

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет

Институт механизации и технического сервиса

Направление: 35.03.06 «Агроинженерия»

Профиль: Технический сервис в АПК

Кафедра: Технический сервис

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

На соискание квалификации (степени) «бакалавр»

Тема: Проектирование участка по восстановлению изношенных деталей с разработкой конструкции дробилки флюса

Шифр ВКР 35.03.06.354.17 ДФ.000.00.ПЗ

Студент группы 2342С

подпись

Хикматуллин Р.Р.

Ф.И.О.

Руководитель ст. преподаватель

ученое звание

подпись

Ахметзянов Р.Р.

Ф.И.О.

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите
(протокол № ___ от _____ 2017)

Зав. кафедрой д.т.н. профессор

ученое звание

подпись

Адигамов Н. Р.

Ф.И.О.

Казань – 2017 г.

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

ВВЕДЕНИЕ.....	
1 АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ ДРОБИЛОК И ОБОСНОВАНИЕ НЕОБХОДИМОСТИ В РАЗРАБОТКЕ УСТАНОВКИ.....	
1.1 Обзор существующих конструкций.....	
2 ПРОЕКТИРОВАНИЕ УЧАСТКА ВОССТАНОВЛЕНИЯ ИЗНОШЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ.....	
2.1 Обоснование внедрения электродуговой наплавки для восстановления шлицевых валов.....	
2.2 Расчет программы восстановления.....	
2.3 Обоснование производственной программы участка восстановления электроконтактной приваркой металлической ленты	
3 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЛИНОМЕРНЫХ ДЕТАЛЕЙ МАШИН КОНТАКТНОЙ ПРИВАРКОЙ ЛЕНТЫ.....	
3.1 Обоснование и выбор рационального способа восстановления.....	
3.2 Восстановление вала механизма привода очистки контактной приваркой ленты.....	
3.3 Маршрутная технология восстановления вала механизма привода очистки	
4 ОПИСАНИЕ УСТАНОВКИ ДЛЯ ДРОБИЛКИ ФЛЮСА И ПРИНЦИП ЕГО РАБОТЫ	
4.1 Расчет конструктивных параметров измельчителя.....	
5 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ПРОЕКТА	
5.1 Обеспечение условий и безопасности труда на производстве.....	
5.2 Мероприятия по охране окружающей среды.....	
6 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	
6.1 Экономическое обоснование конструкции дробилки флюса.....	
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	

ЛИТЕРАТУРА.....

СПЕЦИФИКАЦИИ.....

ВВЕДЕНИЕ

В новых условиях хозяйствования необходимо увеличивать темпы технического переоборудования сельского хозяйства, перерабатывающих и других отраслей АПК. В связи с этим важное значение имеет повышение качества и надежности выпускаемых машин, уровня их технического обслуживания и ремонта, включая организацию и проектирование ремонтно-обслуживающего производства. Однако с ростом балансовой стоимости сельскохозяйственной техники существенно увеличиваются затраты на ремонт. Следовательно встает задача снижения этих затрат за счет:

- повышения качества и надежности изготовления и капитального ремонта машин;
- предотвращения износов и отказов машин на основе использования методов диагностирования и технического обслуживания непосредственно в местах эксплуатации машин;
- увеличение производительности труда и ресурсосбережения при техническом обслуживании и ремонте машин на всех уровнях ремонтно-обслуживающего производства.

В хозяйствах АПК после капитального ремонта эксплуатируются более 60% тракторов и 90% двигателей, что вызывает высокую потребность в ремонтно-обслуживающем производстве. При повышении качества ремонта потребность в нем будет уменьшаться, затраты в сфере использования и текущего ремонта машин будут сокращаться, по этому целесообразно организовывать ремонтные предприятия совместно с машино-технологическими станциями.

Хорошо оснащенные ремонтным оборудованием предприятия, обеспеченные квалифицированными кадрами рабочих ремонтных специальностей создают благоприятные условия для качественного ремонта машин и соответственно бесперебойную работу машин в хозяйствах. Поскольку стоимость ремонта машинно-тракторного парка входит в

стоимость сельскохозяйственной продукции, существенное значение имеют экономические показатели ремонтного предприятия. Необходимо обеспечить правильное распределение объема ремонтных работ и технического обслуживания между ремонтно-техническими предприятиями и ремонтными мастерскими хозяйствами и их достаточно тесное взаимодействие.

Дробилка состоит из станины 1, на которой через амортизаторы 2 установлен корпус 3, снабженный в верхней части конической чашей 4, в центре которой через радиальные распорки 5 закреплена резьбовая опора 6. В опору 6 через регулировочные прокладки 7 ввинчен неподвижный рабочий орган 8 в виде сопряженных меньшими основаниями усеченных конусов. В нижней части корпуса 3 закреплена сферическая опора (шаровая или скольжения) 9, внутренняя часть которой закреплена на чаше 11, внутри которой закреплена X-образная футеровка 12. К низу чаши 11 присоединена воронка 13, снабженная патрубком 14 выхода дробленого продукта, на котором через подшипник 15 крепится дебалансный вибратор 16. Через эластичную муфту 17 дебалансный вибратор соединен со шкивом 18, который вращается от привода на полом подшипнике 19, закрепленном в станине 1. Вибратор 16 снабжен регулятором статического момента.

Дробилка работает следующим образом.

Вибратор 16, вращаясь на подшипнике 15, передает вибрационные колебания чаше 11, которая совершает на сферических опорах вращательные и колебательные движения, обкатываясь по нижней части рабочего органа 8, по отношению к которой футеровка 12 установлена с зазором Д. Материал поступает через коническую чашу 4 в камеру предварительного дробления, образованную верхними частями X-образных футеровки 12 и рабочего органа 8, где измельчаясь, перемещается в нижнюю камеру доизмельчения, образованную нижними частями этих деталей. Сам процесс измельчения ничем не отличается от измельчения во всех конусных инерционных дробилках. В камере предварительного дробления крупность исходного материала сокращается в 4-5 раз, а в камере доизмельчения - в 16-20 раз. Готовый продукт удаляется через патрубок 14. Для снижения вибрационных нагрузок вся конструкция по отношению к станине 1 закреплена на амортизаторах 2.

Измерение крупности готового продукта осуществляется изменением зазора за счет вертикального перемещения хвостовика рабочего органа 8 в

резьбовой опоре 6 прокладками 7. Дробящая сила изменяется традиционными способами путем регулирования статического момента дебалансного вибратора 16 и его скорости вращения.

Такая конструкция дробилки позволяет отказаться от стадии предварительного среднего дробления, снизив затраты на оборудование и капитальное строительство в схемах дробильно-измельченных комплексов, поскольку степень сокращения в ней увеличивается за счет большого пути прохождения материала через две камеры до 80-100.

Внешнее расположение всех вращающихся механизмов, вынесение их за пределы пылевых трактов существенно повышает эксплуатационную надежность конструкции.

Удобство переналадки статического момента дебаланса, осуществляющейся без разборки, снижает время простоя, увеличивает коэффициент использования.

Невысокие нагрузки на шаровую опору позволяют отказаться от жидкой циркулирующей смазки.

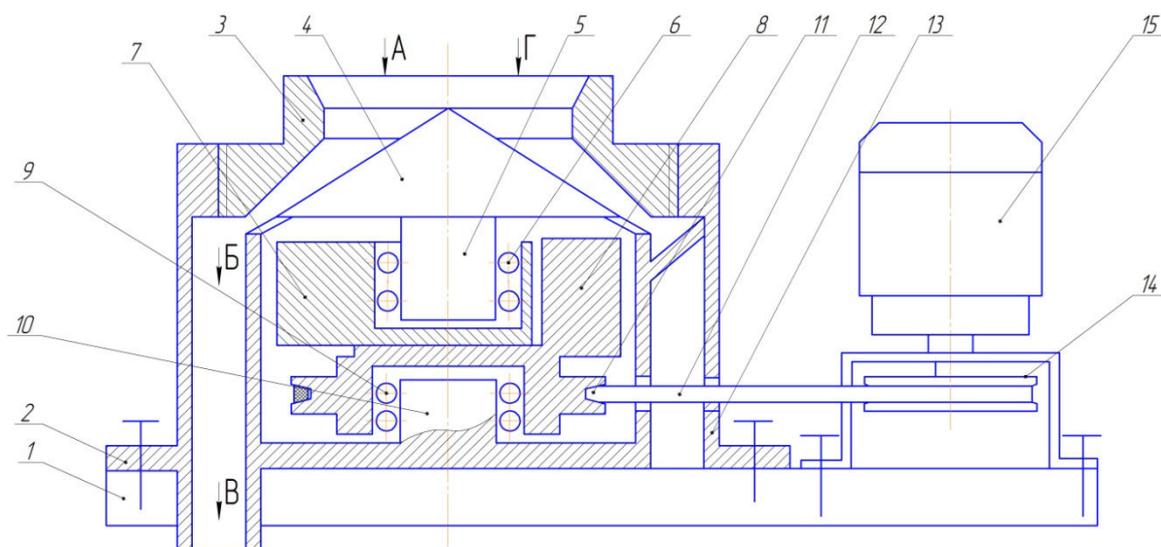
Внешнее расположение дебалансного привода и сферической опоры позволяет производить их воздушное охлаждение от вентиляторного колеса привода дебаланса.

Особо следует отметить невозможность попадания (при правильной конструкции узлов) дробимого материала во вращающиеся части и опоры.

Существует конусная инерционная дробилка по а.с. №2097132 (рисунок 1.2).

Конусная инерционная дробилка содержит жестко установленный на опорной раме 1 корпус 2 с наружным конусом 3. Внутренний конус 4 с валом 5, на котором с помощью подшипников 6 размещен ведомый дебалансный вибратор 7. Последний контактирует с ведущим противоводебалансом 2, установленным вместе с подшипниками 9 на цилиндрический опорный элемент 10, имеющийся в центре основания корпуса 2. Противодебаланс 8

снабжен канавкой 11 для клинового ремня 12, ветви которого проходят через окна 13 корпуса 2 и входят в канавку 14 шкива 15 электродвигателя 16.



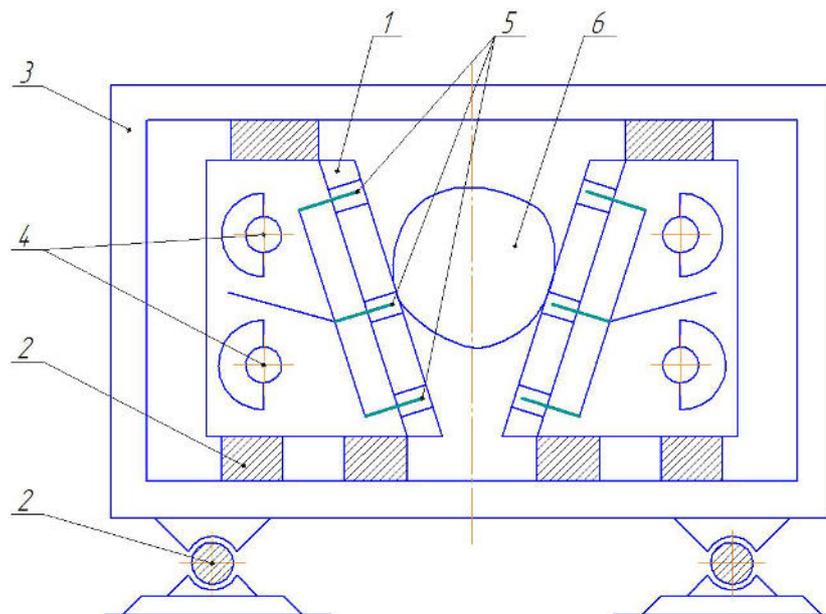
1-рама; 2-корпус; 3-наружный конус; 4-внутренний конус; 5-вал; 6-подшипник; 7-вибратор дебалансный; 8-ведущий противodeбаланс; 9-подшипник; 10-цилиндрический опорный элемент; 11-канавка под ремень; 12-клиновой ремень; 13-окно; 14-шкив электродвигателя; 15-электродвигатель

Рисунок 1.2 - Конусная инерционная дробилка по (а.с. №2097132)

Дробилка работает следующим образом.

Материал, подлежащий дроблению, загружают сверху в пространство между внутренним 4 и наружным 3 конусами. Вращение от электродвигателя 16 и шкива 15 клиновым ремнем 12, проходящим через окна 13 корпуса 2, передается ведущему противodeбалансу 8, который, вращаясь через подшипники 9 вокруг цилиндрического опорного элемента 10, приводит во вращение ведомый дебалансный вибратор 7. Центробежная сила последнего через вал 5 заставляет конус 4 совершать гирационные движения и дробить материал, находящийся между конусами 3 и 4.

Существует щековая дробилка по а.с. №408649 (рисунок 1.3). Она состоит из подвижных щек 1, опирающихся через упругую систему 2 на раму корпуса 3. На щеках закреплены дебалансные вибраторы 4, которые приводят щеки в колебательное движение. В корпус щек встроены утопленные электроды 5, выдвигающиеся после момента заклинивания крупного куска 6 в рабочую полость дробилки до контакта с куском.



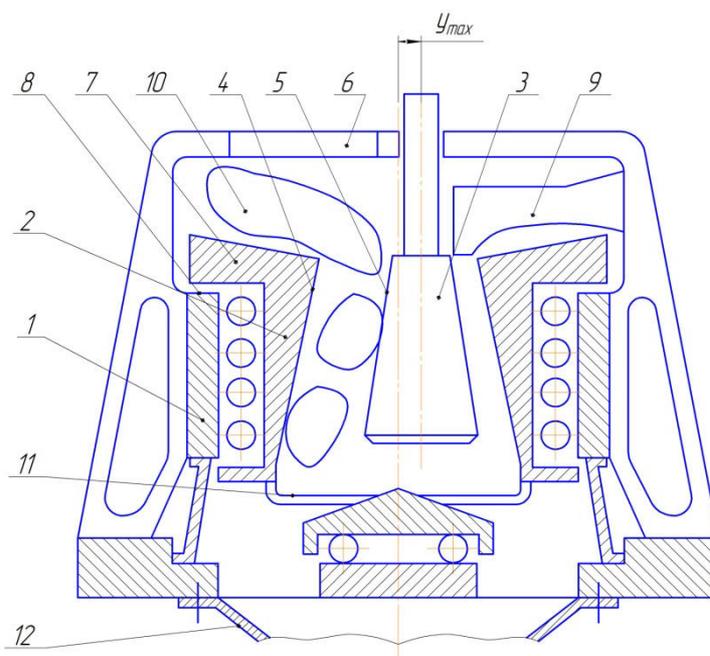
1-подвижные щеки; 2-упругая опорная система; 3-корпус; 4-вибраторы дебалансные; 5-электроды; 6-крупный кусок

Рисунок 1.3 - Дробилка щековая по (а.с. №408649)

Электроды могут располагаться по высоте щеки в несколько рядов, либо параллельно, либо в шахматном порядке. На электроды подается ток высокой частоты от генератора. В результате электротермического воздействия в куске возникают трещины, прочность его ослабляется, а так как виброударные дробилки запускаются при заполненном рабочем пространстве, то после запуска кусок раздробляется без его извлечения из рабочего пространства и процесс дробления продолжается. Если учесть, что время трещинообразования при электротермической обработке куска измеряется в пределах десятков секунд, то остановка процесса дробления на этот период не скажется на общем технологическом процессе.

Существует дробилка по а.с. №1655561 (рисунок 1.4). Дробилка содержит неподвижный корпус 1, охватывающий дробящую обойму 2, эксцентрично установленный внутри обоймы дробящий вал 3. Вал 3 и обойме 2 выполнены с возможностью вращения в одном направлении под воздействием привода вращения. Участок верхних кольцевых кромок 4 и 5 дробящих поверхностей обоймы и вала в месте их максимального удаления U_{\max} друг от друга образуют загрузочное окно 6. верхний торец дробящей обоймы 2 выполнен в виде кольцевого козырька 7 с наклонной поверхностью

на внешнюю сторону и установлен над верхним торцом 8 неподвижного корпуса 1 с гарантированным зазором. В месте минимального удаления верхних кромок 4 и 5 дробящих поверхностей неподвижно закреплена наклонная сбрасывающая пластина 9 для сжатия негабарита 10. В нижней части обоймы выполнена колосниковая решетка 11, а ниже нее на неподвижном корпусе 1 - сборный бункер 12.



1-корпус; 2-обойма дробящая; 3-вал дробящий; 4 и 5-дробящие поверхности; 6-загрузочное окно; 7-кольцевой козырек; 8-верхний торец корпуса; 9-пластина сбрасывающая; 10-негабарит; 11-колосниковая решетка; 12-бункер

Рисунок 1.4 - Дробилка по (а.с. №1655561)

Дробилка работает следующим образом.

Горная масса подается в загрузочное окно 6 на участке максимального удаления верхних кромок 4 и 5 дробящих поверхностей. Куски породы попадают внутрь обоймы 2 и заполняют пространство между дробящими поверхностями обоймы 2 и вала 3. При вращении последних куски породы увлекаются в сужающуюся часть между ними и раздавливаются. Раздробившиеся мелкие куски проваливаются через колосниковую решетку 11 в бункер 12.

Наиболее крупные куски 10 (негабарит), превышающие по размеру максимальное расстояние между верхними кромками 4 и 5, остаются на поверхности кольцевого козырька 7. При вращении обоймы 2 и вала 3,

оставаясь на козырьке 7, негабарит перемещается по окружности к месту минимального удаления друг от друга кромок 4 и 5. При этом он постепенно вытесняется, выдавливается сужающимися верхними кромками 4 и 5 из внутренней плоскости обоймы 2 и в случае ухода центра тяжести негабарита 10 за пределы контура кольцевого козырька 7, негабарит 10 с него падает еще до встречи со сбрасывающей пластиной 9. В случае же отсутствия падения негабарита 10 на этом участке перемещения он сбрасывается пластиной 9 при встрече с ней на участке минимального удаления друг от друга верхних кромок 4 и 5. При падении негабариты 10 скапливаются в нижней части неподвижного корпуса 1 дробилки, откуда периодически убираются.

При использовании дробилки обеспечивается возможность исключения грохота для отделения негабарита. Такое упрощение конструкции позволяет существенно снизить капитальные и эксплуатационные затраты установки, в состав которой входит дробилка, обеспечивается также исключение простоев за счет заклинивания дробилки, так как в дробилке автоматически отделяются негабаритные крупные куски породы в процессе загрузки. Таким образом, повышается надежность работы дробилки, снижаются непроизводительные затраты времени и средств на дополнительные ремонтные работы.

Кроме того, выполнение верхнего торца обоймы в виде кольцевого козырька, защищающего от проникновения пыли во внутреннюю полость подшипниковых опор обоймы, позволяет повысить их износостойкость, увеличить межремонтные сроки и снизить эксплуатационные затраты.

По физико-механическим свойствам флюс является хрупким материалом, поэтому для его дробления выбираем вальцовый измельчитель. Вальцовые измельчители имеют простую конструкцию и более надежные в эксплуатации.

2 ПРОЕКТИРОВАНИЕ УЧАСТКА ВОССТАНОВЛЕНИЯ ИЗНОШЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ

Для улучшения технико-экономических показателей предприятия необходимо уменьшать себестоимость ремонта. Одним из основных составляющих себестоимости ремонта на данном предприятии является стоимость запасных частей и ремонтного материала. Это связано с тем, что цены на новые запасные части с каждым годом увеличиваются. По этому на предприятие целесообразно применение восстановления изношенных деталей.

Объектом проектирования является участок восстановлению деталей наплавкой под слоем флюса. В связи с тем, что установка находится в не пригодном состоянии и восстанавливать оборудование не целесообразно, выбираем наилучший способ восстановления и проектируем участок восстановления.

При выборе способа восстановления необходимо учитывать качество восстановления, то есть ресурс восстановленной детали не должен быть менее 80 % ресурса новой. Так же необходимо учесть себестоимость восстановления.

2.1 Обоснование внедрения электродуговой наплавки для восстановления шлицевых валов

При ремонте машин в сельском хозяйстве затрачиваются значительные средства на приобретение запасных частей. Поэтому одно из главных условий снижения стоимости ремонтных работ - сокращение расхода новых деталей за счет рациональной организации экономически выгодного восстановления изношенных деталей.

Восстановление деталей в широких масштабах способствует лучшему обеспечению машинно-тракторного парка разными деталями высокого

качества, что обуславливает снижение простоев машин на ремонте и при эксплуатации.

Практически в абсолютном большинстве случаев экономическая эффективность восстановления деталей обуславливается использованием их остаточной годности: заготовки детали и большого числа поверхностей, которые за срок службы не требуют каких-либо значительных ремонтных воздействий для восстановления их работоспособности. Как правило, вследствие неравноизносостойкости конструкции деталей восстанавливают их работоспособность по отдельным наиболее изнашиваемым рабочим поверхностям.

Особое внимание хотелось бы уделить восстановлению шлицевых валов.

Основными дефектами шлицевых валов являются износ опорных шеек, износ и разрушение шлицев, деформация вала, износ резьбовых участков.

Износ шеек под шарикоподшипники не превышает 0,3 мм. Износ шеек, сопрягаемых с сальниками и втулками, может достигнуть 0,6...0,9 мм. Шлицы изнашиваются преимущественно в верхней части боковой поверхности. Около 90 % шлицев с/х машин имеют износ 0,4...0,6 мм, а остальные 10 % - не более 1-го мм.

Шлицевые валы, центрируемые по наружному диаметру, изнашиваются по этому диаметру и соответственно требуют восстановления данной поверхности. Валы, центрируемые по боковой поверхности шлицев, износа по наружному диаметру обычно не имеют, однако в процессе работы деформируются.

Шлицы валов изнашиваются по ширине преимущественно до 1...2 мм. Износ по центрирующему диаметру не превышает 0,1...0,2 мм.

При восстановлении изношенных боковых участков шлицев можно применить электродуговую наплавку. Для валов с мелкими шлицами, впадины между последними полностью заправляют. Для того чтобы уменьшить деформацию вала, наплавляют поочередно шлицы на

диаметрально противоположных его сторонах. Наплавку ведут электродами ОЗН-300, ОЗН- 350 диаметром 4...5 мм, на обратной полярности, при силе тока 200...250 А.

Кольцевую наплавку по спирали применяют и для валов с крупными высокими шлицами, однако их предварительно обрабатывают (обтачивают или обдирают крупнозернистым кругом), уменьшая высоту шлицев до 6...8 мм.

Это усложняет восстановительный процесс и он становится дороже. Общим недостатком всех способов наплавки шлицев по спирали с заплыванием впадин является то, что при этом в 2...3 раза увеличивается расход электродного материала и электроэнергии, соответственно повышается трудоемкость наплавочных работ и последующей механической обработки.

Существенно возрастает также деформации деталей и, кроме того, вследствие большого нагрева нарушается термическая обработка практически всех участков детали.

Значительно более экономична продольная наплавка боковых поверхностей шлицев на 1,2...2,0 мм. Это позволяет в дальнейшем обеспечивать нормальный размер вала по центрирующему диаметру. Наплавленный вал отжигают на высокочастотной установке , что облегчает механическую обработку. Обтачивают вал резцом с твердосплавной пластиной Т15К6 при частоте вращения 400об/мин.

Для валов с крупными шлицами применим способ восстановления шлицев контактной сваркой и давлением. При этом способе к вершинам шлицев контактной сваркой приваривают присадочный материал (полосу или проволоку) с одновременной осадкой и раздачей шлицев по ширине. Присадочный материал может подаваться из кассеты, находящейся на сварочной машине, или подготавливаться в виде отрезков необходимой длины с предварительной прихваткой их к шлицам в одной или нескольких

точках. Осадка и раздача шлицев при сварке компенсирует износ и обеспечивает припуск на последующую обработку.

Шлицевой вал с присадочным материалом закрепляют в установочном приспособлении и пневмоцилиндром прижимают к сварочным роликам. После включения сварочного тока одному из роликов сообщают колебательное движение посредством профильного кулачка.

При сближении роликов происходит осадка нагретых до температуры сварки участков шлицев, контактирующих с роликами, а при разведении роликов на некоторую величину – перемещение вала на 10...15 мм и нагрев следующих участков. Таким образом, происходит наплавка и осадка одновременно двух шлицев по всей их длине. Скорость наплавки двух шлицев на оптимальных режимах составляет 30-50 м/ч.

При небольшом износе шлицев восстановить их можно методом пластического деформирования роликовыми раскатными головками.

Способ основан на раздаче шлицев по ширине, преимущественно в верхней его части, вдавливанием ролика. При этом удается компенсировать износ шлицев на величину до 2 мм.

Шлицеримонтную головку монтируют на прессе. Шлицевой участок нагревают до температуры 800 °С с помощью индукционной высокочастотной установки. Необходимое усилие для раскатки около 25 т.с. Припуск на последующую обработку необходимо давать 0,2...0,25 мм, что позволяет применять точное шлицефрезерование, получить высокую точность обработки и шероховатость поверхности в пределах 6...7. Но необходимость на предприятии восстанавливать шлицевые валы различных размеров, с износом который может достигать до величины 3...4 мм делает применение этого вида нецелесообразным. Самым оптимальным по экономическим и технологическим критериям, является метод электроконтактной приварки металлической ленты.

Все вышеизложенные методы восстановления шлицевых валов наглядно показаны на 2-ом листе графического материала.

2.2 Расчет программы восстановления

Годовая программа восстановления определяется исходя из количества ремонтируемых объектов на данном предприятии, количества одинаковых деталей на данном объекте и коэффициента восстанавливаемости по формуле:

$$N_i = N \cdot n \cdot K_B, \quad (2.1)$$

где N – количество ремонтируемых объектов, шт;

n – количество одинаковых деталей на данном объекте, шт;

K_B – коэффициент восстановления.

Коэффициент восстановления показывает, какая часть деталей данного наименования требует восстановления:

$$K_B = \frac{\Pi_{\text{Вос}}}{\Pi_O}, \quad (2.2)$$

где $\Pi_{\text{Вос}}$ – количество деталей, требующих восстановления, шт.;

Π_O – общее количество деталей данного наименования, прошедших дефектацию.

Для определения годовой площади восстановления необходимо определить площадь восстановления поверхности деталей. По каталогу определяем диаметр и длину восстанавливаемой поверхности каждой детали и определяем площадь поверхности деталей по формуле:

$$S = \pi \cdot d \cdot l \cdot n, [\text{мм}^2] \quad (2.3)$$

где d – диаметр восстанавливаемой поверхности, мм;

l – длина восстанавливаемой поверхности, мм.

n – количество восстанавливаемых поверхностей.

Таблица 2.1 - Номенклатурный перечень деталей подлежащих восстановлению электроконтактной приваркой металлической ленты

Наименование деталей	Количество ремонтируемых объектов N, шт	Количество деталей на объекте n, шт	Коэффициент восстановления Kв	Общая площадь восстановления ΣS, мм ²	Годовая программа восстановления Ni, шт
1	2	3	4	5	6
1 Комбайны					
1.1 Кормоуборочные КСК-100					
Вал вариатора барабана	22	1	0,2	352685	4,4
Вал гидромотора	22	1	0,1	156749	2,2
Ступица ведущих колес	22	2	0,3	519258	13,2
Ведущий вал насоса	22	1	0,1	143686	2,2
Ведомый вал насоса	22	1	0,1	143686	2,2
Вал соломотряса	22	2	0,3	356480	13,2
Вал измельчающего аппарата	22	2	0,2	385843	8,8
1.2 Зерноуборочные Дон - 1500					
Вал вариатора барабана	5	1	0,2	209250	1
Вал гидромотора	5	1	0,1	90212	0,5
Ступица ведущих колес	5	2	0,3	807106	3
Ведущий вал насоса	5	1	0,1	76333	0,5
Ведомый вал насоса	5	1	0,1	76333	0,5
Вал соломотряса	5	2	0,3	792693	3
Вал измельчающего аппарата	5	2	0,2	204979	2
Двигатели СМД-60,62,64					
Вал распределительный	23	1	0,3	20762	6,9
Толкатель клапана	23	8	0,05	13565	9,2
Валик коромысла	23	1	0,05	3699	1,15
Ступица шкива	23	2	0,05	4490	2,3
Валик масляного насоса	23	1	0,05	2077	1,15
Палец ведомой шестерни	23	1	0,1	4051	2,3
Вал редуктора	23	1	0,3	19187	6,9
Вал регулятора	23	1	0,3	18934	6,9
Валик рукоятки	23	1	0,05	2656	1,15
Ролик	23	1	0,05	3219	1,15
Коленчатый вал	23	1	0,1	18840	2,3
Двигатели СМД-19,20					

Вал распределительный	16	1	0,1	10042	1,6
Толкатель клапана	16	8	0,05	8177	6,4
Валик коромысла	16	1	0,3	45216	4,8
Ступица шкива	16	2	0,1	12050	3,2
Валик масляного насоса	16	1	0,1	8773	1,6
Палец ведомой шестерни	16	1	0,2	65081	3,2
Вал редуктора	16	1	0,5	31915	8
Вал регулятора	16	1	0,2	58700	3,2
Валик рукоятки	16	1	0,05	3165	0,8
Ролик	16	1	0,3	36527	4,8
Коленчатый вал	16	1	0,3	34002	4,8
Двигатели СМД-23,21					
Вал распределительный	16	1	0,1	16142	1,6
Толкатель клапана	16	8	0,05	10603	6,4
Валик коромысла	16	1	0,3	62285	4,8
Ступица шкива	16	2	0,1	54862	3,2
Валик масляного насоса	16	1	0,1	14695	1,6
Палец ведомой шестерни	16	1	0,1	12894	1,6
Вал редуктора	16	1	0,05	5104	0,8
Вал регулятора	16	1	0,3	71215	4,8
Валик рукоятки	16	1	0,3	54259	4,8
Ролик	16	1	0,3	57560	4,8
Коленчатый вал	16	1	0,05	7065	0,8
Двигатели СМД-72					
Вал распределительный	18	1	0,1	61544	1,8
Толкатель клапана	18	8	0,05	35796	7,2
Валик коромысла	18	1	0,3	180864	5,4
Ступица шкива	18	2	0,1	117562	3,6
Валик масляного насоса	18	1	0,1	40820	1,8
Палец ведомой шестерни	18	1	0,1	46535	1,8
Вал редуктора	18	1	0,2	284107	3,6
Вал регулятора	18	1	0,5	158256	9
Валик рукоятки	18	1	0,2	249517	3,6
Ролик	18	1	0,05	16155	0,9
Коленчатый вал	18	1	0,3	219674	5,4
Сумма				6517935	219,8

2.3 Обоснование производственной программы участка восстановления электроконтактной приваркой металлической ленты

Общая площадь восстановления всех деталей составляет $\Sigma S = 6517935$ мм².

Средняя производительность восстановления электроконтактной приваркой металлической ленты 20000 мм²/ч [].

Определим годовой фонд времени работы.

Номинальный годовой фонд времени рабочего при пятидневной рабочей неделе определяется по формуле []:

$$\Phi_{HP} = (d_K - d_B - d_{II}) \cdot t_{CM} - d_{III}, \quad (2.4)$$

где d_K – число календарных дней;

d_B – число выходных дней;

d_{II} – число праздничных дней;

t_{CM} – продолжительность смены, ч;

d_{III} – число предпраздничных дней.

$$\Phi_{HP} = (365 - 105 - 10) \cdot 8 - 8 = 1992, \text{ ч}$$

Номинальный годовой фонд времени оборудования:

$$\Phi_{HO} = (d_K - d_B - d_{II}) \cdot t_{CM} \cdot n, \quad (2.5)$$

где n – число смен.

$$\Phi_{HO} = (365 - 105 - 10) \cdot 8 \cdot 1 = 2000 \text{ ч.}$$

Действительный годовой фонд времени рабочего и оборудования соответственно:

$$\Phi_{DP} = (d_K - d_B - d_{II} - d_o) \cdot t_{CM} \cdot \eta_P - d_{III} \cdot \eta_P$$

где d_o – число отпускных дней в планируемом году;

η_P – коэффициент, учитывающий пропуски работы по уважительным причинам ($\eta_P = 0,96$).

$$\Phi_{DP} = (365 - 105 - 10 - 24) \cdot 8 \cdot 0,96 - 8 \cdot 0,96 = 1728 \text{ ч}$$

$$\Phi_{DO} = \Phi_{HO} \cdot \eta_o,$$

где η_0 – коэффициент использования оборудования, учитывающий простои в ремонте и техническом обслуживании ($\eta_0 = 0.97$).

$$\Phi_{до} = 2000 \cdot 0.97 = 1940 \text{ ч}$$

Определим количество станков необходимых для выполнения производственной программы:

$$N_{СТ} = \frac{\sum S}{P \cdot \Phi_{НО}}, \quad (2.5)$$

где P – производительность восстановления электроконтактной приваркой металлической ленты.

$$N_{СТ} = \frac{6517935}{20000 \cdot 1940} = 0,18 \text{ шт.}$$

Принимаем один наплавочный станок.

Общую трудоемкость по восстановлению шлицевых валов рассчитываем по формуле:

$$T_{об} = \sum T_M \cdot n$$

где $\sum T_M$ – сумма штучного времени всех операций по восстановлению вала гидромотора кормоуборочного комбайна КСК-100, $\sum T_M = 7,4$ чел.-ч.

n – количество приведенных к валу гидромотора восстановлений.

n определим по формуле:

$$n = \frac{\sum S}{\sum S_{ГМ}}$$

где $\sum S_{ГМ}$ – площадь восстановления вала гидромотора.

$$n = \frac{6517935}{156749} = 41,5 \text{ шт}$$

$$T_{об} = 7,8 \cdot 41,5 = 323,7 \text{ чел.-ч.}$$

Число производственных рабочих рассчитывается следующим образом:

$$P_P = \frac{T_{об}}{\Phi_{ДР} \cdot k_S}$$

где k_S – число станков, одновременно обслуживаемых одним рабочим.

$$P_P = \frac{323,7}{1728 \cdot 1} = 0,18 \text{ чел}$$

Площадь участка рассчитаем по площади, занимаемой оборудованием, с учетом переходного коэффициента

$$F_{уч} = F_0 \cdot \delta$$

где F_0 – площадь занимаемая оборудованием;

δ – переходной коэффициент, $K=5,5 \dots 6,5$ [].

Таблица 2.2 - Перечень оборудования проектируемого участка восстановления

Наименование оборудования	Габаритные размеры оборудования, мм	Количество, шт	Занимаемая площадь, м ²
Стеллаж для инструмента РО-2804	2340×1400×500	1	3,20
Сварочный преобразователь ПСО-500	1275 × 770×500	4	3,90
Установка для наплавки под слоем флюсом	3180×1580×1210	1	5,02
Стеллаж для деталей СО-3603	1400×1000×1200	3	1,40
Стол для электродуговой сварки	1395×645×625	1	0,89
Сварочный выпрямитель ВКС-300	953*630*785	1	0,60
Стол для газосварочных работ	1395×645×645	1	0,89
Тележка	1700×665×900	1	1,13
Установка для плазменной наплавки	3180×1580×1210	1	5,02
Поворотный консольный кран	870×650	1	0,56
Установка для электроконтактной приварки металлической ленты	2335×1080×1250	1	2,52
Итого			25,13

$$F_{уч} = 25,13 \cdot 5,5 = 138,2 \text{ м}^2$$

Планировка участка восстановления приведена на 3 листе графического материала.

3 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЛИНОМЕРНЫХ ДЕТАЛЕЙ МАШИН КОНТАКТНОЙ ПРИВАРКОЙ ЛЕНТЫ

3.1 Обоснование и выбор рационального способа восстановления

На участке восстановления могут восстанавливаться многие детали вращения цилиндрических форм.

Оптимальным является такой способ восстановления детали, который позволяет устранить ее дефект при наименьших материальных, трудовых затратах и восстанавливать ее работоспособность до уровня не ниже 80% от установленного для новой детали.

Рациональный способ восстановления деталей определяют, пользуясь критериями технологическим, техническим и технико-экономическим.

Технологический критерий предусматривает возможность применения нескольких способов восстановления детали. Изношенные поверхности вала механизма привода очистки можно восстановить несколькими способами, в том числе и электроконтактной приваркой стальной ленты.

Технический критерий оценивает каждый способ устранения дефектов детали с точки зрения восстановления свойств поверхности, то есть обеспечения работоспособности за счет достаточной твердости, износостойкости, сцепляемости покрытия восстановленной детали.

Технико – экономический критерий связывает стоимость восстановления детали с ее долговечностью после устранения дефектов.

Рассмотрим по техническому и технико-экономическому критерию три наиболее подходящих способа восстановления детали.

Технический критерий выражается через коэффициент долговечности, под которым понимается отношение долговечности восстановленной детали к долговечности новой детали.

По физическому смыслу коэффициент долговечности пропорционален сроку службы деталей в эксплуатации, и, следовательно, рациональным по этому критерию будет способ, у которого $K_D \rightarrow \max$

Коэффициент долговечности K_D определяется по формуле /15/

$$K_D = K_U \cdot K_B \cdot K_{CC} \cdot K_P, \quad (3.1)$$

где K_U – коэффициент износостойкости;

K_B – коэффициент выносливости;

K_{CC} – коэффициент сцепляемости.

K_P – поправочный коэффициент, учитывающий фактическую работоспособность восстановленной детали в условиях эксплуатации, $K_P = 0,8 \dots 0,9$.

Для вибродуговой наплавки:

$$K_D = 1 \cdot 0,62 \cdot 1 \cdot 0,85 = 0,527$$

Для приварки стальной ленты:

$$K_D = 1 \cdot 0,98 \cdot 1 \cdot 0,85 = 0,833$$

Для плазменной наплавки:

$$K_D = 0,86 \cdot 0,83 \cdot 1 \cdot 0,85 = 0,606$$

Как видно, наибольший коэффициент долговечности имеет восстановление детали приваркой стальной ленты.

Рассмотрим по технико – экономическому критерию данный способ восстановления, имеющий наибольший коэффициент долговечности.

Эффективным считается способ, у которого $K_T \rightarrow \min$

Технико-экономический критерий является функцией двух аргументов – коэффициента долговечности восстановленной детали K_D и показателя экономичности \mathcal{E} .

$$K_{T-\mathcal{E}} = f(K_D; \mathcal{E}), \quad (3.2)$$

Показатель экономичности предлагаемого способа восстановления может быть получен из сравнения стоимости восстановления детали C_B и стоимости новой детали C_H .

Для сравнения можно пользоваться отношением стоимости восстановления и коэффициента долговечности $\frac{C_e}{K_d}$. Себестоимость восстановления 1 м^2 электроконтактной приварки ленты 28 у.е/м^2

$$\frac{C_e}{K_d} = \frac{28}{0,833} = 33,6\text{ у.е/м}^2$$

3.2 Восстановление вала механизма привода очистки контактной приваркой ленты

Для электроконтактной приварки ленты на наружные цилиндрические поверхности вала применяют установку 011-1-02Н, а для приварки проволоки на резьбы — установку 011-1-05.

Электроконтактной приваркой ленты восстанавливают изношенные поверхности под втулки подшипников вала, а проволоку для восстановления наружной резьбы. В зависимости от величины износа и требуемой твердости восстанавливаемой поверхности детали используют стальную ленту толщиной $0,2...1,0\text{ мм}$ и проволоку диаметром $1,6...1,8\text{ мм}$ с различным содержанием углерода и легирующих элементов.

При восстановлении изношенных поверхностей под втулки подшипников вала, с учетом припусков на механические операции используется лента толщиной $0,4\text{ мм}$. Перед приваркой стальной ленты ее очищают от масла, следов коррозии и заранее нарезают кусками, размеры которых равны размерам восстанавливаемого участка поверхности детали. При этом зазор на стыке концов ленты выдерживают не более $0,5\text{ мм}$. Приварку ленты производят в два перехода: вначале ее предварительно прихватывают отдельными точками около стыка концов, затем, включив продольную, подачу суппорта, производят сплошную приварку по винтовой линии. При использовании ленты толщиной более $0,8\text{ мм}$ или ленты из

высокоуглеродистых и пружинных сталей рекомендуется предварительно свернуть ее с помощью вальцов.

При восстановлении наружной резьбы деталей присочная проволока приваривается во впадину между витками, деформируясь и заполняя ее под давлением дискового электрода. Для обеспечения припуска на последующую обработку диаметр проволоки принимают равным шагу резьбы или больше его на 5...10%.

Усилие сжатия роликовых электродов принимаем равным 2000...3000Н, расход охлаждающей жидкости — до 2 л/мин.

В таблице 3.1 приведем твердость слоя, полученного приваркой ленты из разных марок сталей.

Таблица 3.1 - Твердость слоя, полученного контактной приваркой ленты

Марка стали ленты	Твердость по Викерсу, Н	Твердость по Роквеллу, HRC
20	350	30...35
40	340...450	30...45
45	450...500	45...50
55	500...600	50...55
40X	600...700	55...60
65Г	700...800	60...65

Ленту следует подбирать с учетом получения необходимой твердости восстанавливаемой поверхности детали.

Толщина ленты берется в пределах 0,2...1 мм.

3.3 Маршрутная технология восстановления вала механизма привода очистки

Под маршрутной технологией понимают технологию, направленную на восстановление деталей, имеющих определенное сочетание дефектов.

Технология восстановления детали может быть различной в зависимости от сочетания дефектов.

При восстановлении вала маршрутная технология состоит из дефектовочной, токарной, наплавочной, шлифовальной, контрольной операций.

005 Моечная

Производится очистка детали от загрязнения и промывка техническим моечным средством МС-37, концентрация 10г/л, $t=70^{\circ}\text{C}$ на моечной установке ОМ-14251. Затем детали просушиваются. Данная операция занимает небольшое количество времени. $T_{\text{ПЗ}} = 6$ мин; $T_{\text{ШТ}} = 12$ мин.

010 Дефектовочная операция

В процессе дефектовочной операции определяют геометрические размеры поверхностей вала, виды износа, проверяют на наличие и расположение трещин магнитным дефектоскопом ПМД-70. Основные дефекты – изгиб вала до размера более 1 мм, повреждение резьбы, износ поверхностей под втулки подшипников. $T_{\text{ПЗ}} = 12$ мин ; $T_{\text{ШТ}} = 12$ мин.

015 Наплавочная операция

Данная операция заключается в приварке проволоки на изношенную поверхность резьбы М16 по всей длине. Диаметр проволоки выбираем 1,6...1,8 мм с учетом припуска на механическую обработку с дальнейшим нарезанием новой резьбы. Наплавочную операцию осуществляют на установке 011-1-05. $T_{\text{ПЗ}} = 24$ мин; $T_{\text{ШТ}} = 30,5$ мин.

020 Токарная операция

В процессе данной операции протачиваются поверхности после наплавки проволоки, с последующим нарезанием резьбы М16. Операция производится на токарно-винторезном станке 1К62, резцами с пластинками из сплава ВК6. $T_{\text{ПЗ}} = 6$ мин; $T_{\text{ШТ}} = 12$ мин.

025 Шлифовальная операция

Шлифуют поверхности перед наплавочной операцией для устранения овальности и конусности. Операцию осуществляют на круглошлифовальном

станке 3В164Б с припуском 0,2 мм. При шлифовании базовыми поверхностями служат центровые отверстия вала. $T_{ПЗ} = 12$ мин; $T_{ШТ} = 14$ мин

030 Наплавочная операция

Наибольшее время из всего технологического процесса восстановления вала занимает приварка ленты. Это также зависит от количества наплавляемых поверхностей вала. После установки вала в патрон шпинделя, подводят установку 011-1-02Н к месту восстанавливаемой поверхности. Приварку ленты производят в два перехода: вначале ее предварительно прихватывают отдельными точками около стыка концов, затем, включив продольную подачу суппорта, производят сплошную приварку по винтовой линии. Толщину ленты выбирают с учетом припуска на последующую механическую обработку. $T_{ПЗ} = 20$ мин; $T_{ШТ} = 35,24$ мин.

035 Шлифовальная операция

Шлифовальная операция обработки покрытия, наносимого на изношенные поверхности, является завершающим этапом в технологии восстановления детали. Операция осуществляется кругами из электрокорунда хромистого при твердости СМ1-СМ2 и скорости 30-35 м/с. К основным элементам режима резания относятся: глубина резания t в мм; подача S в мм/об; скорость резания V мм/мин; или частота вращения n мин⁻¹.

040 Контрольная операция

Контроль качества восстановленных поверхностей вала производят с помощью метрических инструментов. Шероховатость проверяют сравнением эталонов шероховатости с восстановленной поверхностью. Твердость проверяют твердомером ТК-2, при этом замеры производят в двух плоскостях. Овальность и конусность поверхностей должна быть не более 0,015мм.

3.3.1 Выбор режимов и оборудования для электроконтактной приварки металлической ленты

Для электроконтактной приварки ленты на наружные цилиндрические поверхности применяют установку 011-1-02Н. Требуемая твёрдость поверхности вала под втулки подшипников качения по Роквеллу составляет HRC 30...35.

Ориентировочный режим приварки ленты толщиной 0,6 мм электродами с широкой рабочей части 4...5 мм на поверхность диаметром 34,75мм []:

- частота вращения детали – 7...12 мин⁻¹;
- амплитуда импульса тока-16...18 кА;
- продолжительность импульсов тока – 0,06 с;
- продолжительность пауз – 0,10 с;
- усилие сжатия роликовых электродов – 2000...3000 Н;
- подача сварочных клещей – 3...4 мм/об
- емкость батарей конденсаторов – 6400 мкФ
- напряжение – 325...380 В
- расход охлаждающей жидкости – 1,5 – 2,0 л/мин.

Поверхность детали после приварки шлифуется на номинальный размер на шлифовальном станке 3В164Б.

3.3.2 Расчёт норм времени на электроконтактную приварку ленты

Норму времени на электроконтактную приварку ленты рассчитываем по формуле:

$$T_n = T_o + T_B + T_{доп} + \frac{T_{ПЗ}}{n}, \quad (3.3)$$

где T_o – основное время приварки, мин;

T_B – вспомогательное время, мин;

$T_{доп}$ – дополнительное время, мин;

$T_{ПЗ}$ – подготовительно-заключительное время, мин;

n – количество деталей в партии, шт.

Принимаем $n = 6$ шт.

$T_B = 2 \dots 4$ мин

$$T_O = \frac{\pi \cdot d \cdot l}{V_n \cdot S} \cdot n, \quad (3.4)$$

где d – диаметр деталей, м;

V_n – скорость приварки, м/мин;

l – ширина поверхности приварки, м;

S – шаг приварки, м, $S = 0,004$ м;

n – количество поверхностей приварки на одной детали;

Скорость приварки вычисляем по формуле:

$$V_n = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000}, \quad (3.5)$$

где n – обороты шпинделя станка, $n = 10$ об/мин.

Скорость приварки ленты под втулку подшипника:

$$V_n' = \frac{3,14 \cdot 34,75 \cdot 10}{1000} = 1,09 \text{ м/мин}$$

Скорость приварки проволоки на резьбу:

$$V_n'' = \frac{3,14 \cdot 16 \cdot 10}{1000} = 0,50 \text{ м/мин}$$

Для поверхности под подшипник:

$$T_O = \frac{3,14 \cdot 0,0347 \cdot 0,095}{1,09 \cdot 0,004} \cdot 6 = 14,2 \text{ мин}$$

Для поверхности резьбы:

$$T_O = \frac{3,14 \cdot 0,016 \cdot 0,040}{0,50 \cdot 0,004} \cdot 6 = 6,03 \text{ мин}$$

$$T_{доп} = \frac{(T_O + T_B) \cdot K}{100} \quad (3.6)$$

$K = 8 \dots 10 \%$

Для поверхности под подшипник:

$$T_{доп} = \frac{(14,2 + 4) \cdot 10}{100} = 1,82 \text{ мин}$$

Для поверхности резьбы:

$$T_{доп} = \frac{(6,03 + 4) \cdot 10}{100} = 1,01 \text{ мин}$$

Для работ средней сложности:

$$T_{ПЗ} = 20 \text{ мин}$$

$$T_{оп} = T_o + T_v, \text{ мин} \quad (3.7)$$

Для поверхности под подшипник:

$$T_{оп} = 14,2 + 4 = 18,2 \text{ мин}$$

Для поверхности резьбы:

$$T_{оп} = 6,03 + 4 = 10,03 \text{ мин}$$

Штучное время вычисляем по формуле:

$$T_{шт} = T_{оп} + T_{доп}, \quad (3.8)$$

Для поверхности под подшипник:

$$T_{шт} = 18,2 + 1,82 = 20,02 \text{ мин}$$

Для поверхности резьбы:

$$T_{шт} = 10,03 + 1,01 = 11,04 \text{ мин}$$

$$T_{II} = 14,2 + 6,03 + 4 + 1,01 + \frac{20}{2} = 35,24 \text{ мин}$$

Производим шлифование поверхности под втулку подшипника диаметром 35 мм.

Установим режим обработки: глубина шлифования $t = 0,030$ мм/ход; продольная подача $S_{пр} = 20$ мм/об; окружная скорость вращения детали $V_o = 20$ м/мин.

Частоту вращения детали определяем по формуле:

$$n = \frac{V_o}{\pi \cdot D}, \quad (3.9)$$

где D – диаметр цапфы, м

$$n = \frac{20}{3,14 \cdot 0,035} = 181,9 \text{ мин}^{-1}$$

Принимаем $n = 200 \text{ мин}^{-1}$

Число проходов для снятия припуска находим по формуле:

$$i = \frac{n}{t}, \quad (3.10)$$

где n – припуск на шлифование, мм

$$i = \frac{0,2}{0,03} = 6,6$$

Принимаем $i = 7$.

Основное время определяем по формуле:

$$T_0' = \frac{L \cdot i}{n \cdot S_{np}} K_3, \quad (3.11)$$

где K_3 – коэффициент запаса, $K_3 = 1,5$

$$T_0' = \frac{155 \cdot 7}{200 \cdot 20} \cdot 1,5 = 0,41 \text{ мин.}$$

Полное основное время:

$$T_{0_1} = 2T_0' = 2 \cdot 0,41 = 0,81 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время берем из []:

$$T_B = 1,6 \text{ мин.}$$

4 ОПИСАНИЕ УСТАНОВКИ ДЛЯ ДРОБИЛКИ ФЛЮСА И ПРИНЦИП ЕГО РАБОТЫ

Дробилка состоит из рамы 9, на которой смонтированы вальцы 1 и 2 на подшипниковых опорах, причем вальцы 1 предварительного измельчения расположены над вальцами 2 окончательного измельчения. Для интенсификации крошения вальцы выполнены нарезными, причем один валец вращается в два раза быстрее второго. Это позволяет перетирать частицы, а не раздавливать их. Благодаря этому исключается эффект прокатки ленты. Вальцы предварительного измельчения измельчают частицы флюса от размера 20...30 мм до размера 10...15 мм. Вальцы окончательного измельчения выдают частички размером до 2 мм.

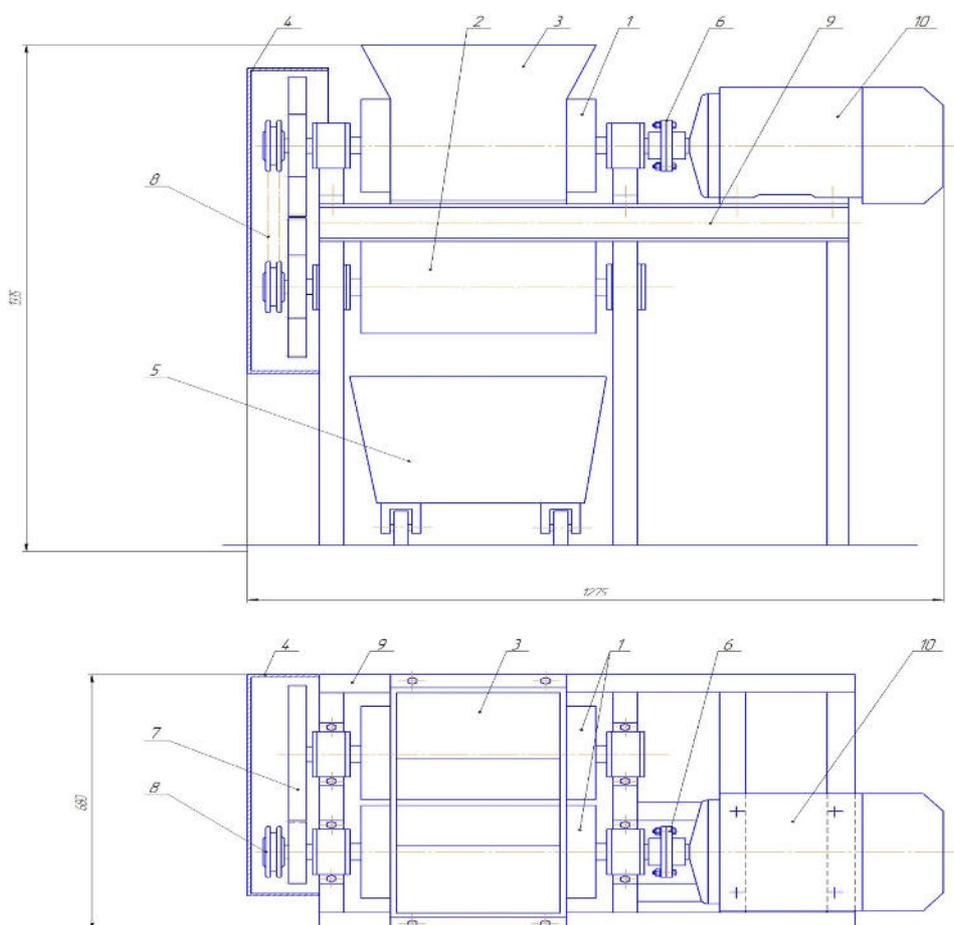


Рисунок 4.1 – Проектируемая дробилка флюса

					<i>ВКР 35.03.06.354.17.ДФ.000.00.ПЗ</i>		
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>	<i>Дробилка для флюса</i>		
<i>Разраб.</i>	<i>Проб.</i>	<i>Хикматуллин Р.Р.</i>	<i>Ахметзянов Р.Р.</i>				
<i>Н. контр.</i>	<i>Утверд.</i>	<i>Марданов Р.Х.</i>	<i>Адигамов Н.Р.</i>		<i>Казанский ГАУ ИМУТС каф. ТС</i>		

Быстроходный валец соединен муфтой 6 с валом электродвигателя 10. Вращение на тихоходный валец передается зубчатой передачей 7, причем передаточное число зубчатой передачи $U_3 = 2$. Это обеспечивает вращение тихоходного вальца в два раза медленнее быстроходного. От быстроходного вальца предварительного измельчения вращение на быстроходный валец окончательного измельчения передается цепной передачей 8 с передаточным числом $U_{Ц} = 1$.

Под вальцами установлен контейнер 5 для сбора измельченного флюса. Для загрузки дробилки верхней части установлена приемная воронка 3, которая так же служит для направления и ограничения ширины измельчаемой массы.

4.1 Расчет конструктивных параметров измельчителя

Исходный материал для измельчения представляет собой комки различной формы и размеров (от 0,5 до 3 см). При таком разбросе размеров необходимо измельчение производить в два этапа – предварительное измельчение и окончательное измельчение.

Для измельчения флюса выбираем нарезные вальцы.

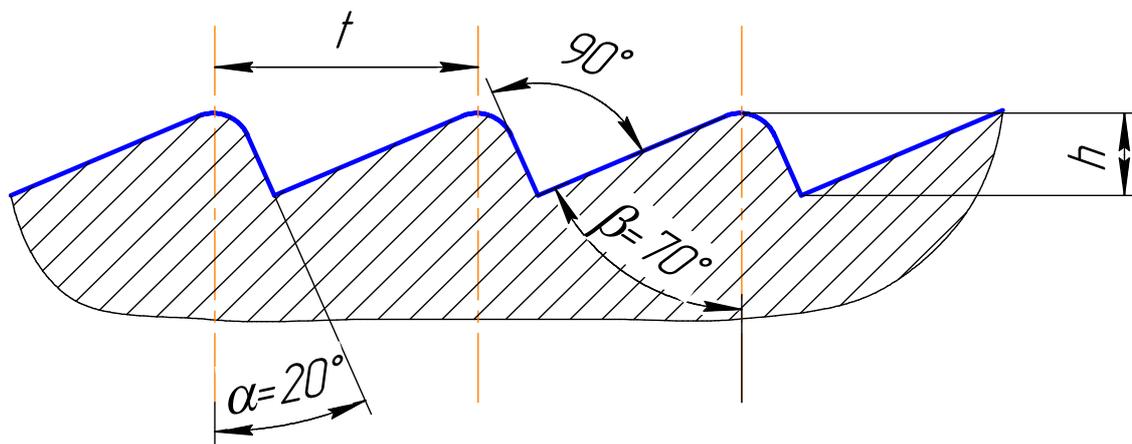


Рисунок 4.2 - Профиль рифлей вальцов.

$\alpha = 20^\circ$ – угол острия, $\beta = 70^\circ$ – угол спинки, t – шаг рифлей, h – высота рифлей.

Ив. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. № подл.	Взам. инв. № дубл.	Подпись и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ВКР 35.03.06.354.17.ДФ.000.00.ПЗ

Лист

Для валцов предварительного измельчения принимаем число рифлей на 1 см длины окружности $n_p = 2$ и для валцов предварительного измельчения $n_p = 5$.

Тогда шаг рифлей для валцов предварительного измельчения определим по формуле

$$t = \frac{10}{n_p} = \frac{10}{2} = 5 \text{ мм} \quad (4.1)$$

Для валцов окончательного измельчения

$$t = \frac{10}{n_p} = \frac{10}{5} = 2 \text{ мм}$$

Исходя из выбранного профиля, высоту рифлей валцов предварительного измельчения определим по формуле

$$h = \frac{t \cdot \sin 2\alpha}{2} = \frac{5 \cdot \sin 2 \cdot 20}{2} = 1,6 \text{ мм} \quad (4.2)$$

Для валцов окончательного измельчения

$$h = \frac{t \cdot \sin 2\alpha}{2} = \frac{2 \cdot \sin 2 \cdot 20}{2} = 0,6 \text{ мм}$$

Минимальный допустимый диаметр валцов ограничивается предельным углом захвата валцами частицы, который по величине равен углу трения частицы о поверхность вальца.

Как видно из рисунка 4.2 диаметр вальца определяется по формуле

$$D \cdot (1 - \cos \alpha) = a - \Delta \quad (4.3)$$

где D – диаметр вальца, мм;

a – максимальный размер частиц перед измельчением, мм;

Δ – величина зазора между валцами;

α – угол захвата частицы.

Ив. № подл.	Подпись и дата
Взам. инв. № подл.	Подпись и дата
Взам. инв. № дубл.	Подпись и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	<i>ВКР 35.03.06.354.17.ДФ.000.00.ПЗ</i>	Лист

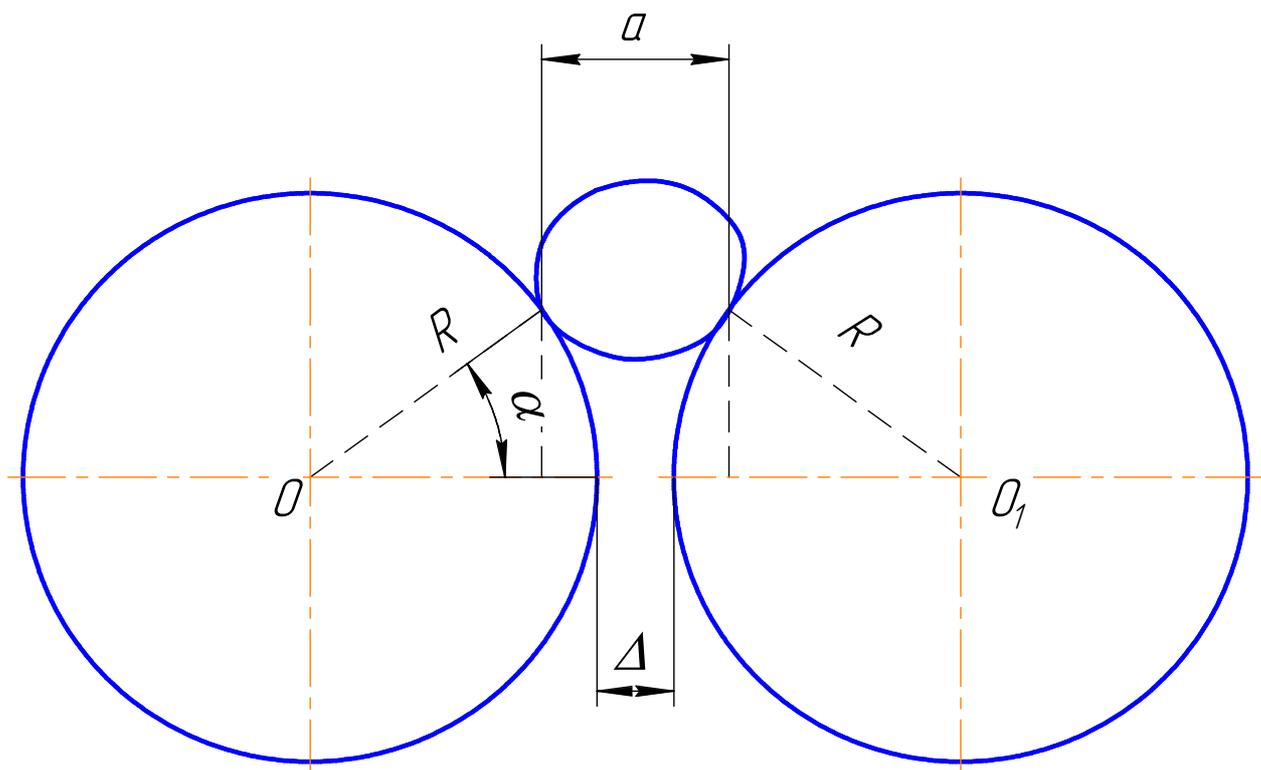


Рисунок 4.3 - Схема к определению диаметра вальцов.

Принимаем угол захвата равным углу трения частицы о поверхность вальца $\alpha = \varphi = 20^\circ$.

Отсюда минимальный диаметр вальцов предварительного измельчения определим по формуле

$$D_{\min} = \frac{a - \Delta}{1 - \cos \varphi} = \frac{30 - 16}{1 - \cos 20} = 232 \text{ мм} \quad (4.4)$$

Принимаем диаметр вальцов предварительного измельчения $D = 250 \text{ мм}$.

Для вальцов окончательного измельчения

$$D_{\min} = \frac{a - \Delta}{1 - \cos \varphi} = \frac{16 - 2}{1 - \cos 20} = 232 \text{ мм}$$

Принимаем диаметр вальцов предварительного измельчения $D = 250 \text{ мм}$.

Для более интенсивного крошения частиц вальцами и исключения пластичной деформации частиц (раскатки в ленту) вальцы должны вращаться с разной скоростью. Отношение скоростей вальцов называется дифференциалом скорости. Для нарезных вальцов $K = 1,5 \dots 2,5$. Для нашей дробилки принимаем $K = 2$.

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

$$N = Q \cdot A_{изм} = 1,4 \cdot 2332 = 3265 \text{ Вт} = 3,3 \text{ кВт} \quad (4.11)$$

где $Q = 1,4 \text{ кг/с}$ – производительность дробилки.

Для привода обеих пар валцов выбираем электродвигатель 4АС132М6У3 мощностью $N_{дв} = 8,5 \text{ кВт}$, частотой вращения вала $n = 940 \text{ мин}^{-1}$.

Инв. № подл.	Подпись и дата				Взам. инв. № дубл.	Подпись и дата
	Взам. инв. № подл.					
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ВКР 35.03.06.354.17.ДФ.000.00.ПЗ	

5 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ПРОЕКТА

5.1 Обеспечение условий и безопасности труда на производстве

Объектом выпускной квалификационной работы является участок восстановления изношенных деталей электроконтактной приваркой в частности установка для измельчения флюса.

Деталь поступает на участок восстановления после операции: мойки, дефектовки, правки и шлифования. На изношенную подготовленную поверхность приваривается стальная лента, после чего деталь проходит операции: шлифования и контроля.

При рубке, резке металла, заправке, наварке и заточке инструмента необходимо работать в специальных защитных очках и рукавицах. Стружки, обрезки и опилки металла удаляют щетками, скребками, крючками или другими приспособлениями. Сдувание их или сгребание незащищенной рукой запрещается.

При работе по ремонту и установке оборудования следят за наличием ограждений опасных зон на рабочих местах, правильным использованием приспособлениями, предназначенными для удобства работы и безопасности работающих, отсутствием работающих на оборудовании при его перемещении и подъеме, уборкой инструментов.

При использовании средств малой механизации следят за их исправностью, правильной установкой и креплением. Оси блоков должны быть прочно и неподвижно закреплены в щеках с помощью гаек и шплинтов; оси, ролики, крюк, подвеска, и щеки не должны иметь трещин и других дефектов. Реечные и винтовые домкраты необходимо устанавливать с поддомкратными и наддомкратными прокладками. Прокладки должны быть установлены перпендикулярно оси домкрата. Для проверки соосности совмещения отверстий применяют специальные оправки. Проверять совмещение отверстий пальцами запрещается.

Электросварочные агрегаты подключает к сети и отключает от нее аттестованный электромонтер, он же наблюдает за их исправным состоянием в процессе эксплуатации.

Оборудование (станки, аппараты, механизмы) должно быть установлено и закреплено на прочных фундаментах или станинах. Над съемными деталями массой более 20кг следует устанавливать крюки для подвески талей, блоков, а для группы станков, установленных в одном ряду – монорельс с талью.

Для работы на станках допускаются лица старше 18 лет, прошедшие специальное обучение и получившие удостоверение, прошедших проверку знаний и медицинский осмотр. Лица имеющие перерыв в работе, на которую они нанимаются, более трех лет, а с повышенной сложностью – более 12 месяцев, должны пройти обучение и проверку знаний по безопасности труда до начала самостоятельной работы.

Работающий должен пользоваться спецодеждой и средствами индивидуальной защиты. Применяемый инструмент и приспособления должны быть исправными, не изношены и отвечать безопасным условиям труда. До начала работы проверяют наличие и исправность ограждений, заземляющих предохранительных устройств и охлаждающих жидкостей, устройств для крепления инструмента.

Перед каждым включением станка необходимо убедиться, что пуск никому не угрожает опасностью. На холостом ходу проверяют работу и исправность органов управления, систем смазки и охлаждения, фиксацию рычагов переключения станка с холостого хода на рабочий.

При выполнении шлифовальных работ необходимо обязательно надеть защитные очки или опустить защитный экран, чтобы минеральная пыль или частицы металла не травмировала глаза. Проверяют надежность крепления защитного кожуха и исправность защитного экрана. Пускают станок, убеждаются в его исправности и безопасности.

Подают деталь на круг плавно без рывков и резкого нажима, при этом следует избегать нахождения в плоскости возможной траектории полета кусков разорвавшегося круга.

Нельзя прикасаться к абразивному кругу до полной его остановки. Необходимо следить за биением шпинделя, которое не должно превышать значений, технических требований, а также за тем, чтобы изнашивался равномерно по всей ширине поверхности. Нельзя работать боковой поверхностью абразивного круга, если круг не предназначен специально для данной работы. Рекомендуется оберегать круг от ударов и толчков. Работают только фронтальной поверхностью круга, предназначенного для этой работы. Нельзя приближать лицо к вращающемуся шпинделю.

Абразивную пыль удаляют специальной щеткой и совком.

Ограждения и предохранительные устройства снимают на неработающем станке.

Нельзя работать в рукавицах, перчатках или забинтованными пальцами рук, применять рычаги для увеличения нажима на круг. Во время работы нельзя облакачиваться на станок, брать и подавать через него предметы, отвлекаться.

5.2 Мероприятия по охране окружающей среды

В настоящее время мероприятия по охране окружающей среды приобрели огромное значение в связи с ухудшением экологической обстановки.

Проблема окружающей среды приобретает все большее значение в связи с ростом населения; развитием техники; промышленным освоением новых территорий; бездумным потреблением недр земли, атмосферного воздуха, водных ресурсов, растительного и животного мира.

В РТП, и на территории прилегающей к нему, источниками загрязнения окружающей среды являются: отработанные газы

автотракторных двигателей; сливные горюче-смазочные материалы, рабочие жидкости, применяемые в различных системах тракторов и автомобилей; сточные воды, использованные при мойке деталей, двигателей, тракторов и автомобилей; промышленные отходы. Сточные воды, выходящие из мастерской не очищаются и служат причиной загрязнения водоемов и почвы.

Необходимо отметить, что РТП такие мероприятия практически не проводятся - нет очистных сооружений для очистки использованной технологической воды, нет фильтров и дымоуловителей на вентиляционных трубах и трубах котельной, то есть практически все вредные вещества, образующиеся в процессе ремонта и восстановления, выбрасываются в окружающую среду.

Нарушение условия хранения и использования горюче-смазочных материалов вызывает вредное воздействие на окружающую среду. В зоне хранения горюче-смазочных материалов наблюдаются вредные запахи из-за утечки паров ГСМ, на земле наблюдаются пятна и лужи от пролитых горюче-смазочных материалов.

Для предотвращения вреда, который могут нанести окружающей среде вышеназванные факторы, предлагаются следующие мероприятия:

- Установить фильтры-очистители и дымоуловители в системе вентиляции и на трубе котельной;
- Установить на территории контейнеры для мусора;
- Производственные отходы нужно отправлять в отсортированном виде в пункты приема вторичного сырья или на свалку, расположенную за пределами города;
- Озеленение территории хозяйства путем посадки деревьев лиственных пород, кустарников и оборудования газонов. При этом за счет

поглощения растениями углекислого газа и выделения кислорода будет компенсироваться вред, наносимый выхлопными газами;

- Отработанные смазочные материалы и рабочие жидкости нужно собирать в емкости 200 л, а затем отправлять на переработку;

- Для очистки сточной использованной воды нужно установить грязесборники и отстойники, откуда можно удалить осадки при помощи погрузчиков и автомашин. Дополнительно нужно предусмотреть очистку сточных вод при помощи специальных растворов;

- Повторное использование очищенных вод (из моечных машин путем их отстоя и последующего более тонкого отделения грязи от воды;

- Для удаления масел и других нефтепродуктов необходимо установить ящики с песком или опилки, с последующим вывозом на свалку;

- Установить в вытяжных устройствах сварочных мест очистные фильтры;

- Для сбора отходов производства и другого мусора на рабочих местах поставить металлические ящики, а возле дверей и в местах курения – урны, после чего накопившийся мусор вывозить на свалку.

Нельзя допускать сброса отходов производства и мусора в реку, в другие водоемы и в местах, где свалка мусора запрещена. За сброс мусора в запрещенных местах администрацией района предусмотрена система штрафов.

Хранение и транспортирование материалов с опасными и вредными веществами должны осуществляться способами, исключающими возможность их попадания в почву, водоемы, канализацию, водопроводную систему, гравирования, интоксикации, возгорания, взрыва или других неблагоприятных последствий по ГОС 12.1.005.

6 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

6.1 Экономическое обоснование конструкции дробилки флюса

Затраты на изготовление конструкции дробилки флюса определяют по формуле:

$$C_{\text{ц.констр.}} = C_{\text{к}} + C_{\text{о.д}} + C_{\text{п.д}} \cdot K_{\text{нац}} + C_{\text{сб.п}} + C_{\text{оп}} + C_{\text{накл}}, \quad (6.1)$$

Стоимость изготовления корпусных деталей конструкции дробилки флюса определяют по формуле:

$$C_{\text{к}} = Q_{\text{п}} \cdot \text{Ц}_{\text{к.д}}, \quad (6.2)$$

где $Q_{\text{п}}$ – масса материала, израсходованного на изготовление корпусных деталей конструкции дробилки флюса, кг.;

$\text{Ц}_{\text{к.д}}$ – средняя стоимость 1 кг готовых деталей, руб.

$$C_{\text{к}} = 65 \cdot 34,50 = 2242 \text{ руб.}$$

Затраты на изготовление оригинальных деталей конструкции дробилки флюса определяют по формуле:

$$C_{\text{о.д}} = C_{\text{зп}} + C_{\text{м}}, \quad (6.3)$$

где $C_{\text{зп}}$ – заработная плата производственных рабочих, занятых на изготовление оригинальных деталей, руб.;

$C_{\text{м}}$ – стоимость материала заготовок для изготовления оригинальных деталей, руб.

Заработную плату производственных рабочих, занятых на изготовление оригинальных деталей конструкции дробилки флюса определяют по формуле:

$$C_{\text{зп}} = C_{\text{пр}} + C_{\text{доп}} + C_{\text{соц}}, \quad (6.4)$$

где $C_{\text{пр}}$ – основная заработная плата, руб.;

$C_{\text{д}}$ – дополнительная заработная плата, руб.;

$C_{\text{соц}}$ – начисления по социальному страхованию, руб.

Основную заработную плату определяют по формуле:

$$C_{\text{пр}} = Z_{\text{ч}} \cdot T_{\text{ср}} \cdot K_{\text{т}}, \quad (6.5)$$

где T_{cp} – средняя трудоемкость на изготовление оригинальных деталей, чел.·час;

$$C_{пр} = 110 \cdot 18 \cdot 1,03 = 2039 \text{ руб.}$$

Дополнительную заработную плату определяют по формуле:

$$C_{доп} = \frac{(5 \dots 12) \cdot C_{пр}}{100}. \quad (6.6)$$

$$C_{доп} = \frac{10 \cdot 2039}{100} = 204 \text{ руб.}$$

Начисления по социальному страхованию определяют по формуле:

$$C_{соц} = \frac{4,4 \cdot (C_{пр} + C_{д})}{100}. \quad (6.7)$$

$$C_{соц} = \frac{4,4 \cdot (2039 + 204)}{100} = 98,7 \text{ руб.}$$

$$C_{зп} = 2039 + 204 + 98,7 = 2342 \text{ руб.}$$

Стоимость материала заготовок определяют по формуле:

$$C_{м} = Ц \cdot Q_3, \quad (6.8)$$

где $Ц$ – цена 1 кг материала заготовок, руб.;

Массу заготовки определяют из выражения:

$$Q_3 = \frac{Q_{д}}{K_3}, \quad (6.9)$$

где $Q_{д}$ – масса детали, кг;

$$Q_{заг} = \frac{30}{0,7} = 43 \text{ кг.}$$

$$C_{м} = 43 \cdot 34,80 = 1496 \text{ руб.}$$

$$C_{од} = 2342 + 1496 = 3838 \text{ руб.}$$

Зарботную плату производственных рабочих, занятых на сборке конструкции дробилки флюса определяют по формуле:

$$C_{зп.сб.п} = C_{сб} + C_{д.сб} + C_{соц.сб}, \quad (6.10)$$

где $C_{сб}$, $C_{д.сб}$, $C_{соц.сб}$ – соответственно, основная и дополнительная зарплата, начисления по социальному страхованию, руб.

Основную заработную плату рабочих, занятых на сборке конструкции дробилки флюса определяют по формуле:

$$C_{сб} = T_{сб} \cdot C_{\eta} \cdot K_t, \quad (6.11)$$

где $T_{сб}$ – трудоемкость на сборку конструкции дробилки флюса, чел.·час.

$$C_{сб} = 6 \cdot 110 \cdot 1,03 = 680 \text{ руб.}$$

Дополнительную заработную плату определяют по формуле:

$$C_{д.сб} = \frac{(5 \dots 12) C_{сб}}{100}. \quad (6.12)$$

$$C_{д.сб} = \frac{10 \cdot 680}{100} = 68 \text{ руб.}$$

Начисления по социальному страхованию определяют по формуле:

$$C_{соц.сб} = \frac{4,4(C_{сб} + C_{д.сб})}{100}. \quad (6.13)$$

$$C_{соц.сб} = \frac{4,4 \cdot (680 + 68)}{100} = 33 \text{ руб.}$$

$$C_{зп.сб.п} = 680 + 68 + 33 = 781 \text{ руб.}$$

Общепроизводственные накладные расходы на изготовление конструкции дробилки флюса определяют по формуле:

$$C_{оп} = \frac{C_{пр}^1 \cdot \Pi_{оп}}{100}, \quad (6.14)$$

где $C_{пр}^1$ – основная заработная плата рабочих, участвующих в изготовлении конструкции дробилки флюса, руб.;

$\Pi_{оп}$ – процент общепроизводственных расходов, ($\Pi_{оп} = 69,5$).

$$C_{оп} = \frac{2039 \cdot 69,5}{100} = 1417 \text{ руб.}$$

$$C_{констр} = 2242 + 3838 + 9200 \times 1,5 + 781 + 1417 = 22078 \text{ руб.}$$

Таблица 6.1 - Исходные данные для расчета технико-экономических показателей конструкции дробилки флюса.

№ п/п	Наименование	Ед.измерения	Знач. показателя	
			исходный	проектир.

1	Масса конструкции дробилки флюса	кг	92	115
2	Балансовая стоимость	руб.	24100	22078
3	Количество обслуживающего персонала	Чел.	1	1
4	Разряд работы	разряд	4	4
5	Тарифная ставка	руб./чел.ч	110	110
6	Норма амортизации	%	13	13
7	Норма затрат на ремонт и техническое обслуживание	%	8	8
8	Годовая загрузка конструкции дробилки флюса	ч	150	150
9	Время 1 цикла	ч	2	1,5

Расчет технико-экономических показателей по обоим вариантам проводится в такой последовательности:

на стационарных работах периодического действия:

$$W_{\text{ч}} = \frac{60 \cdot q \cdot \gamma \cdot \tau}{T_{\text{ц}}}, \quad (6.15)$$

где $T_{\text{ц}}$ – время одного рабочего цикла, мин.

τ – коэффициент использования рабочего времени смены ($\tau = 0,60 \dots 0,95$).

$$W_{\text{ч0}} = \frac{60 \cdot 0,9}{120} = 0,45 \text{ шт/час.}$$

$$W_{\text{ч1}} = \frac{60 \cdot 0,9}{90} = 0,60 \text{ шт/час.}$$

Металлоемкость процесса определяют по формуле:

$$M_{\text{е}} = \frac{G}{W_{\text{з}} \cdot T_{\text{год}} \cdot T_{\text{сл}}}, \quad (6.16)$$

где G – масса конструкции дробилки флюса, кг;

$T_{\text{год}}$ – годовая загрузка приспособления, час;

$T_{\text{сл}}$ – срок службы приспособления, лет.

$$M_{e0} = \frac{92}{0,45 \times 150 \times 5} = 0,27 \text{ кг/шт.}$$

$$M_{e1} = \frac{115}{0,60 \times 150 \times 5} = 0,25 \text{ кг/шт.}$$

Фондоемкость процесса определяют по формуле:

$$F_e = \frac{C_6}{W_z \cdot T_{\text{год}}}, \quad (6.17)$$

где C_6 – балансовая стоимость конструкции дробилки флюса, руб.

$$F_{e0} = \frac{24100}{0,45 \times 150 \times 5} = 71,4 \text{ руб./шт.}$$

$$F_{e1} = \frac{22078}{0,60 \cdot 150 \times 5} = 49 \text{ руб./шт.}$$

Трудоемкость процесса находят из выражения:

$$T_e = \frac{n_p}{W_z}, \quad (6.18)$$

где n_p – количество рабочих, чел.

$$T_{e0} = \frac{1}{0,45} = 2,2 \text{ чел. ч/шт.}$$

$$T_{e1} = \frac{1}{0,6} = 1,7 \text{ чел. ч/шт.}$$

Энергоемкость процесса находят из выражения:

$$\mathcal{E}_e = \frac{N_e}{W_q}, \quad (6.19)$$

где N_e – мощность потребляемая установкой.

Себестоимость работы определяют по формуле:

$$S = C_{\text{зп}} + C_9 + C_{\text{рго}} + A \quad (6.20)$$

Затраты на заработную плату определяют по формуле:

$$C_{\text{зп}} = Z \cdot T_e, \quad (6.21)$$

$$C_{\text{зп0}} = 110 \times 2,2 = 242 \text{ руб./шт.}$$

$$C_{\text{зп1}} = 110 \times 1,7 = 187 \text{ руб./шт.}$$

Затраты на электроэнергию определяют по формуле:

$$C_9 = \Pi_9 \cdot \mathcal{E}_e, \quad (6.22)$$

где $C_э$ – комплексная цена электроэнергии, руб./кВт.

Затраты на ремонт и техническое обслуживание определяют по формуле:

$$C_{\text{рто}} = \frac{C_б \cdot N_{\text{рто}}}{100 \cdot W_ч \cdot T_{\text{год}}}, \quad (6.23)$$

где $N_{\text{рто}}$ – суммарная норма затрат на ремонт и техобслуживание, %.

$$C_{\text{рто0}} = \frac{24100 \cdot 8}{100 \cdot 0,45 \cdot 150} = 28,5 \text{ руб./шт.}$$

$$C_{\text{рто1}} = \frac{22078 \cdot 8}{100 \cdot 0,6 \cdot 150} = 19,6 \text{ руб./шт.}$$

Амортизационные отчисления по конструкции определяют по формуле:

$$A = \frac{C_б \cdot a}{100 \cdot W_ч \cdot T_{\text{год}}}, \quad (6.24)$$

где a – норма амортизации %.

$$A_0 = \frac{24100 \times 13}{100 \times 0,45 \times 150} = 46,4 \text{ руб./шт.}$$

$$A_1 = \frac{22078 \times 13}{100 \times 0,6 \times 150} = 31,9 \text{ руб./шт.}$$

$$S_0 = 242 + 28,5 + 46,4 = 317 \text{ руб./шт.}$$

$$S_1 = 187 + 19,6 + 31,9 = 239 \text{ руб./шт.}$$

Приведенные затраты определяют по формуле:

$$C_{\text{прив}} = S + E_n \cdot F_e = S + E_n \cdot k, \quad (6.25)$$

где E_n – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений, равный 0,15;

F_e – фондоемкость процесса, руб./ед;

k – удельные капитальные вложения, руб./ед.

$$C_{\text{прив0}} = 317 + 0,15 \times 71,4 = 328 \text{ руб./шт.}$$

$$C_{\text{прив1}} = 239 + 0,15 \times 49 = 246 \text{ руб./шт.}$$

Годовую экономию определяют по формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (S_0 - S_1) \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}}. \quad (6.26)$$

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (317 - 239) \times 0,6 \times 150 = 7020 \text{ руб.}$$

Годовой экономический эффект определяют по формуле:

$$E_{\text{год}} = (C_{\text{прив}}^0 - C_{\text{прив}}^1) \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}}.$$

$$E_{\text{год}} = (328 - 246) \times 0,6 \times 150 = 7380 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости капитальных вложений определяют по формуле:

$$T_{\text{ок}} = \frac{C_{\text{б1}}}{\mathcal{E}_{\text{год}}}, \quad (6.27)$$

где $C_{\text{б1}}$ – балансовая стоимость спроектированного конструкции дробилки флюса, руб.

$$T_{\text{ок}} = \frac{22078}{7020} = 3,1 \text{ года}.$$

Коэффициент эффективности дополнительных капитальных вложений определяют по формуле:

$$E_{\text{эф}} = \frac{\mathcal{E}_{\text{год}}}{C_{\text{б}}}. \quad (6.28)$$

$$E_{\text{эф}} = \frac{7020}{22078} = 0,3.$$

Таблица 6.2 – Сравнительные технико-экономические показатели эффективности конструкции дробилки флюса.

№ п/п	Наименование показателей	Базовый	Проект
1	Часовая производительность, ед./ч.	0,45	0,60
2	Фондоемкость процесса, руб./ед.	71,4	49
3	Металлоемкость процесса, кг./ед.	0,27	0,25
4	Трудоемкость процесса, чел*ч./ед.	2,2	1,7
5	Уровень эксплуатационных затрат, руб./ед.	317	239
6	Уровень приведенных затрат, руб./ед.	328	246
7	Годовая экономия, руб.	-	7020
8	Годовой экономический эффект, руб.	-	7380

9	Срок окупаемости капитальных вложений, лет	-	3,1
10	Коэффициент эффективности капитальных вложений	-	0,3

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Анурьев В.И. Справочник конструктора – машиностроителя. М.: Машиностроение, 1967. – 688с.
2. Артемов М.Е., Ковалевский Г.Г. Контроль качества ремонта сельскохозяйственных машин: Справочник – М.: Агропромиздат, 1985. – 324с.
3. Ачкасов К.А. Прогрессивные способы ремонта сельскохозяйственной техники – М.: Колос, 1984. – 271с.
4. Бабусенко С.М. Проектирование ремонтных предприятий. – М.: Агропромиздат, 1991. – 253с.
5. Богданов В.Н. Малежик И.Ф. и др. Справочное руководство по черчению. – М.: Машиностроение, 1989. – 648с.
6. Боголюбов С.К. Инженерная графика. – М.: Машиностроение, 2000. – 352с.
7. Ерохин М.Н., Карп,А.В. Детали машин и основы конструирования. – М.: КолосС, 2004. – 462с.
8. Ибрагимов В.С. Современные способы восстановления деталей машин. Учебное пособие. Ульяновский СХИ, 1988. – 57с.
9. Конарев Ф.М. Охрана труда. – М.: Колос, 1982. – 232с.
10. Левитский И.С. Организация ремонта и проектирование сельскохозяйственных ремонтных предприятий. – М.: Колос, 1977. – 158с.
11. Мягков В.Д. Палей М.А. и др. Допуски и посадки: в 2-х частях – 6-е изд. – Л.: Машиностроение, 1982. – Ч.1. 543с.
12. Мягков В.Д. Палей М.А. и др. Допуски и посадки: в 2-х частях – 6-е изд. – Л.: Машиностроение, 1983. – Ч.2. 448с.
13. Михайлов В.Н. Охрана труда в сельском хозяйстве. – М.: Агропромиздат, 1983. – 202с.

14. Новик Ф.С., Арсов Я.Б. Оптимизация процессов технологии металлов методами планирования экспериментов. – М.: Машиностроение, 1980. – 304с.
15. Серый И.С. Смелов А.П. и др. Курсовое дипломное проектирование по надежности и ремонту машин. – 4-е изд. – М.: Агропромиздат, 1991. – 184с.
16. Федорченко И.М., Францевич И.Н. Порошковая металлургия: Справочник., - Киев: Наук думка, 1985. – 624с.
17. Феодосьев В.И. Сопротивление материалов. – 8-е изд., стереотип. – М.: Наука Главная редакция физико-математической литературы, 1979. – 560с.
18. Перечень оборудования и оснастки для ремонта и технического обслуживания машинно-тракторного парка. М.: ГОСНИТИ, 1983. – 309с.
19. Технологические процессы и указания по восстановлению деталей контактной приваркой присадочных материалов. – М.: ГОСНИТИ, 1987. – 344с.
20. Типовые нормы времени на восстановление изношенных деталей. – М.: ГОСНИТИ, 1984. – 234 с.