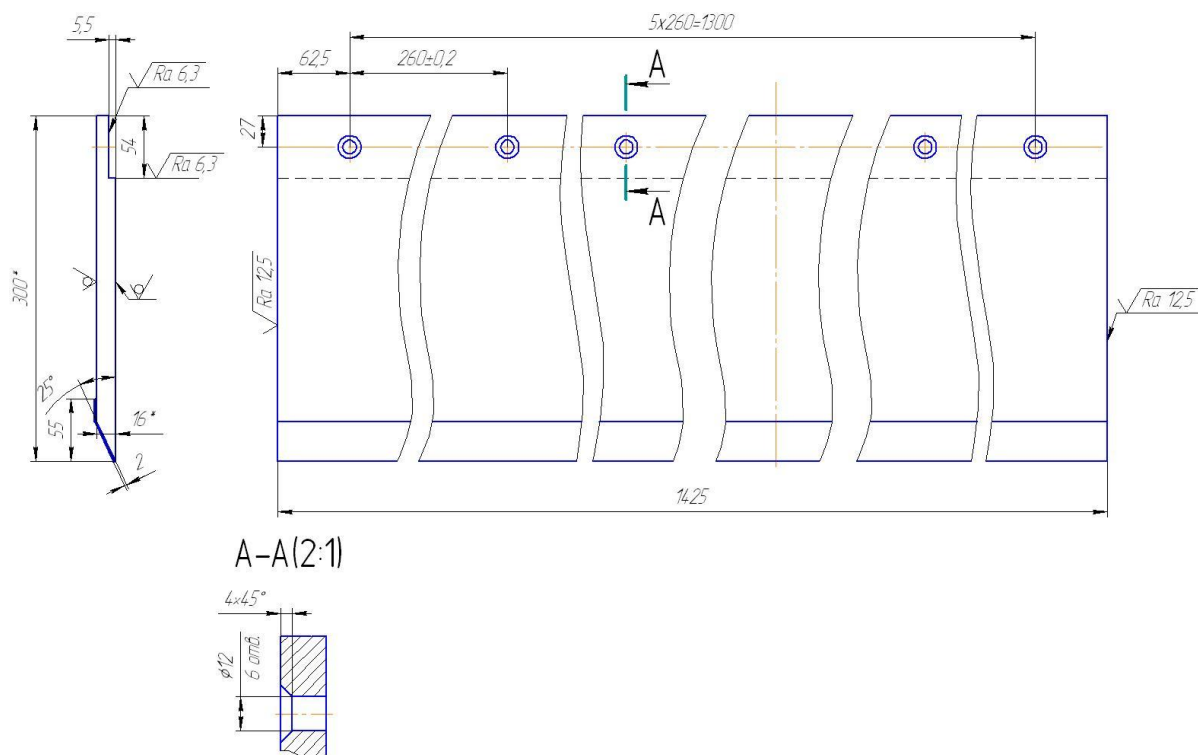


Рисунок 4.1-Нож кустореза

Ножи кусторезов изготавливают из низкоуглеродистой стали с нанесением на режущую часть слоя сармаита. Сармайт - порошкообразный сплав, представляющий собой черно-серую зернообразную массу с размером зерен 1—2 мм. Химический состав: углерода 8—10-%, хрома 16—20%, марганца 13— 17%, кремния не более 3%, остальное — железо. Твердость наплавленного слоя HRC 75—78. Температура плавления сармаита 1300—1350°C.

Нож изготовлен из стальногопроката лист $\frac{16 \text{ ГОСТ } 19904-74}{\text{Ст } 5\text{nc} \text{ ГОСТ } 14637-89}$.

4.2 Проектирование маршрута изготовления и соответственного оборудования

Проектируемый технологический маршрут изготовления ножа кустореза приведен в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Технологический маршрут изготовления ножа кустореза

| № операции | Название операции | Оборудование | Инструмент | Материалы |
|------------|-------------------|---|---|---|
| 005 | Отрезная | Станок для гидроабразивной резки WJ 2030B-1Z-ЕКО | | Водно-абразивный состав |
| 010 | Фрезерная | Станок фрезерный 6Б75, прижимы | Фреза 2210-0063 ГОСТ 9304-69; линейка стальная 1000мм ГОСТ 497-75; штангенциркуль ШЦ-1-125-0,01 ГОСТ 166-89 | СОЖ Росойл-МР-10 ТУ 0258-032-06377-288-2001; |
| 015 | Фрезерная | Станок фрезерный 6Б75, стол поворотный с нониусом | Фреза 2210-0085 ГОСТ 9304-96; линейка стальная 1000мм ГОСТ 497-75; штангенциркуль ШЦ-1-125-0,01 ГОСТ 166-89 | СОЖ Росойл-МР-10 ТУ 0258-032-06377-288-2001; |
| 020 | Сверлильная | Станок вертикально сверлильный 21104Н7Ф4 | Сверло 2301-3578 ГОСТ 10902-77; Зенкер 2320—2565 h8 ГОСТ 12489—71; штангенциркуль ШЦ-1-125-0,01 ГОСТ 166-89 | СОЖ Росойл-МР-10 ТУ 0258-032-06377-288-2001; |

Продолжение таблицы 6.1

| | | | | |
|-----|-------------|---------------|------------------|--------------|
| 025 | Наплавочная | Автомат-А530М | Линейка стальная | Сормайтпрутк |
|-----|-------------|---------------|------------------|--------------|

| | | | | |
|-----|--------------|--|---|----------------------------------|
| | | | 1000мм ГОСТ 497-75; штангенциркуль ШЦ-1-125-0,01 ГОСТ 166-89; | овой Пр-С27 ГОСТ 21449-75(d=6мм) |
| 030 | Термическая | Установка для закали ТВЧ | Индуктор для закали плоских деталей | |
| 035 | Правка | Пресс гидравлический ПСГ-621, призмы, плита контрольная, | Индикатор часового типа ИЧ02-0,001 ГОСТ 577-68; стойка С-1 (07201), штатив Ш-П Н ГОСТ 10197-70. | |
| 040 | Шлифовальная | Станок плоскошлифовальный ЗП756Л, плита магнитная | Круг ПП 150×30×15 А ГОСТ 2424-83; линейка стальная 1000мм ГОСТ 497-75; штангенциркуль ШЦ-1-125-0,01 ГОСТ 166-89 | Связка керамическая |
| 045 | Контрольная | Плита контрольная | Линейка стальная 1000мм ГОСТ 497-75; штангенциркуль ШЦ-1-125-0,01 ГОСТ 166-89 | |

Подробный технологический маршрут изготовления приведен в Приложении Б.

4.3 Расчет режимов обработки и норм времени

Производим расчет режимов основных операций.

Режимы обработки, основные параметры и нормы времени рассчитываются в соответствии с методикой, изложенной в [13].

Операция 010 – фрезерная

На фрезерном станке 6Б750 производится фрезерование плоской поверхности шириной $B=54$ мм и длиной $L=1425$ мм. Мощность станка 5,5кВт.

Диаметр фрезы $D=160$ мм фреза 2210-0063ГОСТ 9304-69.

Назначим режим резания.

Назначаем подачу на зуб фрезы. По [8] $S_z=0,1-0,22$ мм/об. Принимаем $S_z=0,2$ мм/об.

Подача на оборот шпинделя

$$S_o = S_z \cdot Z, \text{ мм/об}; \quad (4.1)$$

где Z – количество зубьев фрезы;

$$S_o = 0,2 \cdot 10 = 2 \text{ мм/об.}$$

Назначаем период стойкости фрезы в минутах основного времени $T_p=160$ мин.

Скорость резания V_p определим из формулы

$$V_p = V_{табл} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \text{ м/мин}, \quad (4.2)$$

где $V_{табл}$ – скорость резания, м/мин, ($V_{табл} = 125$ м/мин);

K_1 – коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала, ($K_1 = 0,85$)

;

K_2 – коэффициент, зависящий от типа, материала и стойкости инструмента, ($K_2 = 0,88$);

K_3 – коэффициент, зависящий от толщины детали, ($K_3 = 1$);

Тогда

$$V_p = 125 \cdot 0,85 \cdot 0,88 \cdot 1 = 93,5 \text{ м/мин.}$$

Рассчитываем число оборотов шпинделя станка n , об/мин, соответствующее найденной скорости главного движения резания:

$$n = \frac{1000 \cdot V_p}{\pi \cdot D}, \text{ об/мин,} \quad (4.3)$$

где D – диаметр фрезы, мм, ($D = 160$ мм);

V_p – скорость резания, м/мин, ($V_p = 93,5$ м/мин);

$$n = \frac{1000 \cdot 93,5}{3,14 \cdot 160} = 186,1 \text{ об/мин};$$

Корректируем частоту вращения по данным станка и устанавливаем действительную частоту вращения

$$n_{\partial} = 200 \text{ об/мин.}$$

Тогда уточним величины V_p , м/мин, по принятым значениям n_{∂} , об/мин:

$$V_{\partial} = \frac{3,14 \cdot 160 \cdot 200}{1000} = 100,5 \text{ м/мин};$$

Определяем длину рабочего хода суппорта, мм;

$$L = L_p + L_{\Pi} + L_{\text{Д}}, \text{ мм,} \quad (4.4)$$

где L_p – длина резания, мм, ($L_p = 1,425$ мм);

L_{Π} – величина подвода, врезания, перебега инструмента, мм, ($L_{\Pi} = 8$ мм);

$L_{\text{Д}}$ – дополнительная длина хода инструмента, мм вызванная особенностями наладки или конфигурации детали, $L_{\text{Д}} = 2$ мм;

$$L = 1425 + 8 + 2 = 1435 \text{ мм.}$$

Определяем скорость движения подачи

$$S_M = S_Z \cdot z \cdot n, \text{ мм/мин};$$

где S_Z - подача на зуб фрезы, мм/об, ($S_Z = 0,2$ мм/об);

z - количество зубьев фрезы, ($z = 10$);

n - число оборотов шпинделя станка, об/мин, ($n = 100$ об/мин).

$$S_M = 0,2 \cdot 10 \cdot 100 = 200 \text{ мм/об}.$$

Рассчитаем основное технологическое время

$$T_o = \frac{L}{S_M}, \text{ мин},$$

где L - длина рабочего хода суппорта, мм, ($L = 1435$ мм);

S_M - скорость движения подачи, мм/мин, ($S_M = 200$ мм/мин);

$$T_o = \frac{1435}{200} = 7,2 \text{ мин}.$$

Найдем мощность резания

$$N_P = N_G \cdot K, \text{ кВт},$$

где N_G - мощность резания по данным графика[13], определяемая в зависимости от объема срезаемого слоя в единицу времени Q , кВт;

K - коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала и его твердости, ($K = 1,05$);

$$Q = \frac{t \cdot B \cdot S_M}{1000}, \text{ см}^3 / \text{мин} ,$$

где t – толщина срезаемого слоя, мм, ($t = 5,5$ мм);

B – ширина детали, мм, ($B = 54$ мм);

Тогда

$$Q = \frac{5,5 \cdot 54 \cdot 200}{1000} = 59,4 \text{ см}^3 / \text{мин} .$$

При этом условии $N_r = 1,9$ кВт,

Тогда мощность резания

$$N_p = 1,9 \cdot 1,05 = 1,99 , \text{ кВт}.$$

Проверка достаточности мощности.

Мощность резания с учетом КПД станка

$$N = \frac{N_p}{\eta}, \text{ кВт}$$

где η - КПД станка, ($\eta = 0,8$)

$$N = \frac{1,99}{0,8} = 2,5 \text{ кВт};$$

Обработка возможна, так как мощность фрезерного станка 6Б75 равна 4,4 кВт.

Операция 020-сверлильная

Переход 1 - Производим сверление отверстий.

Сверление производим на сверлильном станке 21104Н7Ф4 с частотой вращения патрона со сверлом в пределах 30 – 3000 об/мин, мощность электродвигателя 5,5 кВт. Сверление производим сверлом диаметром 12 мм ГОСТ 10902-77.

При сверлении глубина резания определяется следующим выражением:

$$t = 0,5D$$

где D - диаметр сверла, мм ($D = 12\text{мм}$).

$$t = 0,5 \cdot 12 = 6\text{мм} .$$

При сверлении отверстий выбираем максимально допустимую по прочности сверла подачу $s = 0,32\text{мм/об}$.

Скорость резания при сверлении равна:

$$V = \frac{C_V D^q}{T^m s^Y}, \text{ м/мин}$$

где T - период стойкости сверла, мин, ($T = 50$ мин).

C_V, q, Y, m - коэффициент и показатели степени, назначаемые в зависимости от вида обработки, подачи и вида материала сверла ($C_V = 9,8, q = 0,40, Y = 0,50, m = 0,20$).

Скорость равна:

$$V = \frac{9,8 \cdot 12^{0,4}}{50^{0,2} \cdot 0,32^{0,5}} = 21,4\text{м/мин}$$

Мощность, расходуемая на сверление равна:

$$P = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750}, \text{кВт}$$

где n - частота вращения сверла, об/мин;

$M_{кр}$ - крутящий момент при сверлении, Н·м.

Частота вращения сверла равна:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \text{об / мин}$$
$$n = \frac{1000 \cdot 21,4}{3,14 \cdot 12} = 567,9 \text{ об / мин}$$

По паспорту 580 об/мин.

Крутящий момент при сверлении равен:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M D^q S^Y, \text{Н} \cdot \text{м}$$

где C_M, q, Y - коэффициент и показатели степени, назначаемые в зависимости от вида обрабатываемого материала ($C_M = 0,0345, q = 2,0, Y = 0,8$).

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 12^2 \cdot 0,32^{0,8} = 19,97 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Мощность, расходуемая на сверление равна с учетом КПД станка ($\eta = 0,75$):

$$N = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750 \cdot \eta}, \text{кВт}$$

$$N = \frac{19,97 \cdot 580}{9750 \cdot 0,75} = 1,58 \text{ кВт}$$

Основное время сверления равно

$$t_0 = \frac{l_1 + l_2 + l_3}{n \cdot s}, \text{ мин}$$

где l_1 - длина врезания сверла, мм

$$l_1 = 0,5 D \operatorname{ctg} 120^\circ,$$

$$l_1 = 0,5 \cdot 12 \cdot 0,57 = 3,42 \text{ мм}$$

l_2 - толщина детали, мм ($l_2 = 16 \text{ мм}$);

l_3 - перебег при выходе из просверленного отверстия, мм, ($l_3 = 8 \text{ мм}$).

Основное время равно:

$$t_0 = \frac{3,42 + 16 + 8}{580 \cdot 0,32} = 0,15 \text{ мин}$$

Переход 2 - Производим зенкерование фасок в отверстиях.

Зенкерование производим на сверлильном станке 21104Н7Ф4 с частотой вращения патрона с зенкером в пределах 30 – 3000 об/мин, мощность электродвигателя 5,5 кВт. Зенкерование производим зенкером ГОСТ 12489-71.

При зенкеровании глубина резания определяется следующим выражением:

$$t = 0.5(D - d), \text{ мм}$$

где D - диаметр зенкера, мм ($D = 20 \text{ мм}$);

d - диаметр отверстия под зенкерования, мм ($d = 12 \text{ мм}$).

$$t = 0,5 \cdot (20 - 12) = 4 \text{ мм}.$$

При зенкерования отверстий выбираем подачу $S = 1 \text{ мм/об}$

Скорость резания при зенкерования равна:

$$V = \frac{C_V D^q}{T^m S^Y \cdot t^x}, \text{ м/мин}$$

где T - период стойкости зенкера, мин ($T = 50 \text{ мин}$)

C_V, q, Y, m, x - коэффициент и показатели степени, назначаемые в зависимости от вида обработки, подачи и вида материала зенкера ($C_V = 16,2, q = 0,40, Y = 0,5, m = 0,3, x = 0,2$).

Скорость резания при зенкерования равна

$$V = \frac{16,2 \cdot 20^{0,4}}{50^{0,5} \cdot 1^{0,5} \cdot 5^{0,2}} = 5,5 \text{ м/мин}$$

Мощность, расходуемая на зенкерование равна:

$$N = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750 \cdot \eta}, \text{ кВт}$$

где n - частота вращения зенкера, об/мин;

$\dot{I}_{\text{эд}}$ - крутящий момент при зенкерования, Н·м;

η - КПД станка, ($\eta = 0,75$)

Частота вращения зенкера равна

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \text{об / мин}$$
$$n = \frac{1000 \cdot 5,5}{3,14 \cdot 20} = 87,6 \text{об / мин}$$

Принимаем по паспорту 95 об/мин.

Крутящий момент при зенкеровании равен:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M D^q s^Y t^x, \text{Н} \cdot \text{м}$$

где C_M, q, Y, x - коэффициент и показатели степени, назначаемые в зависимости от вида обрабатываемого материала ($C_M = 0,09, q = 1, Y = 0,7, x = 0,9$).

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,09 \cdot 20^1 \cdot 0,1^{0,7} \cdot 4^{0,9} = 12,5 \text{Н} \cdot \text{м}$$

Мощность, расходуемая на зенкерования равна:

$$N = \frac{12,5 \cdot 95}{9750 \cdot 0,75} = 0,16 \text{кВт}$$

Основное время зенкерования равно

$$t_0 = \frac{l_1 + l_2}{n \cdot s}, \text{МИН}$$

где l_1 - длина врезания зенкера, мм ($l_1 = 4$ мм);

l_2 - перебег при выходе из отверстия, мм ($l_2=3$ мм)

Основное время равно

$$t_0 = \frac{4+3}{95 \cdot 1} = 0,074 \text{ мин.}$$

5 РАСЧЕТ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ

При работе кусторезки рабочие элементы (ножи) изнашиваются. Соответственно необходимо проводить обслуживание и ремонт, что занимает немало времени. Для сокращения продолжительности ремонта предлагается модернизировать рабочие ножи и оптимизировать технологию их изготовления.

Замена элементов старой конфигурации на элементы новой позволит повысить надежность работы и сократить сроки выполнения обслуживания и ремонта.

За базовый вариант принимаем расчет затрат на производство и эксплуатацию исходного варианта, в качестве нового оборудования рассчитываем затраты на производство и эксплуатацию новой кусторезки. Расчет затрат будем производить в два этапа: на производство изделия и его эксплуатацию.

5.1 Расчет единовременных затрат производства дробилки подрядным способом

Определяется по формуле:

$$K_{\text{пд}} = C_{\text{об}} + C_{\text{мон}} + C_{\text{тр}} \quad (5.1)$$

где $K_{\text{пд}}$ – капитальные вложения, которые необходимы будут при подрядном способе реализации данного проекта (тыс.руб.);

$C_{\text{об}}$ – стоимость оборудования (тыс. руб.);

$C_{\text{мон}}$ – стоимость монтажа (тыс. руб.);

$C_{\text{тр}}$ – транспортные расходы (тыс. руб.).

Так как затраты на монтаж и транспортировку неизвестны, то принимаем их в следующем соотношении: $C_{\text{об}} = 100\%$; $C_{\text{мон}} = 40 - 50\%$; $C_{\text{тр}} = 20 - 25\%$.

Капитальные вложения для производства разрабатываемой дробилки:

$$K_{\text{пд1}} = 2380 (1 + 0,5 + 0,25) = 4165 \text{ тыс. руб.}$$

Капитальные вложения для производства базовой модели дробилок:

$$K_{\text{пд2}} = (1700 + 1780) \cdot (1 + 0,5 + 0,25) = 6090 \text{ тыс. руб.}$$

5.2 Расчет единовременных затрат при хозяйственном способе производства дробилки

Если отдельные установки, приспособления и оборудование изготавливать и монтировать на самом предприятии, тогда капитальные затраты рассчитываются следующим образом:

$$K_{\text{хс}} = C_{\text{мз}} + C_{\text{эл}} + C_{\text{топ}} + C_{\text{зп}} + C_{\text{пр}} \quad (5.2)$$

где $C_{\text{мз}}$ – материальные затраты (тыс. руб.);

$C_{\text{эл}}$ – затраты на электроэнергию (тыс. руб.);

$C_{\text{топ}}$ – затраты на топливо (тыс. руб.);

$C_{\text{зп}}$ – затраты на заработную плату (тыс. руб.);

$C_{\text{пр}}$ – прочие затраты (3÷5% от суммы предыдущих затрат).

а) Расчет материальных затрат. Так как присутствуют материалы, которые существенно различаются между собой по весу, цене, качеству и другим показателям, составляется смета затрат и сводится в таблицы 5.1.

Таблица 5.1 – Смета материальных затрат на производство нового оборудования

| Статьи затрат | Единицы измерения | Количество | Цена за единицу измерения (тыс. руб.) | Сумма (тыс. руб.) |
|------------------|-------------------|------------|---------------------------------------|-------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Электродвигатель | шт | 1 | 120 | 120 |
| Метизы | - | - | - | 17,6 |
| Подшипники | шт | 12 | 3,72 | 44,64 |
| Муфта | шт | 1 | 10 | 10 |
| Редуктор | шт | 1 | 56 | 56 |
| Литье | | | | |

| | | | | |
|----------------------|---|--------|-----|-------|
| стальное | т | 3,58 | 80 | 286,4 |
| цветное | т | 1,32 | 100 | 132 |
| Прокат | - | - | - | 149,3 |
| Штампованные изделия | т | 0,1305 | 30 | 3,915 |
| Прочие материалы | | | | 16,25 |
| Итого | | | | 836,1 |

Таблица 5.2 – Смета материальных затрат на производство базового оборудования

| Статьи затрат | Единицы измерения | Количество | Цена за единицу измерения (тыс. руб.) | Сумма (тыс. руб.) |
|----------------------|-------------------|------------|---------------------------------------|-------------------|
| Электродвигатель | шт | 2 | - | 80 |
| Метизы | | | | 29,15 |
| Подшипники | шт | 12 | 3,72 | 44,64 |
| Ремни | шт | 10 | 0,5 | 5 |
| Шкивы | шт | 4 | - | 8,5 |
| Литье стальное | т | 8 | 80 | 640 |
| цветное | т | 3,5 | 100 | 350 |
| Прокат | - | - | - | 220,8 |
| Штампованные изделия | т | 0,25 | 30 | 7,5 |
| Прочие материалы | | | | 14,25 |
| Итого | - | - | - | 1399,84 |

б) Расчет затрат на электроэнергию:

$$C_{эл} = N \cdot T \cdot Ц_э \quad (5.3)$$

где N – средняя мощность оборудования при проведении строительного-монтажных работ (кВт);

T – время работы оборудования (час);

Ц_э – стоимость электроэнергии (руб./кВт·ч).

$$C_{эл1} = 80 \cdot 168 \cdot 5 = 67,2 \text{ тыс. руб.}$$

$$C_{эл2} = 80 \cdot 256 \cdot 5 = 102,4 \text{ тыс. руб.}$$

в) Расчет затрат на топливо

Так как при монтаже топливо не требуется, а затраты на доставку материалов включены в их стоимость, то расчет затрат на топливо не производится.

г) Расчет заработной платы на проведение строительно-монтажных работ.

Расчет производим через минимальную заработную плату (МЗП), установленную на предприятии (28000 руб.).

Количество отработанных часов при СМР на одного рабочего:

$$T_{\text{отр}} = N_p \cdot T_{\text{см}} \cdot k \quad (5.4)$$

где N_p – количество рабочих дней необходимых для выполнения СМР;

$T_{\text{см}}$ – продолжительность смены, ч;

k – количество смен.

Принимаем, что бригада состоит из 8 человек и работает в одну смену. Продолжительность смены 8 часов. Предполагаем, что СМР для разрабатываемой дробилки займут один календарный месяц или 21 рабочий день, а для базового варианта примерно 32 рабочих дня.

$$T_{\text{отр1}} = 21 \cdot 8 \cdot 1 = 168 \text{ ч}$$

$$T_{\text{отр1}} = 32 \cdot 8 \cdot 1 = 256 \text{ ч}$$

Расчет часовой тарифной ставки производится по формуле:

$$\Phi_{\text{тар}} = \text{МЗП} \cdot K_{\text{тар}} / n_0 \quad (5.5)$$

где n_0 – количество рабочих часов в месяц по плану (среднемесячный баланс составляет 166,67 ч),

$K_{\text{тар}}$ – тарифный коэффициент.

Расчет часовой тарифной ставки сведен в таблицы 3, 4

Расчет заработной платы к начислению:

$$\Phi_{зп} = \Phi_{тар} \cdot T_{отр} \cdot K_{дол} \quad (5.6)$$

где $K_{дол}$ – должностной коэффициент - доплата по индивидуальному контракту ($1 < K_{дол} < 4$). Принимаем равным 1.

Расчет отчислений на социальный налог:

$$\Phi_{сс} = 0,13 \cdot \Phi_{зп} \quad (5.7)$$

$$\Phi_{сс1} = 0,11 \cdot 311\,316 = 40\,447,68 \text{ руб.}$$

$$\Phi_{сс2} = 0,11 \cdot 474\,112 = 61\,634,56 \text{ руб.}$$

Расчет фонда заработной платы на СМР в целом:

$$C_{зп} = \Phi_{зп} + \Phi_{сс} \quad (5.8)$$

$$C_{зп1} = 311\,316 + 40\,447,68 = 351\,583,68 \text{ руб.}$$

$$C_{зп2} = 474\,112 + 61\,634,56 = 535\,746,56 \text{ руб.}$$

Расчет заработной платы на проведение СМР сведен в таблицы 3 и 4.

Таблица 5.3 – Расчет заработной платы на СМР нового оборудования

| Показатели | Разряды | | | | | | Итого: |
|--|---------|------|--------|-------|-------|-------|--------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | |
| Тарифный коэффициент ($K_{тар}$) | 1 | 1,09 | 1,2 | 1,33 | 1,49 | 1,78 | |
| МЗП на предприятии, руб. | - | - | 28000 | | | | |
| Часовая тарифная ставка ($\Phi_{тар}$), руб./час | - | - | 202 | 223 | 250 | 300 | |
| Должностной коэффициент | - | - | 1 | | | | |
| Численность | - | - | 3 | 2 | 2 | 1 | |
| Количество отработанных часов ($T_{отр}$) | - | - | 168 | | | | |
| Заработная плата к начислению ($\Phi_{зп}$) | - | - | 101808 | 74928 | 84000 | 50400 | |

Таблица 5.4 – Расчет заработной платы на СМР базового оборудования

| Показатели | Разряды | | | | | | Итого: |
|---|---------|------|--------|--------|--------|-------|--------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | |
| Тарифный коэффициент (К _{тар}) | 1 | 1,09 | 1,2 | 1,33 | 1,49 | 1,78 | |
| МЗП на предприятии, руб. | - | - | 28000 | | | | |
| Часовая тарифная ставка (Ф _{тар}), руб./час | - | - | 202 | 223 | 250 | 300 | |
| Должностной коэффициент | - | - | 1 | | | | |
| Численность | - | - | 3 | 2 | 2 | 1 | |
| Количество отработанных часов (Т _{отр}) | - | - | 256 | | | | |
| Заработная плата к начислению (Ф _{зр}) | - | - | 155136 | 114176 | 128000 | 76800 | 474112 |

Из таблиц 5.3, 5.4 видно что затраты на заработную плату рабочих строительно-монтажной бригады выполняющей монтаж нового оборудования ниже, так как продолжительность монтажа меньше ввиду простоты конструкции.

Составляется смета капитальных затрат, в которую входят затраты на изготовление и монтаж нового оборудования осуществляемые хозяйственным способом (таблица 5.5, 5.6).

Таблица 5.5 – Капитальные затраты на изготовление и монтаж нового оборудования осуществляемые хозяйственным способом

| Наименование затрат | Единицы измерения | Количество | Цена за единицу (тыс. руб.) | Итого (тыс. руб.) |
|-------------------------|-------------------|------------|-----------------------------|-------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Материалы: | | | | 836,1 |
| Металл | т | - | - | 716,1 |
| Эл.двигатели | шт. | 1 | 120 | 120 |
| Электроэнергия | кВт·ч | 13440 | 0,005 | 67,2 |
| Заработная плата | тыс. руб. | - | - | 351,583 |
| Соц.отчисления | тыс. руб. | - | - | 40,447 |
| Итого К _{хп} : | | | | 1254,9 |

Таблица 5.6 – Капитальные затраты на изготовление и монтаж базового оборудования осуществляемые хозяйственным способом

| Наименование затрат | Единицы измерения | Количество | Цена за единицу (тыс. руб.) | Итого (тыс. руб.) |
|---------------------|-------------------|------------|-----------------------------|-------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Материалы: | | | | 1399,84 |
| Металл | т | - | - | 1319,84 |
| Эл.двигатели | шт. | 2 | - | 80 |
| Электроэнергия | кВт·ч | 20480 | 0,005 | 102,4 |
| Заработная плата | тыс. руб. | - | - | 535, 746 |
| Соц.отчисления | тыс. руб. | - | - | 61, 634 |
| Итого $K_{хп}$: | | | | 2038 |

Из таблиц 5 и 6 видно, что единовременные затраты при хозяйственном способе изготовления ниже для обоих рассматриваемых вариантов, поэтому выбираем именно этот способ.

5.3 Расчет текущих затрат

Текущие затраты, это затраты на эксплуатацию оборудования или приспособления, их еще называют производственной себестоимостью.

Сначала определяется, на сколько повысилась производительность (П) оборудования в связи с внедрением мероприятий, затем определяется снижение (повышение) материалоемкости, энергоемкости, трудоемкости и т. д. На основе изменения трудоемкости можно будет рассчитать количество условно высвободившихся рабочих или созданных новых рабочих мест.

Полные текущие затраты определяются по формуле:

$$C = C_{\text{мз}} + C_{\text{зп}} + C_{\text{эл}} + C_{\text{топ}} + C_{\text{ам}} + C_{\text{обс}} + C_{\text{пр}} \quad (5.9)$$

где $C_{\text{мз}}$, $C_{\text{зп}}$, $C_{\text{эл}}$, $C_{\text{топ}}$ – это затраты соответственно на материалы, заработную плату, электроэнергию и топливо.

Смета материальных затрат $C_{\text{мз}}$ на обслуживание нового и базового вариантов представлена в таблице 5.7 .

Таблица 5.7 – Смета материальных затрат при обслуживании

| Статьи затрат | Единицы измерения | Количество | Цена за единицу измерения (руб.) | Сумма (руб.) |
|--------------------------|-------------------|------------|----------------------------------|--------------|
| Разрабатываемая дробилка | | | | |
| Смазочные материалы | кг | 5,5 | 360 | 1980 |
| Запасные части | кг | 210 | 190 | 39900 |
| Итого | | | | 41880 |
| Базовый вариант | | | | |
| Смазочные материалы | кг | 12 | 360 | 4320 |
| Запасные части | кг | 500 | 190 | 95000 |
| Итого | | | | 99320 |

$C_{\text{ам}}$ – затраты на амортизацию, определяются 10÷12% от величины единовременных затрат;

$C_{\text{обс}}$ – затраты на ТО (2÷3%) от стоимости оборудования;

$C_{\text{пр}}$ – прочие затраты (3÷5%) от суммы выше указанных затрат.

Результаты расчета текущих затрат сводим в таблицу 8.

Для обслуживания дробилок в обоих рассматриваемых вариантах достаточно 1 человека в смену. Завод работает в 2 смены. Следовательно, для обслуживания дробилок в течение года необходимо 2 рабочих третьего разряда. Для рабочих, обслуживающих дробилки базового варианта вводим должностной коэффициент 1,5. Тогда расходы на заработную плату составят:

$$\Phi_{\text{зп1}} = 202 \cdot 8 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 128 = 413696 \text{руб.}$$

$$\Phi_{зп2} = 202 \cdot 8 \cdot 2 \cdot 1,5 \cdot 128 = 620544 \text{руб.}$$

Социальный налог:

$$\Phi_{сс1} = 0,11 \cdot 413696 = 53780,48 \text{руб.}$$

$$\Phi_{сс2} = 0,11 \cdot 620544 = 80670,72 \text{руб.}$$

$$C_{зп1} = 413696 + 53780,48 = 467476,48 \text{руб.}$$

$$C_{зп2} = 620544 + 80670,72 = 701214,72 \text{руб.}$$

Ежегодные затраты на электроэнергию рассчитываются исходя из продолжительности работы дробильных агрегатов и их установленной мощности.

Таблица 5.8 – Текущие затраты на эксплуатацию оборудования

| Наименование затрат | Обозначение | До внедрения ОТМ | После внедрения ОТМ | Отклонение | |
|----------------------|-------------|------------------|---------------------|------------|------|
| | | | | руб. | % |
| Материальные затраты | $C_{мз}$ | 99320 | 41880 | 57440 | 9,5 |
| Заработная плата | $C_{зп}$ | 701214,72 | 467476,48 | 233738,24 | 38,6 |
| Электричество | $C_{эл}$ | 502357,35 | 367139,35 | 135218 | 22,3 |
| Амортизация | $C_{ам}$ | 305700 | 188235 | 117465 | 19,4 |

продолжение таблицы 5.8

| | | | | | |
|---------------------------|-----------|------------|------------|-----------|-----|
| Обслуживание оборудования | $C_{обс}$ | 86900 | 51950 | 34950 | 5,8 |
| Прочие затраты | $C_{пр}$ | 78179,6 | 51617,3 | 26562,3 | 4,4 |
| Итого | C | 1773671,67 | 1168298,13 | 605373,54 | 100 |

5.4 Расчет экономической эффективности и срока окупаемости от внедрения ОТМ

Производительность оборудования изменяется (повышается) экономическую эффективность рассчитываем через удельные приведенные затраты:

$$\Delta \mathcal{E} = (Z_2 - Z_1) \cdot \Pi_1 \quad (5.10)$$

где Π_2 – производительность оборудования после ОТМ;

Z_1 и Z_2 – соответственно, удельные приведенные затраты для НО и БВ:

$$Z_i = (C_i + E_n \cdot K_{ХПi}) / \Pi_i \quad (5.11)$$

где C_i – полные годовые текущие затраты на эксплуатацию оборудования для БВ и НО;

E_n – нормативный коэффициент экономической эффективности, его можно принять в пределах $0,1 \div 0,15$, если нет никакой информации о нем.

Принимаем равным $0,125$ и нормативный срок службы $T_n = 8$ лет.

$$Z_1 = (1168,3 + 0,125 \cdot 1254,9) / 319488 = 0,004 \text{ тыс. руб.}$$

$$Z_2 = (1773,67 + 0,125 \cdot 2038) / 114688 = 0,018 \text{ тыс. руб.}$$

$$\Delta \mathcal{E}_{\text{БВ}} = (0,018 - 0,004) \cdot 114688 = 1605,6 \text{ тыс. руб./сезон}$$

$$\Delta \mathcal{E}_{\text{НВ}} = (0,018 - 0,004) \cdot 319488 = 4472,8 \text{ тыс. руб./сезон}$$

Эффект от внедрения мероприятий определяется как экономия, полученная за счет снижения издержек или дополнительная прибыль.

Далее делается расчет срока окупаемости НО:

$$T_o = K_1 / \Delta \mathcal{E} \quad (5.12)$$

$$T_o = 2038 / 1605,6 = 325 \text{ дней} = 0,9 \text{ года}$$

$$T_o = 1254,9 / 4472,8 = 72 \text{ дня} = 0,20 \text{ года}$$

Так как $T_o \leq T_n$, то это свидетельствует об экономической целесообразности внедрения НО.

Результаты расчета сводим в таблицу 9, и выносим на лист 050713 ДП 00.00.000 ТЭО графической части.

5.5 Расчет точки безубыточности для БВ и НО

Аналитически точка безубыточности определяется по формуле:

$$P_0 = C_{\text{пос}} / (Ц - S_{\text{пер}}) \quad (5.13)$$

где P_0 – «критическая» производительность (т);

$C_{\text{пос}}$ – постоянные затраты (тыс. руб.);

$Ц$ – цена за единицу выпускаемой продукции (тыс. руб./т);

$S_{\text{пер}}$ – удельные переменные затраты на единицу продукции (тыс. руб./т).

Точка безубыточности показывает, при какой минимальной производительности предприятие может покрывать текущие затраты.

Стоимость постоянных затрат определяется по формуле:

$$C_{\text{пос}} = C_{\text{ам}} + C_{\text{нр}} \quad (5.14)$$

где $C_{\text{нр}}$ – стоимость накладных расходов, тыс. руб. составляют 30% от стоимости переменных затрат $C_{\text{пер}}$:

$$C_{\text{нр}} = C_{\text{пер}} \cdot 0,3 \quad (5.15)$$

$$C_{\text{пер}} = C_{\text{зп}} + C_{\text{обс}} + C_{\text{эл}} + C_{\text{мз}} + C_{\text{пр}} \quad (5.16)$$

$$C_{\text{пер НО}} = 467,5 + 51,95 + 367,14 + 41,88 + 51,62 = 980,1 \text{ тыс. руб.}$$

$$C_{\text{пер БВ}} = 701,21 + 86,9 + 502,36 + 99,32 + 78,18 = 1467,97 \text{ тыс. руб.}$$

$$C_{\text{нр НО}} = 980,1 \cdot 0,3 = 294,03 \text{ тыс. руб.}$$

$$C_{\text{нр БВ}} = 1468,97 \cdot 0,3 = 440,39 \text{ тыс. руб.}$$

$$C_{\text{пос НО}} = 188,235 + 294,03 = 482,265 \text{ тыс. руб.}$$

$$C_{\text{пос БВ}} = 305,7 + 440,39 = 746,091 \text{ тыс. руб.}$$

$$S_{\text{пер}} = C_{\text{пер}} / П \quad (5.17)$$

Также определяются удельные полные затраты на выпуск продукции $S_{\text{пол}}$ по формуле:

$$S_{\text{пол}} = C_{\text{пол}} / \Pi \quad (5.18)$$

Стоимость полных затрат $C_{\text{пол}}$ определяется по формуле:

$$C_{\text{пол}} = C_{\text{пос}} + C_{\text{пер}} \quad (5.19)$$

$$C_{\text{пол HO}} = 980,1 + 482,265 = 1228,356 \text{ тыс. руб.}$$

$$C_{\text{пол БВ}} = 1467,97 + 746,091 = 2214,061 \text{ тыс. руб.}$$

$$S_{\text{пер HO}} = 980,1 / 319488 = 3,07 \text{ руб./т}$$

$$S_{\text{пер БВ}} = 1467,97 / 114688 = 12,8 \text{ руб./т}$$

$$S_{\text{пол HO}} = 1228,356 / 319488 = 3,85 \text{ руб./т}$$

$$S_{\text{пол БВ}} = 2214,061 / 114688 = 19,3 \text{ руб./т}$$

$$\Pi_{0 \text{ HO}} = 482265 / (1700 - 3,067) = 284,2 \text{ т}$$

$$\Pi_{0 \text{ БВ}} = 746091 / (1700 - 12,8) = 442,21 \text{ т}$$

Результаты произведенных расчетов выносятся на график точки безубыточности на лист графической части 050713 ДП 00.00.000 ТЭО.

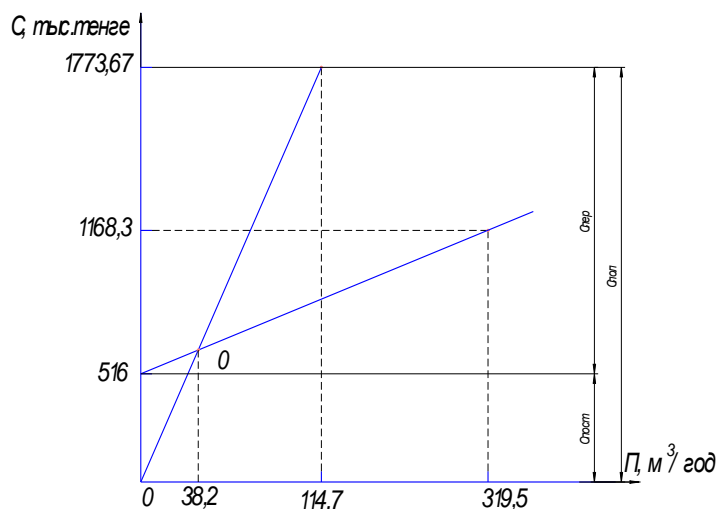


Рисунок 11 – Расчет точки безубыточности

Таблица 5.9 – Расчет экономической эффективности от внедрения нового объекта

| Показатели | Ед-цы измер-я | Условн. обозначения | Варианты | | Отклонения Δ |
|---|---------------|----------------------|------------------------------|---------------------------|---------------------|
| | | | Базовый вариант | Новый объект | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Производительность | т | P_r | 114688 | 319488 | 204800 |
| Капитальные вложения | тыс. руб. | К | 2038 | 1254,9 | -783,1 |
| Годовые эксплуатационные затраты | тыс. руб. | С | 1773,67 | 1168,3 | -605,37 |
| Затраты на амортизацию | тыс. руб. | $C_{ам}$ | 305,7 | 188,235 | -117,465 |
| Затраты на заработную плату | тыс. руб. | $C_{зп}$ | 701,21 | 467,5 | -233,71 |
| Затраты на обслуживание оборудования | тыс. руб. | $C_{обс}$ | 86,9 | 51,95 | -34,95 |
| Затраты на электроэнергию | тыс. руб. | $C_{эл}$ | 502,36 | 367,14 | -135,22 |
| Затраты на материалы | тыс. руб. | $C_{мз}$ | 99,32 | 41,88 | -57,44 |
| Прочие затраты | тыс. руб. | $C_{пр}$ | 78,18 | 51,62 | -26,56 |
| Удельные приведенные затраты | руб./т | Z_i | 18 | 4 | -14 |
| Экономическая эффективность | тыс. руб. | $\Delta \mathcal{E}$ | 1605,6 | 4472,8 | 2752,5 |
| Коэффициент экономической эффективности | | Е | Нормативный $E_n = 0,125$ | Расчетный $E_p = 1,37$ | 1,245 |
| Срок окупаемости капитальных вложений | лет | T_o | 0,9 | 0,20 | 0,7 |
| Удельные переменные затраты | тыс. руб./т | $S_{пер}$ | 12,8 | 3,067 | -9,733 |

По данным расчета видно, что внедрение является экономически целесообразным.

6. БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА

Конструкция рабочего места и взаимное расположение всех его элементов (сиденье, органы управления, средства отображения информации и т. д.) соответствуют антропометрическим, физиологическим и психологическим требованиям, а также характеру работы.

Рабочее место организовано в соответствии с требованиями стандартов, технических условий и (или) методических указаний по безопасности труда.

Конструкцией рабочего места обеспечено выполнение трудовых операций в пределах зоны досягаемости моторного поля. Зоны досягаемости моторного поля в вертикальной и горизонтальной

плоскостях для средних размеров тела человека приведены на рисунке 6.1, 6.2.

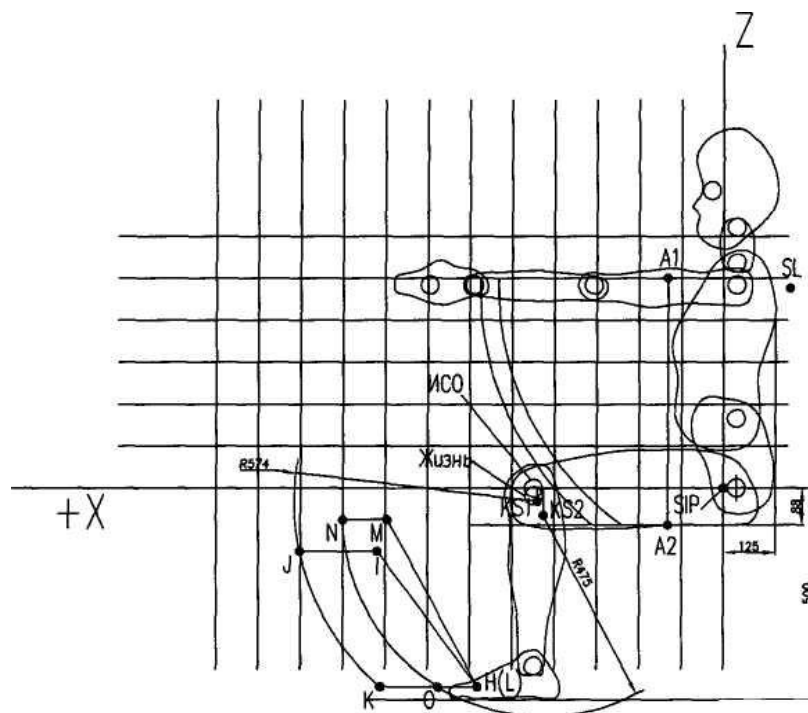


Рисунок 6.1 – Зоны комфорта и досягаемости:
H(L)IJK – зона комфорта; H(L)MNO – зона досягаемости.

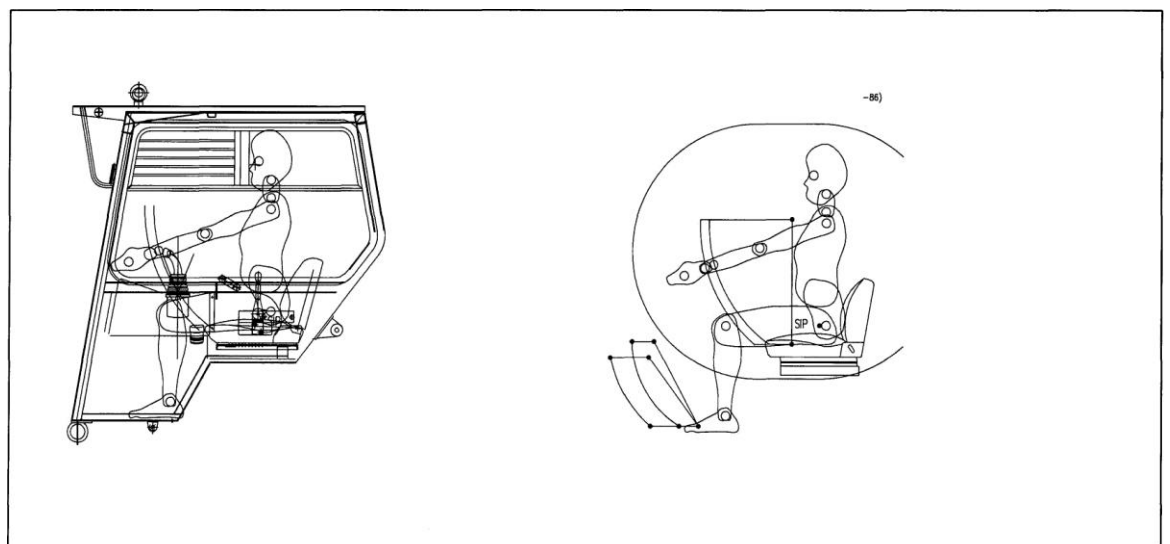


Рисунок 6.2 – Зона досягаемости органов ручного управления

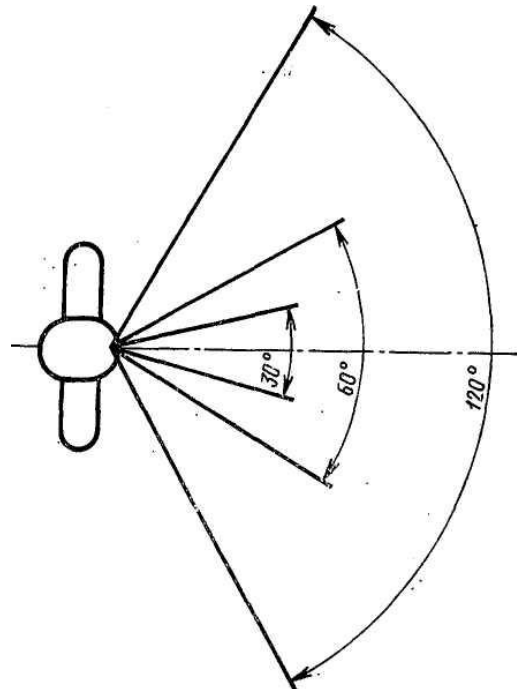
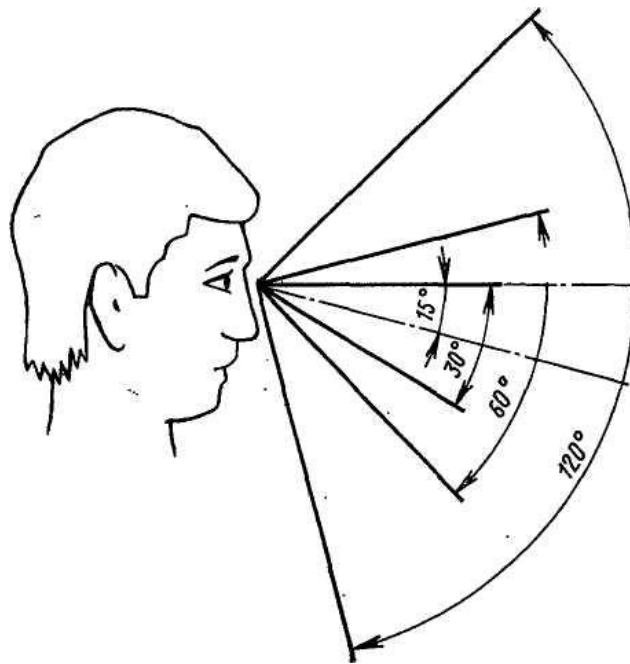
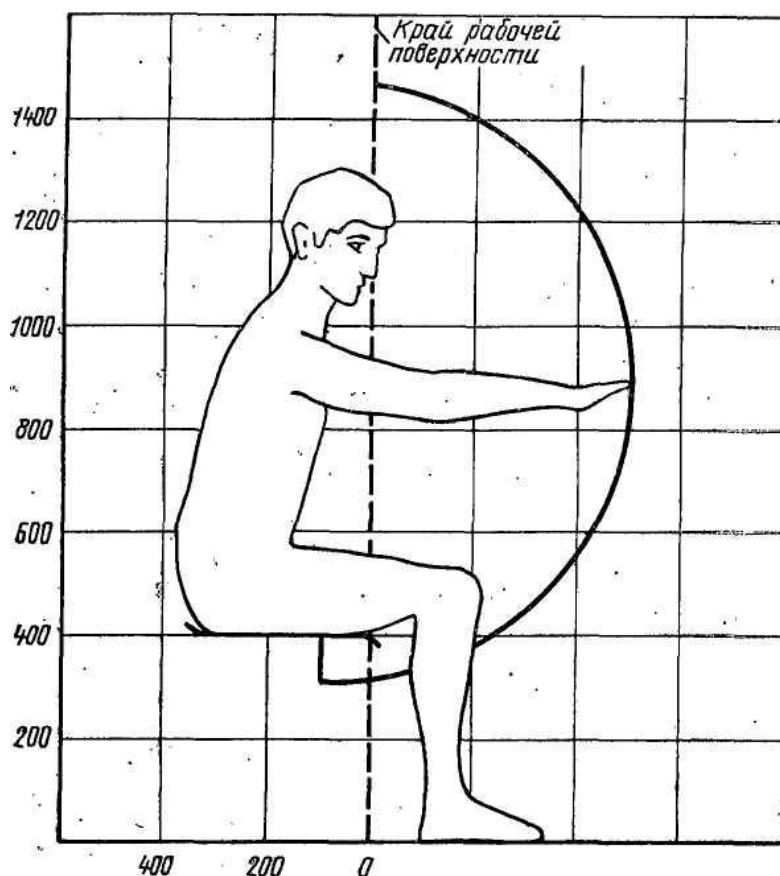


Рисунок 6.3 – Информационное поле рабочего места

Моторное поле — пространство рабочего места с размещенными органами управления, в котором осуществляются двигательные действия

машинистов по управлению машиной. Моторное поле должно обеспечивать выполнение трудовых операций в пределах зоны его достигаемости (зона 3) в вертикальной и горизонтальной плоскостях. Выполнение трудовых операций «часто» и «очень часто» должно обеспечиваться в пределах зоны легкой досягаемости (зона 2) и оптимальной зоны моторного поля (зона 1) (рисунок 6.4).



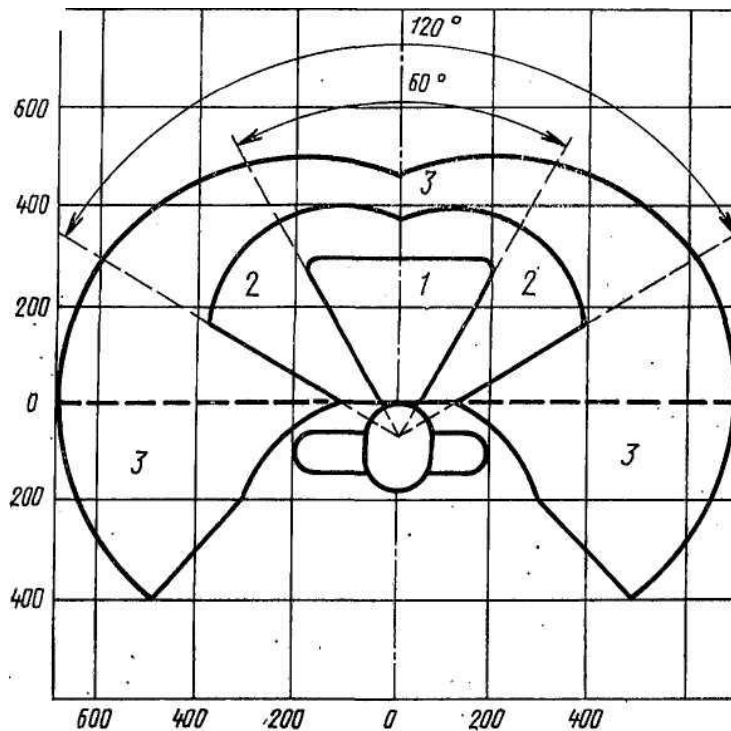


Рисунок 6.4 – Моторное поле рабочего места

Общие требования к размещению средств отображения информации—по ГОСТ 22269-76.

При эксплуатации кустореза должны быть выполнены требования, обеспечивающие предупреждение или снижение воздействия на работающих следующих опасных и вредных производственных факторов:

движущихся машин, их рабочих органов и частей, а также перемещаемых машинами изделий, конструкций, материалов;

обрушивающихся грунтов и горных пород;

повышенной загазованности, запыленности и влажности воздуха рабочей зоны;

расположения рабочего места на значительной высоте относительно поверхности земли (пола);

повышенной или пониженной температуры воздуха на рабочем месте;

повышенного уровня вибрации на рабочем месте;

повышенного уровня шума в рабочей зоне;

недостаточной видимости рабочей зоны из кабины машиниста;

физических и нервно-психических перегрузок машинистов.

Безопасность процесса эксплуатации кустореза должна обеспечиваться:

использованием машин в соответствии с проектом производства работ (технологическими картами), содержащим решения по выбору типа машин и места их установки и (или) схемы движения машин с учетом особых условий работы машин вблизи линий электропередачи, выемок, по применению ограждающих и сигнальных устройств для ограничения доступа работающих в опасную зону машины, использованию средств связи для согласования действий машиниста с рабочими, а также другие меры по предупреждению воздействия наработающих опасных и вредных производственных факторов организацией, производящей работы;

поддержанием работоспособного состояния машины в соответствии с требованиями эксплуатационной и ремонтной документации организацией, на балансе которой она находится, а при передаче машин во временное пользование - организацией, определяемой договором на передачу;

обучением работающих безопасности труда в соответствии с требованиями ГОСТ 12.0.004-79;

применением работающими средств индивидуальной защиты.

К управлению, техническому обслуживанию и ремонту кусторезов допускаются лица, прошедшие обучение и имеющие право на выполнение работы, соответствующей их квалификации.

При эксплуатации кусторезов следует руководствоваться ГОСТ 25646-83, ГОСТ 12.1.013-78, стандартами на технологические процессы с использованием машин, правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей и правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей, утвержденных Промтехнадзором, а также требованиями эксплуатационной и ремонтной документации по предупреждению воздействия на работающих опасных и вредных производственных факторов.

Транспортирование кусторезов железнодорожным, водным и воздушным транспортом следует осуществлять в соответствии с правилами, действующими на транспорте указанных видов.

При перемещении машин своим ходом, на буксире или на транспортных средствах по дорогам общего назначения должны быть соблюдены правила дорожного движения, утвержденные ГАИ.

При транспортировании машин через естественные препятствия или искусственные сооружения, а также в условиях, не предусмотренных эксплуатационной документацией, должен быть разработан проект производства работ, содержащий технические и организационные решения по безопасному транспортированию машины.

При подготовке кусторезов к транспортированию или длительному хранению необходимо:

в процессе монтажа и демонтажа машин перемещение сборочных единиц выполнять с применением грузоподъемных устройств, оснащенных грузозахватными приспособлениями, обеспечивающими устойчивость перемещаемого груза;

очистку, мойку машин и нанесение защитных покрытий выполнять с обязательным применением работающих средств индивидуальной защиты, используя пожаробезопасные технические моющие средства.

При хранении машина должна быть поставлена на подкладки, применены башмаки (упоры), исключаящие ее самопроизвольное перемещение, навесное оборудование должно быть опущено до упора, а также выполнены другие мероприятия, предусмотренные эксплуатационной и ремонтной документацией.

При хранении машин в межсезонное время, организации кратковременного (от десяти дней до 2 мес.) и длительного хранения (свыше 2 мес.) должны быть предусмотрены меры, обеспечивающие пожарную безопасность машины.

Работающие должны обеспечиваться средствами индивидуальной защиты, выдаваемыми им в соответствии с нормами, утвержденными в установленном порядке.

Средства коллективной защиты, установленные на машине, должны отвечать конструкторской документации на машину.

Контроль за техническим состоянием строительных машин должен осуществляться в соответствии с ГОСТ 25646-83.

Контроль за обучением работающих правилам техники безопасности при производстве работ должен проводиться в порядке, установленном ГОСТ 12.0.004-91 и строительными нормами и правилами по технике безопасности в строительстве.

Контроль вибрационных характеристик машин - по ГОСТ 12.1.012-90.

Контроль шумовых характеристик машин - по ГОСТ 12.1.023-80 или ГОСТ 12.4.095-80 в зависимости от типа машины.

Контроль требований пожарной безопасности - по ГОСТ 12.1.004-76.

Контроль за концентрацией вредных веществ и параметров микроклимата воздуха рабочей зоны - по ГОСТ 12.1.005-88.[15]

Запрещается работать на кусторезе, не оснащенном огнетушителем.

Запрещается работать на погрузчике при обнаружении даже незначительных подтеканий топлива из бака, топливо-подтеки насухо вытереть, опроводов или других агрегатов подачи топлива.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Эффективное использование парка машин на сегодняшний момент является первоочередной задачей, стоящей перед эксплуатирующими организациями.

Для сокращения простоев машин, а также повышения коэффициентов использования, производится переоборудование имеющегося парка машин с учетом технологических процессов, затрат на производство работ, амортизацию машин и т.д.

В бакалаврской работе разработан одноотвальный кусторез с пассивным рабочим органом.

Произведены соответствующие расчеты, которые показали, что спроектированный кусторез при работе не перегружает двигатель и рабочее оборудование. Произведены расчеты основных параметров рабочего оборудования, произведен проверочный расчет горизонтальной устойчивости кустореза при столкновении кустореза с большим деревом. Разработана технологическая схема.

Расчет экономической эффективности показал целесообразность внедрения предлагаемого технического решения.

При проектировании кустореза были учтены требования стандартов, предъявляемые к конструкции рабочего оборудования, уровню шума, рабочему месту. Предусмотрены требования к мерам безопасности при эксплуатации кустореза.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Горбацевич, А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие для вузов/ А.Ф. Горбацевич, В.А. Шкред. М: – ООО ИД «Альянс», 2007 – 256 с.

2 Ковшов, А. Н. Технология машиностроения : учеб.для вузов / А. Н. Ковшов. - Изд. 2-е, испр. ; Гриф УМО. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2008. - 319 с.

3 Лебедев, В. А. Технология машиностроения : Проектирование технологий изготовления изделий : учеб.пособие для вузов / В. А. Лебедев, М. А. Тамаркин, Д. П. Гепта. - Гриф УМО. - Ростов-на-Дону : Феникс, 2008. - 361 с.

4 Маталин А. А. Технология машиностроения : учеб.для студ. вузов, обуч. по спец. 151001 напр. "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроит. производств" / А. А. Маталин. - Изд. 3-е, стер. ; Гриф УМО. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2010. - 512 с.

5 Суслов, А. Г. Технология машиностроения : учеб. для вузов / А. Г. Суслов. - 2-е изд., перераб. и доп. ; Гриф МО. - Москва : Машиностроение, 2007. - 429 с.

6 Расторгуев Д. А. Проектирование технологических операций [Электронный ресурс] : электрон. учеб.-метод. пособие / Д. А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - Тольятти : ТГУ, 2015. - 140 с.

7 Расторгуев Д. А. Разработка плана изготовления деталей машин : учеб.-метод. пособие / Д. А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2013. - 51 с.

8 Марочник сталей и сплавов / сост. А. С. Зубченко [и др.] ; под ред. А. С. Зубченко. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Машиностроение, 2003. - 782 с.

9 www.vniinstrument.ru

10 Панов, А.А. Обработка металлов резанием: Справочник технолога / А.А.Панов, В.В.Аникин, Н.Г. Байм и др.; под общ.ред. А.А. Панова. – М. : Машиностроение, 1988.

11 Технология машиностроения : учеб. пособие для вузов. В 2 кн. Кн. 1. Основы технологии машиностроения / Э. Л. Жуков [и др.] ; под ред. С. Л. Мурашкина . - Изд. 3-е, стер. ; Гриф МО. - Москва : Высш. шк., 2008. - 278 с.

12 Технология машиностроения : учеб. пособие для вузов. В 2 кн. Кн. 2. Производство деталей машин / Э. Л. Жуков [и др.] ; под ред. С. Л. Мурашкина. - Изд. 3-е, стер. ; Гриф МО. - Москва : Высш. шк., 2008. - 295 с. : ил. - Библиогр.: с. 292-293.

13 Технология машиностроения : учеб.пособие для вузов / под ред. М. Ф. Пашкевича. - Минск : Новое знание, 2008. - 477 с.

14 Справочник технолога-машиностроителя. В 2 т. Т. 1 / А. М. Дальский [и др.] ; под ред. А. М. Дальского [и др.]. - 5-е изд., испр. - Москва : Машиностроение-1, 2003. - 910 с.

15 Справочник технолога-машиностроителя. В 2 т. Т. 2 / А. М. Дальский [и др.] ; под ред. А. М. Дальского [и др.]. - 5-е изд., испр. - Москва : Машиностроение-1, 2003. - 941 с.

16 Гузеев В. И., Режимы резания для токарных и сверлильно-фрезерно-расточных станков с числовым программным управлением : справочник / В. И. Гузеев, В. А. Батуев, И. В. Сурков ; под ред. В. И. Гузеева. - 2-е изд. - Москва : Машиностроение, 2007. - 364, [1] с.

17 Режимы резания металлов : справочник / Ю. В. Барановский [и др.] ; под ред. А. Д. Корчемкина. - 4-е изд., перераб. и доп. - Москва : НИИТавтопром, 1995. - 456 с.

18 Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов : справочник / под общ.ред. В. И. Баранчикова. - Москва : Машиностроение, 1990. - 399 с.

19 Расчет припусков и межпереходных размеров в машиностроении: Учеб.пособ. Для машиностроит. спец. вузов/ Я.М. Радкевич, В.А. Тимирязев, А.Г. Схиртладзе, М.С. Островский; Под ред. В.А. Тимирязева. – 2-е изд. Высш. шк. 2007 г.

20 Афонькин, М.Г. Производство заготовок в машиностроении. / М.Г. Афонькин, В.Б. Звягин – 2-е изд., доп. и пер.ера. СПб: Политехника, 2007 – 380с.

21 Боровков, В.М. Заготовки в машиностроении : учеб.пособие для вузов по спец. 1201 "Технология машиностроения" / В. М. Боровков [и др.] ; ТГУ. - Гриф УМО; ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2007. - 67 с. : ил. - 34-00.

22 Металлорежущие станки [Электронный ресурс] : учебник. В 2 т. Т. 1 / Т. М. Авраимова [и др.] ; под ред. В. В. Бушуева. - Москва : Машиностроение, 2011. - 608 с.

23 Металлорежущие станки [Электронный ресурс] : учебник. В 2 т. Т. 2 / В. В. Бушуев [и др.] ; под ред. В. В. Бушуева. - Москва : Машиностроение, 2011. - 586 с.

24 Блюменштейн В. Ю. Проектирование технологической оснастки : учеб.пособие для вузов / В. Ю. Блюменштейн, А. А. Клепцов. - Изд. 3-е, стер. ; гриф УМО. - Санкт-Петербург : Лань, 2014. - 219 с.

25 Горохов В. А. Проектирование технологической оснастки : учеб.для вузов / В. А. Горохов, А. Г. Схиртладзе, И. А. Коротков. - Гриф УМО. - Старый Оскол : ТНТ, 2010. - 431 с.

26 Ермолаев В.В. Технологическая оснастка. Лабораторно-практические работы и курсовое проектирование: учеб.пособ. – М.: Изд-во «Академия», 2012. – 320 с.

27 Зубарев, Ю.М. Расчет и проектирование приспособлений в машиностроении [Электронный ресурс] : учебник. - Электрон.дан. - СПб. : Лань, 2015. - 309 с.

28 Тарабарин, О. И. Проектирование технологической оснастки в машиностроении : учеб.пособие для вузов / О. И. Тарабарин, А. П. Абызов, В. Б. Ступко. - Изд. 2-е, испр. и доп. ; гриф УМО. - Санкт-Петербург : Лань, 2013. - 303 с.

29 Станочные приспособления : справочник. В 2 т. Т. 1 / редсовет: Б. Н. Вардашкин (пред.) [и др.] ; ред. тома Б. Н. Вардашкин [и др.]. - Москва : Машиностроение, 1984. - 592 с.

30 Станочные приспособления : справочник. В 2 т. Т. 2 / редсовет: Б. Н. Вардашкин (пред.) [и др.] ; ред. тома Б. Н. Вардашкин [и др.]. - Москва : Машиностроение, 1984. - 655 с.

31 Григорьев, С. Н. Инструментальная оснастка станков с ЧПУ : [справочник] / С. Н. Григорьев, М. В. Кохомский, А. Р. Маслов ; под общ.ред. А. Р. Маслова. - Москва : Машиностроение, 2006. - 544 с.

32 Болтон У. Карманный справочник инженера-метролога. / У Болтон – М : Издательский дом «Додэка-XXI», 2002 – 384 с.

33 Палей М. А. Допуски и посадки : справочник. В 2 ч. Ч. 1 / М. А. Палей, А. Б. Романов, В. А. Брагинский. - 8-е изд., перераб. и доп. - Санкт-Петербург : Политехника, 2001. - 576 с.

34 Палей М. А. Допуски и посадки : справочник. В 2 ч. Ч. 2 / М. А. Палей, А. Б. Романов, В. А. Брагинский. - 8-е изд., перераб. и доп. - Санкт-Петербург : Политехника, 2001. - 608 с.

35 Артамонов, Е.В. Проектирование и эксплуатация сборных инструментов с сменными твердосплавными пластинами [Электронный ресурс] : учебное пособие / Е.В. Артамонов, Т.Е. Помигалова, М.Х. Утешев. - Электрон.дан. - Тюмень :ТюмГНГУ (Тюменский государственный нефтегазовый университет), 2013.

36 Булавин, В.В. Режущий инструмент [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие. - Электрон.дан. - Пенза :ПензГТУ (Пензенский государственный технологический университет), 2009. — 100 с.

37 Кожевников, Д.В. Режущий инструмент [Электронный ресурс] : учебник / Д.В. Кожевников, В.А. Гречишников, С.В. Кирсанов [и др.]. - Электрон.дан. - М. : Машиностроение, 2014. — 520 с.

38 Кирсанова, Г.Н. Руководство по курсовому проектированию металлорежущих инструментов: учебное пособие для вузов по специальности «Технология машиностроения, металлорежущие станки и инструменты» / Под общ.ред. Г.Н. Кирсанова. – М.: Машиностроение, 1986. – 386 с.

39 Резников Л. А. Проектирование сложнопрофильного режущего инструмента [Электронный ресурс] : электрон.учеб. пособие / Л. А. Резников ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - Тольятти : ТГУ, 2014. - 207 с. : ил. - Библиогр.: с. 202-203.

40 Романенко, А.М. Режущий инструмент [Электронный ресурс] : учебное пособие. - Электрон.дан. - Кемерово :КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2012. - 103 с.

41 Шагун, В. И. Металлорежущие инструменты : учеб.пособие для студ. вузов / В. И. Шагун. - Гриф УМО. - Москва : Машиностроение, 2008. - 423 с.

42 Справочник конструктора-инструментальщика / В. И. Баранчиков [и др.] ; под общ.ред. В. А. Гречишникова, С. В. Кирсанова. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Машиностроение, 2006. - 541 с.

43 Вороненко, В.П. Проектирование машиностроительного производства : учеб. для вузов / В. П. Вороненко, Ю. М. Соломенцев, А. Г. Схиртладзе. - 3-е изд., стер. ; Гриф МО. - Москва : Дрофа, 2007. - 380 с. : ил. - (Высшее образование). - Библиогр.: с. 378-380.

44 Козлов, А. А. Проектирование механических цехов [Электронный ресурс] : электрон. учеб.-метод. пособие / А. А. Козлов ; ТГУ ;

Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - Тольятти : ТГУ, 2015. - 47 с.

45 Зубкова, Н.В. Методические указания по экономическому обоснованию курсовых и дипломных работ по совершенствованию технологических процессов механической обработки деталей / Н.В. Зубкова – Тольятти : ТГУ, 2005.

46 Бычков, В.Я. Безопасность жизнедеятельности. Учебное пособие. [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.Я. Бычков, А.А. Павлов, Т.И. Чибисова. - Электрон.дан. - М. : МИСИС, 2009. - 146 с.

47 Горина, Л. Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта». Уч.-методическое пособие. / Л. Н. Горина - Тольятти: изд-во ТГУ, 2016. – 33 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ

| Формат | Зона | Поз. | Обозначение | Наименование | Кол. | Примечание | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|------------|----------|-------------|------------------|--|------------|--|--|--|--|--|--|--|------|------|----------|-------|------|--|--|---------|---------|--|--|--|--|--|-------|------------|--|--|--|--|--|---------|----------|--|--|--|--|--|------|------------|--|--|--|--|--|
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Документация</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A1 | | | | Сборочный чертеж | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Сборочные единицы</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 1 | | Рама | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 2 | | Отвал | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 3 | | Раскос | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 4 | | Раскос | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 5 | | Палец | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 6 | | Палец | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 7 | | Палец | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Детали</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 8 | | Втулка | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 9 | | Втулка | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 10 | | Втулка | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 11 | | Втулка | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 12 | | Пластина | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 13 | | Втулка | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 14 | | Кольцо | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 15 | | Палец | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 16 | | Нож | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 17 | | Нож | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 18 | | Нож | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> </tr> <tr> <td>Изм.</td> <td>Лист</td> <td>№ док.м.</td> <td>Подп.</td> <td>Дата</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>Разраб.</td> <td>Щумарин</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>Проб.</td> <td>Бабровский</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>Исполн.</td> <td>Виткалов</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>Утв.</td> <td>Бабровский</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td colspan="2"></td> </tr> </table> | | | | | | | | | | | | | | Изм. | Лист | № док.м. | Подп. | Дата | | | Разраб. | Щумарин | | | | | | Проб. | Бабровский | | | | | | Исполн. | Виткалов | | | | | | Утв. | Бабровский | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Изм. | Лист | № док.м. | Подп. | Дата | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Разраб. | Щумарин | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Проб. | Бабровский | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Исполн. | Виткалов | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Утв. | Бабровский | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Рабочее оборудование</i> | | | | | Лит. Лист Листов 1 2 ТГУ, каф. ОТМП | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| Формат | Зона | №.з. | Обозначение | Наименование | Кол. | Примечание |
|--------|------|------|-------------|----------------------------|------|------------|
| | | | | | | |
| | | | | <u>Стандартные изделия</u> | | |
| | | | | Болты ГОСТ 7798-79 | | |
| | | 19 | | М6-6дх22.88.019 | 2 | |
| | | 20 | | М8-6дх25.88.019 | 4 | |
| | | 21 | | М10-6дх25.88.019 | 2 | |
| | | 22 | | Болт М10-6дх36.88 | | |
| | | | | ГОСТ 7786-81 | 18 | |
| | | 23 | | Гайка М10-7Н.109 | | |
| | | | | ГОСТ 5915-79 | 18 | |
| | | | | Шайбы ГОСТ 6402-79 | | |
| | | 24 | | 6 65Г 019 | 2 | |
| | | 25 | | 8 65Г 019 | 4 | |
| | | 26 | | 10 65Г 019 | 20 | |
| | | | | Масленки ГОСТ19853-74 | | |
| | | 27 | | 12Ц6.хр. | 1 | |
| | | 28 | | 13Ц6.хр. | 6 | |
| | | | | | 7 | |
| | | | | <u>Прочие изделия</u> | | |
| | | 29 | | Гидроцилиндр | | |
| | | | | ЦГП2.60.40.1000.32А | 2 | |

Подп. и дата

Изд. № докум.

Изм. №

Подп. и дата

Изд. № докум.

| | | | | | |
|------|------|----------|-------|------|------|
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | Лист |
| | | | | | 2 |

Копирован

Формат А4