

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский-технический университет
имени К.И.Сатпаева

Институт промышленной инженерии имени А.Буркитбаева
Кафедра «Стандартизация, сертификация и технология машиностроения»

Жакасова Меруерт Манаскызы

Разработать технологический процесс изготовления детали "корпус" и сборки
изделия "мельница", годовая программа 2500 штук

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

Специальность 5В071200 – Машиностроение

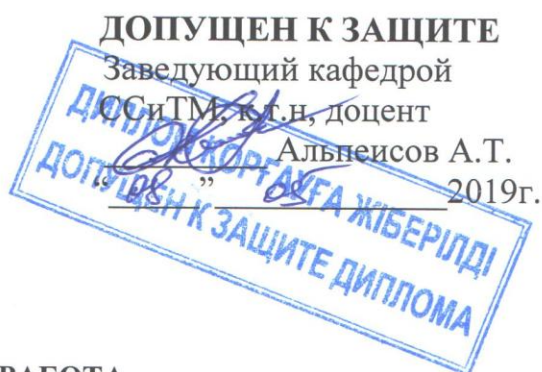
Алматы 2019

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

Казахский национальный исследовательский технический университет
имени К.И.Сатпаева

Институт промышленной инженерии имени А. Буркитбаева

Кафедра «Стандартизация, сертификация и технология машиностроения»



ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

На тему: «Разработать технологический процесс изготовления детали
"корпус" и сборки изделия "мельница", годовая программа 2500 штук»

по специальности: 5В071200–Машиностроение

Выполнила

Жакасова Меруерт Манаскызы

Рецензент

Научный руководитель

Магистр технических наук,

главный инженер,

(должность, уч. степень, звание)

кандидат технических

наук, профессор

(должность, уч. степень, звание)

Дюсебаев И.М.

(подпись)

Ф.И.О.

«30» апреля 2019 г.

Аскарров Е.С.

(подпись)

Ф.И.О.

«30» апреля 2019 г.



Алматы 2019

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский-технический университет
имени К.И. Сатпаева

Институт промышленной инженерии
Кафедра «Стандартизация, сертификация и технология машиностроения»
5В071200 – Машиностроение

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

ССиТМ, к.т.н, доцент

 Альпеисов А.Т.

« 06 » 11 2019г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение дипломной работы

Обучающемуся: Жакасовой Меруерт Манаскызы

Тема: Разработать технологический процесс изготовления детали "корпус" и сборки изделия "мельница", годовая программа 2500 штук.

приказом Ректора Университета № 1252-п от "06" ноября 2018г.

Срок сдачи законченной работы

"13" мая 2019г.

Исходные данные к дипломной работе: Разработка технологического процесса изготовления детали "корпус" и сборки изделия "мельница", годовая программа 2500 штук.

Краткое содержание дипломной работы:

а) Характеристика изготавливаемого изделия

б) Разработка технологического процесса

в) Конструкторский раздел

Перечень графического материала: чертеж центробежно-гирационной мельницы – 1 лист формата А1, чертеж корпуса мельницы – 1 лист формата А1, чертежи технологических процессов – 3 листа формата А1, узловая сборка – 1 лист формата А1, чертеж отливки – 1 лист формата А3, схема приспособлении – 1 лист формата А3.

Рекомендуемая основная литература: из 4 наименований

а) Аскарлов Е.С. Технология машиностроения. Учеб. пособие/ – Алматы. Экономика, 2015, 312с.

б) Аскарлов Е.С. Конструкции центробежно-гирационных мельниц для перемола минерального сырья в строительстве зданий и дорог.// XLII Международная научно-практическая конференция: «Инновационные технологии на транспорте», - Алматы- КазАТК- 18.04.2018- С.221-226.

в) Общемашиностроительные нормативы режимов резания: О-28 Справочник: в 2-х т.: Т1/А.Д. Локтев, И.Ф. Гуцин, В.А. Батуев и др. – М.: Машиностроение, 1991. – 640 с.: ил.

г) Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования на металлорежущих станках. – М.: Машиностроение, 1974. – 416 с., ил. Часть 1.

ГРАФИК
подготовки дипломной работы

Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления руководителю	Примечание
Поиск информации Список литературы Мельница для перелома минерального сырья	08.02.19 - 10.03.19	<i>Же</i> выполнено
Разработка маршрута механической обработки детали «Корпус» Графическая часть	10.03.19 – 19.04.19	<i>Же</i> выполнено
Оформление по СТП Нормоконтроль	22.04.19 – 06.05.19	<i>Же</i> выполнено

Подписи

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

Наименование разделов	Консультанты, И.О.Ф. (уч. степень, звание)	Дата подписания	Подпись
Нормоконтролер	Жанкелді Ә.Ж., м.т.н, тьютор	03.05.19	<i>Же</i>

Научный руководитель *Же* Аскарров Е.С.

Задание принял к исполнению обучающийся *Жакасова* Жакасова М.М.

Дата

08 февраля 20 *19* г.

АНДАТПА

Дипломдық жұмыс тапсырмадан, кіріспеден, негізгі тараудан, қорытындыдан және қолданылған әдебиеттер тізімінен тұрады. Жұмыс 30 беттік компьютерлік теруден, 6 суреттен, 4 кестеден тұрады. Қолданылған әдебиеттер тізімі 9 атаудан құралған.

Дипломдық жұмыстың мақсаты - «корпус» бөлшегінің технологиялық үдерісін дайындау және «диірмен» өнімін құрастыру.

Ұсынылған мақалада шикізатты орталықтан тегістеудің бастапқы схемасы қарастырылады. Екі бірдей кривошиптен айналатын екі цилиндр камераларын бір-біріне жалғау ұсынылады. Диірмен механизмі параллограмм құрайтын төрт буыннан тұрады. Осындай схема бұру кривошипы үздіксіз айналу кезінде шикізат алуға мүмкіндік береді.

АННОТАЦИЯ

Дипломная работа состоит из задания, введения, основной части, заключения, списка использованной литературы. Работа изложена на 30 страницах компьютерного набора, включает 6 рисунка, 4 таблиц. Список использованной литературы содержит 9 наименований.

Целью дипломной работы является разработать технологический процесс изготовления детали «корпус», и сборку изделия «мельница».

В предлагаемой статье рассматриваются оригинальная схема центробежного измельчения сырья. Предлагается соединить две цилиндрические помольные камеры, которые получают вращения от двух одинаковых кривошипов. Механизм мельницы представляет из себя паралелограмный четырехзвенник. Такая схема при вращении кривошипов позволяет получить непрерывное вращение сырья.

ANNOTATION

Thesis consists of tasks, introduction, main chapters, conclusion, bibliography. Work is on the pages of a 30 computer set includes 6 figures, 4 tables. List of references contains 9 names.

The aim of the thesis is to develop the technological process of manufacturing parts "body", and the assembly of the product "mill".

Object of study: centrifugal - gyration mill for the fracture of mineral raw materials.

In the offered article are considered the original scheme of centrifugal crushing of raw materials. It is offered to connect two cylindrical grinding cameras which receive rotations from two identical cranks. The mechanism of a mill is to parallelogram four links. Such scheme at rotation of cranks allows to receive continuous rotation of raw materials in grinding cameras.

СОДЕРЖАНИЕ

	Введение	7
1	Характеристика изготавливаемого изделия	8
1.1	Мельница для перелома минерального сырья	8
2	Разработка технологического процесса	9
2.1	Анализ детали на технологичность	9
2.2	Выбор вида и способа получения заготовки	9
2.3	Разработка маршрута механической обработки корпуса	10
2.4	Определение режимов резания	14
2.4.1	Определение режимов резания при фрезеровании	14
2.4.2	Определение режимов резания при сверлении	23
2.4.3	Определение режимов резания при расточке	28
2.5	Расчёт норм времени выполнения операций	30
3	Конструирование фрезерного приспособления	33
3.1	Описание и расчёт приспособления	33
	Заключение	34
	Список использованной литературы	35
	Приложение	
	Спецификации	

ВВЕДЕНИЕ

В нашей республике внедряется программа Государственного индустриально-инновационного развития (ГПИИР), и ее основной задачей является приоритетное развитие обрабатывающей промышленности, среди которой машиностроение имеет первостепенное значение.

Машиностроение – сложная отрасль, которая создает новые станки, машины, транспортные средства, и т.д.

Современное машиностроительное производство немислимо без использования высокоэффективных технологий обработки и сборки продукции. Перспективное проектирование должно иметь высокоточное производственное оборудование, эффективные технологии, обученный персонал рабочих, только в этом случае производство сможет выпускать качественную продукцию, востребованную покупателем[1].

Многие технологические процессы требуют использования измельченного сырья, которое подвергают измельчению на мельничном оборудовании. Около 600 миллионов тонн минерального сырья ежегодно перемалывается в Казахстане. Особенно большие объемы измельчения происходят в горнодобывающей промышленности, например, только одно Соколовско-Сарбайское ГПО перемалывает более 3 миллионов тонн руды в месяц.

Существующие в настоящее время мельницы потребляют огромное количество электроэнергии. В качестве примера можно сказать, что в СССР 5 % всей электроэнергии страны потребляли горнорудные мельницы. Удельный показатель потребления электроэнергии мельниц по руде составляет - по шаровым и диспергаторам до 15...20 квт на тонну.

Основное отличие упрощение конструкции, в отличие от аналогов мельница имеет один эксцентриковый вал, не имеет зубчатых колес, высокая динамическая уравновешенность. Все это уменьшило расход энергии вследствие уменьшения паразитной массы мельницы, сил трения в подшипниках, улучшились динамические характеристики, понизился уровень вибрации, повысилась ее надежность, уменьшило металлоемкость, увеличило технологичность изготовления.

Механизм мельницы представляет из себя паралелограмный четырехзвенник. Такая схема при вращении кривошипов позволяет получить непрерывное вращение сырья. Сырье вращается, происходит взаимодействие частиц друг с другом и их интенсивное истирание и периодически сталкивается с неподвижными стержнями. В камеру могут быть добавлены мелкие помольные тела[2].

1 Характеристика изготавливаемого изделия

1.1 Мельница для перелома минерального сырья

Каждый год в мире измельчается миллиарды тонн минерального сырья, только в Казахстане измельчению подвергается около 600 млн. тонн руды одним из главных технологических процессов обогащения полезных ископаемых является процесс измельчения. Для эффективного измельчения сырья необходимо - высокая скорость движения частиц, их взаимодействие друг с другом, желательны встречные удары, столкновения с твердыми препятствиями. Причем такое взаимодействие должно происходить максимально часто и длительное время[2].

Центробежно-гирационные мельницы предназначены для перемола различного минерального сырья. Мельницы подобного типа известны уже достаточно давно (с начала 70-х годов прошлого века), показали неплохие результаты в работе, одним из основных достоинств этих мельниц является пониженное потребление электроэнергии.

Мельница работает следующим образом. Через загрузочный люк 8 в каждый помольный барабан-камеру 5 загружается сырье, примерно половина объема барабана 5. После чего люк 8 герметично закрывается. После загрузки включается двигатель 1. Двигатель 1 через редуктор 2 одновременно вращает два кривошипных вала 3 с кривошипами 4. При вращении кривошипов 4 помольные барабаны 5 начинают совершать колебательное движение, как цельный шатун в параллелограмном механизме с частотой n . Загрузочный люк 8 находится всегда сверху[3].

В помольном барабане - камере 5 (Рисунок 1.1) находится множество частиц измельчения, имеющих поперечный размер в среднем равный $D_{ч}$ и массу m . На каждую частицу сырья находящегося в камере действуют следующие силы – тяжести P , центробежная $F_{ц1}$, которая начинает двигать частицу по периметру цилиндрического помольного барабана 5, при этом возникает вторая центробежная сила $F_{ц2}$, направленная по радиусу помольного барабана 5. Частицы начинают кружиться в помольной камере с частотой n_1 . Частота n_1 меньше частоты n вследствие сталкивания частиц между собой, их взаимного торможения при соприкосновении друг с другом[2].

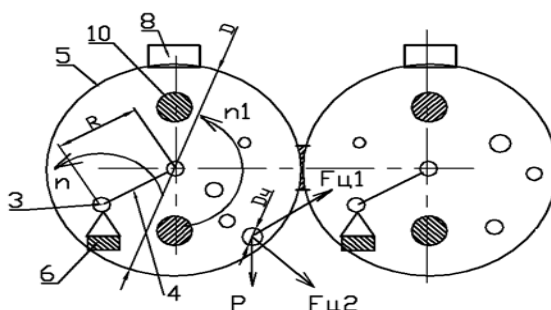


Рисунок 1.1 – Схема измельчения сырья в мельнице

2 Разработка технологического процесса

2.1 Анализ детали на технологичность

Согласно ГОСТ 14301-83 разработка процесса обработки начинается после того, как деталь была испытана на технологичность.

Основным критерием технологичности деталей, подвергаемых механической обработке, является расход материалов и трудоемкость.

Повышение технологичности снижает стоимость детали.

Технологичность конструкции детали оценивают на двух уровнях – качественном и количественном[4].

Согласно ГОСТ 14204-73 требования к обрабатываемости деталей следующие:

1 При выборе материала детали назначьте материал с лучшей обрабатываемостью;

2 Деталь должна быть изготовлена из заготовок, полученных рациональным способом, что уменьшит объем обработки;

3 Размеры и поверхности детали должны иметь оптимальную степень точности и шероховатости.

4 При разработке конструкции детали необходимо обеспечить удобство базирования детали на станке, соблюдая принцип постоянства оснований.

Деталь «корпус» изготавливаем из малоуглеродистой стали обыкновенного качества Ст 5.

Обрабатываемые поверхности имеют простую форму и допускают применение универсальных станков 6Н83Ш, 2Н135 и 2А622, их применение обеспечивает минимальную стоимость детали;

Для оценки технологичности конструкции рассчитываются показатели технологичности детали[4].

Основным показателем технологичности является коэффициент использования металла, который в среднесерийном производстве должен быть не менее 0,6

$$K_{\text{им}} = \frac{m_{\text{д}}}{m_{\text{заг}}} = \frac{43,15}{52,63} = 0,82,$$

где $m_{\text{д}}$ – масса готовой детали, кг;

$m_{\text{заг}}$ – масса заготовки, кг.

2.2 Выбор вида и способа получения заготовки

При проектировании технологического процесса изготовления детали очень важно выбрать рациональный метод заготовки. Ведь от выбора заготовки зависит объем последующей механической обработки.

Для получения моего корпуса я выбрала литье в землю, поскольку это относительно простой и экономичный процесс, который требует относительно небольших затрат на оснастку. Этот процесс знаменит с древних времен, в

наши дни он используется во многих отраслях машиностроения чаще всего при массовом производстве отливок.

В специальную заранее подготовленную деревянную литейную форму (Рисунок 2.1) разливаем расплавленный металл Ст5, в процессе образующиеся воздух и газы, проходят через выпоры. Для того, чтобы не получить усадку, форму заливаем до тех пор, пока металл не появится на выпорах и прибыли. После охлаждения он затвердевает и сохраняет свою форму. Литники и выпоры после выбивки отливок из формы обрубам зубилом или обрезаем пилами. Отливки очищаем от обожженной земли с помощью пескоструйных машин. Таким образом, мы получаем нашу отливку.

Основным преимуществом технологии является ее низкая стоимость, а недостатками являются высокая трудоемкость формования, чистота шероховатой поверхности, большие припуски на последующую механическую обработку и низкая точность размеров отливок[5].

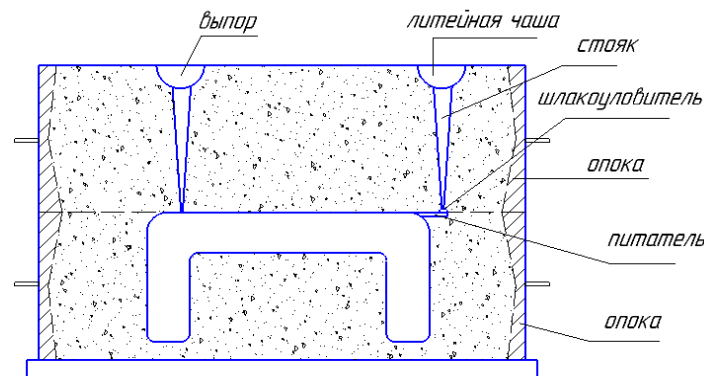


Рисунок 2.1 – Литейная форма для получения отливок в песчаных формах

2.3 Разработка маршрута механической обработки корпуса

Моя деталь – корпусная, силовая, так как несет нагрузку. В ней имеются отверстия для подшипников.

Исходные данные: деталь корпус 544x210x299 мм; операции – фрезерование, сверление, растачивание; обрабатываемая заготовка отливка из Ст5 ГОСТ 380, с твердостью поверхности 173 НВ. Программа выпуска 2500 штук.

Маршрут обработки

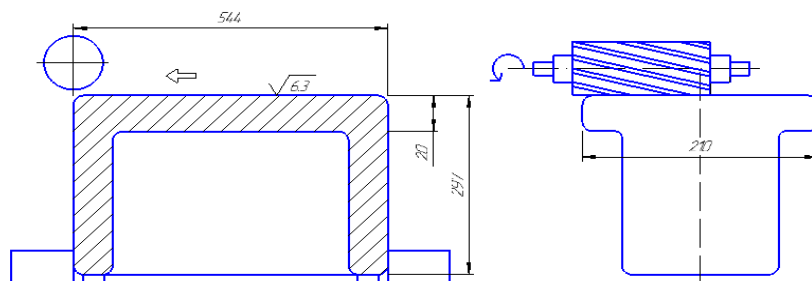
05. Фрезерная. Оборудование горизонтально-фрезерный станок модели 6Н83Ш (Рисунок 2.2).

Переходы:

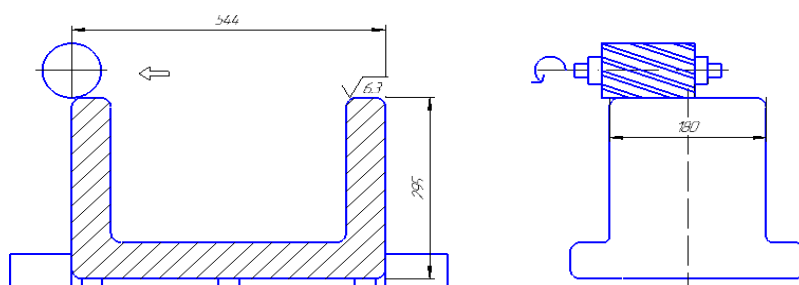
1. Установить заготовку на столе станка.
2. Фрезеровать плоскость заготовки в размер 297 мм (Рисунок 2.2, А).
3. Переустановить заготовку.
4. Фрезеровать плоскость заготовки в размер 295 мм (Рисунок 2.2, Б).
5. Переустановить заготовку.
6. Фрезеровать плоскость заготовки в размер 542 мм (Рисунок 2.2, В).

7. Переустановить заготовку.
8. Фрезеровать плоскость заготовки в размер 540 мм (Рисунок 2.2, Г).
9. Снять заготовку, произвести замер [1].

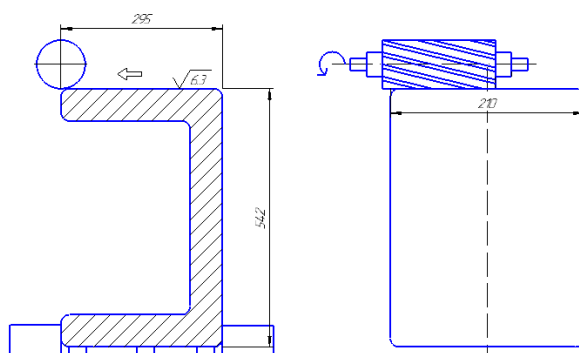
А)



Б)



В)



Г)

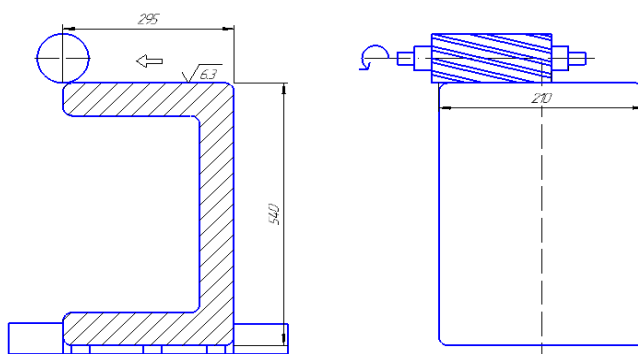


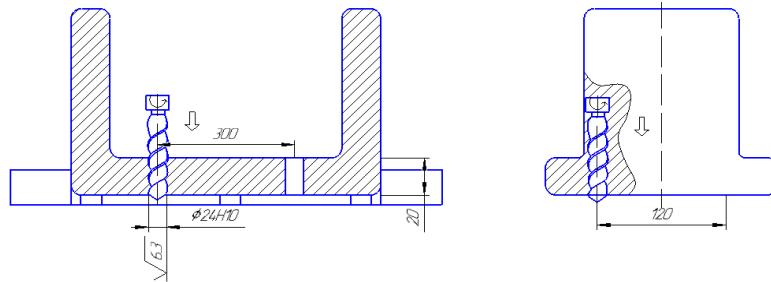
Рисунок 2.2 – Операционные эскизы (операция 05)
10. Сверильная. Оборудование вертикально- сверлильный

станок модели 2Н135 (Рисунок 2.3).

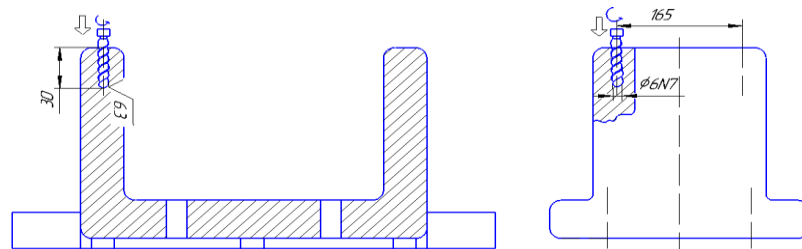
Переходы:

1. Установить заготовку в тисках.
2. Сверлить 4 отверстия диаметром $\phi 24H10$ на проход (Рисунок 2.3, А).
3. Сверлить 4 отверстия диаметром $\phi 6N7$ мм на глубину 30 мм (Рисунок 2.3, Б).
4. Сверлить 4 отверстия под нарезание резьбы диаметром 10,2 мм на глубину 48 мм (Рисунок 2.3, В).
5. Нарезать внутреннюю резьбу М12 в 4 отверстиях (Рисунок 2.3, Г).
6. Снять заготовку, произвести замер[1].

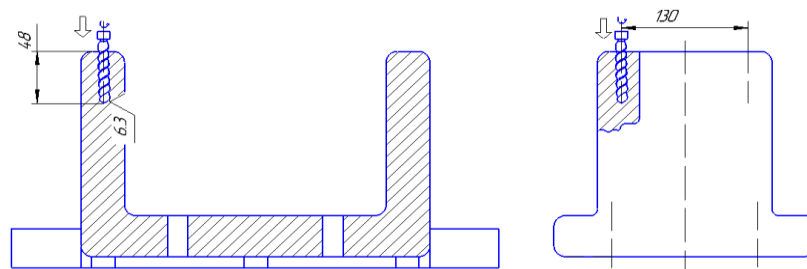
А)



Б)



В)



Г)

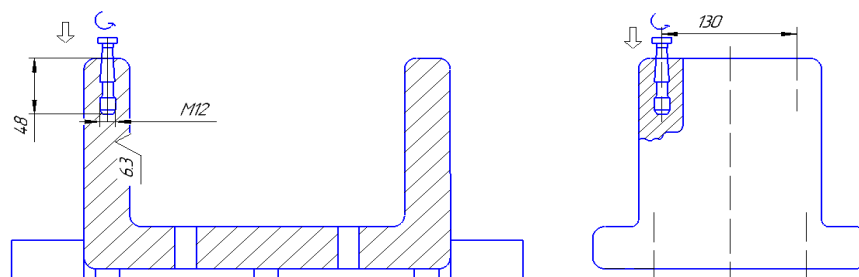


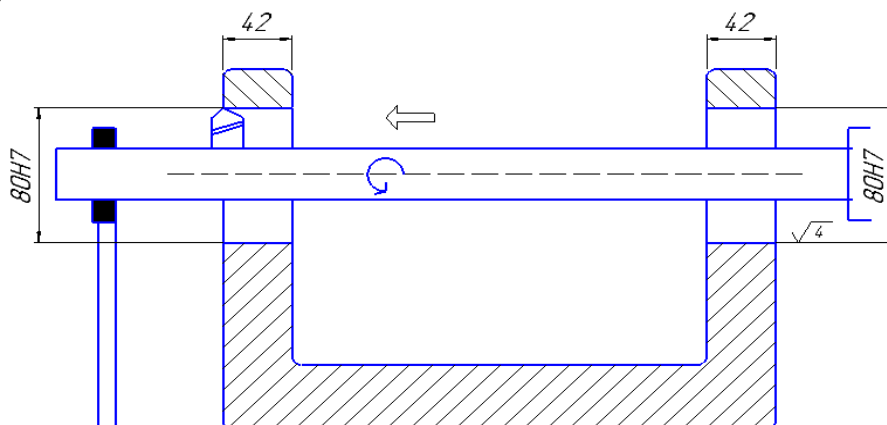
Рисунок 2.3 – Операционные эскизы (операция 10)

15. Расточная. Оборудование горизонтально – расточной станок модели 2А622, приспособление – борштанга расточная с дополнительной опорой (Рисунок 2.4).

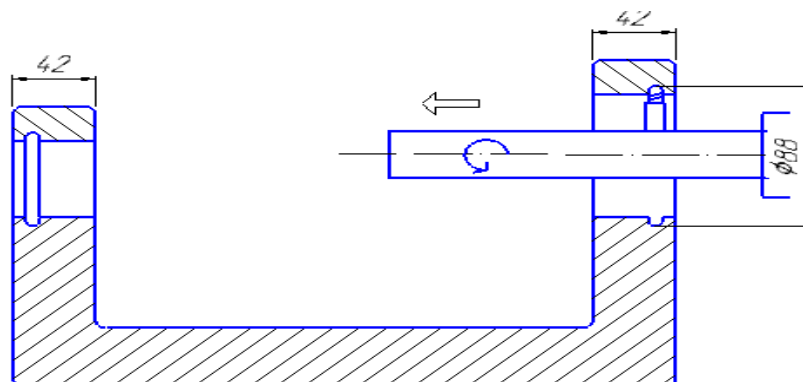
Переходы:

1. Установить заготовку на столе станка.
2. Расточить отверстие диаметром 80H7 на проход (Рисунок 2.4, А).
3. Расточить 2 канавки диаметрами 88 мм (Рисунок 2.4, Б).
4. Расточить 2 канавки диаметрами 99 мм (Рисунок 2.4, В).
5. Снять заготовку, произвести замер[1].

А)



Б)



В)

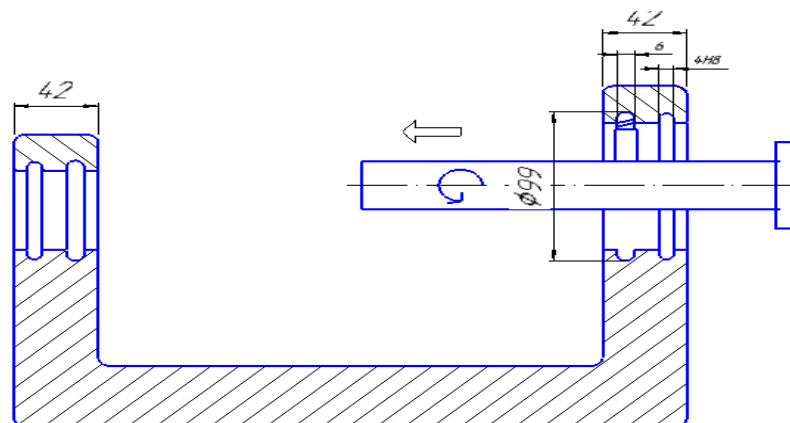


Рисунок 2.4 – Операционные эскизы (операция 15)

2.4 Определение режимов резания

2.4.1 Определение режимов резания при фрезеровании

Первый переход:

Станок – горизонтально – фрезерный модели 6Н83Ш, размер рабочей поверхности стола станка 400x1600 мм, диапазон частот вращения шпинделя 31,5-1440 мин⁻¹; Предел прочности материала заготовки - $\sigma_B = 500$ МПа; Ширина обрабатываемой поверхности заготовки:

$$B=1,2 \cdot B_{\max} = 1,2 \cdot 105 = 125 \text{ мм.}$$

Длина обрабатываемой поверхности заготовки L - 544 мм; требуемая шероховатость обработанной поверхности R_a – 6,3 мкм (4 класс шероховатости); Общий припуск на обработку h - 2 мм;

Выбор инструмента

Для фрезерования на горизонтально – фрезерном станке 6Н83Ш заготовки из Ст5 выбираем цилиндрическую фрезу $D = (0,25 \dots 1,5) \cdot B = 0,5 \cdot 125 = 63$ мм (по таблицам 1, 2, 3, 4 - ГОСТ 26595-85); $z=8$; Материал режущей части фрезы выбираем для черного фрезерования углеродистой и легированной незакалённой стали - Т5К10[6].

Режим резания

Глубина резания

Для снятия этого припуска достаточно одного рабочего хода, поэтому принимаем число рабочих ходов при черновом фрезеровании $i = 1$. Тогда глубина резания t при черновом фрезеровании составит

$$t = h / i = 2 / 1 = 2 \text{ мм}$$

Назначение подачи

При фрезеровании различают подачу на один зуб S_z , мм/зуб, подачу на один оборот фрезы S_o и подачу минутную S_m , мм/мин, которые находятся в следующем соотношении

$$S_m = S_o \cdot n = S_z \cdot z \cdot n,$$

где n – частота вращения фрезы, мин⁻¹;

z – число зубьев фрезы.

Для получения шероховатости $R_a = 6,3$ мкм подача на оборот $S_o = 0,11$ мм/об.

Тогда подача на зуб фрезы

$$S_z = \frac{S_o}{z} = \frac{0,11}{8} = 0,014 \text{ мм/зуб.}$$

Период стойкости фрезы

Для цилиндрической фрезы, диаметром до 200 мм быстрорежущего сплава применяют период стойкости $T = 300$ мин.

Рассчитать теоретическую скорость резания V_d , м/мин, допускаемую режущими свойствами фрезы по формуле

$$V_d = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_v = \frac{810 \cdot 63^{0,17}}{300^{0,33} \cdot 2^{0,38} \cdot 0,014^{0,28} \cdot 125^{0,08} \cdot 8^{0,1}} \cdot 0,47 = 164,3 \text{ м/мин},$$

где D – диаметр фрезы, мм;

S_z – подача, мм/зуб;

t – глубина обработки, мм;

B – ширина обработки, мм;

z – число зубьев фрезы;

C_v, q, m, x, y, u, p – коэффициенты, значения которых определяются по справочнику;

$C_v = 810; q_v = 0,17; x_v = 0,38; y_v = 0,28; m_v = 0,33; p_v = 0,1; u_v = 0,08;$

$T = 300$ мин

T – период стойкости инструмента, мин, определяется по справочнику;

K_v – поправочный коэффициент на скорость, учитывающий фактические условия резания, определяется по формуле

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv} = 0,6 \cdot 1,2 \cdot 0,65 = 0,47,$$

где K_{mv} – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала, определяется по справочнику, $K_{mv} = 0,6$;

K_{nv} – коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки (по справочнику), $K_{nv} = 1,2$;

K_{uv} – коэффициент, учитывающий влияние материала инструмента (по справочнику), $K_{uv} = 0,65$.

Определить и скорректировать частоту вращения фрезы n , мин⁻¹

$$n_p = \frac{1000 \cdot V_d}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 164,3}{3,14 \cdot 63} = 830 \text{ мин}^{-1},$$

где V_d – действительная скорость резания, рассчитанная по формуле раньше, м/мин;

D – диаметр заготовки, мм;

Найденную расчетную частоту вращения шпинделя n_p скорректировать по паспорту станка, принимаем по паспорту станка ближайшее $n = 850$ об/мин.

Рассчитать фактическую скорость резания V , м/мин

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 63 \cdot 850}{1000} = 168 \text{ м/мин},$$

где D – диаметр заготовки, мм;

n – частота вращения шпинделя, имеющаяся на станке, мин^{-1}

Определить величину минутной подачи S_M , мм/мин

$$S_M = S_z \cdot z \cdot n = 0,014 \cdot 8 \cdot 850 = 95,2 \text{ мм/мин.}$$

Определить главную составляющую силы резания при фрезеровании – окружную силу P_z , Н, по формуле

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{тр} = \frac{10 \cdot 101 \cdot 2^{0,88} \cdot 0,014^{0,75} \cdot 125^1 \cdot 8}{125^{0,87} \cdot 475^0} \cdot 1,1 = 2263,6 \text{ Н,}$$

где D – диаметр фрезы, мм;

S_z – подача, мм/зуб;

t – глубина обработки, мм;

B – ширина обработки, мм;

z – число зубьев фрезы;

n – частота вращения фрезы, имеющаяся на станке, мин^{-1} ;

C_p, q, m, x, y, u, w – коэффициенты, значения которых определяются по справочнику;

$C_p=101; q_p=0,87; x_p = 0,88; y_p=0,75; u_p=1; w_p=0;$

$K_{мп}$ – поправочный коэффициент (по справочнику), $K_{тр}=1,1$.

Рассчитать крутящий момент на шпинделе $M_{кр}$, Нм

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100} = \frac{2268,6 \cdot 63}{200} = 713 \text{ Нм,}$$

где D – диаметр фрезы, мм;

P_z – главная составляющая сила резания при фрезеровании, Н

Определить мощность резания N_p , кВт, по формуле

$$N_p = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{2268,3 \cdot 168}{1020 \cdot 60} = 6,2 \text{ кВт,}$$

где P_z – главная составляющая силы резания, Н;

V – фактическая скорость резания, м/мин;

Полученное значение мощности резания N_p сравнить с мощностью электродвигателя выбранного станка $N_э=11$ кВт, с учетом коэффициента полезного действия электродвигателя $\eta = 0,8$

$$N_p \leq N_{шп},$$

$$N_{шп} = N_э \cdot \eta = 11 \cdot 0,8 = 8,8 \text{ кВт.}$$

Условие правильности выбора режима резания по мощности привода $N_p \leq N_{штп}$ соблюдается, поскольку $6,2 < 8,8$, это означает, что выбранный режим резания может быть осуществлен на данном станке.

Основное время

$$T_0 = \frac{L}{S_M}, \text{ мин,}$$

где $L = l + l_1 + l_2$, для фрезерования фрезой диаметром 63 мм, ширине фрезерования 125 мм

$$T_0 = \frac{L}{S_M} = \frac{544+11+11}{95,2} = 5,95 \text{ мин,}$$

где l – длина обработки, мм; l_1, l_2 – длина врезания и длина перебега, мм: $l_1 = l_2 = \sqrt{t(D - t)} = \sqrt{2(63 - 2)} = 11 \text{ мм}$ [6].

Второй переход:

Ширина обрабатываемой поверхности заготовки

$$B = 1,2 \cdot B_{max} = 1,2 \cdot 90 = 108 \text{ мм.}$$

Длина обрабатываемой поверхности заготовки, L - 544 мм; требуемая шероховатость обработанной поверхности, R_a – 6,3 мкм (4 класс шероховатости); Общий припуск на обработку, h - 2 мм;

Выбор инструмента

Для фрезерования на горизонтально – фрезерном станке 6Н83Ш заготовки из Ст5 выбираем цилиндрическую фрезу $D = (0,25 \dots 1,5) \cdot B = 0,46 \cdot 108 = 50 \text{ мм}$ (по таблицам 1, 2, 3, 4 - ГОСТ 26595-85); $z=6$; Материал режущей части фрезы выбираем для чернового фрезерования углеродистой и легированной незакалённой стали - Т5К10[6].

Режим резания

Глубина резания

Для снятия этого припуска достаточно одного рабочего хода, поэтому принимаем число рабочих ходов при черновом фрезеровании $i = 1$. Тогда глубина резания t при черновом фрезеровании составит

$$t = h / i = 2 / 1 = 2 \text{ мм}$$

Назначение подачи

При фрезеровании различают подачу на один зуб $S_z, \text{мм/зуб}$, подачу на один оборот фрезы S_o и подачу минутную $S_M, \text{мм/мин}$, которые находятся в следующем соотношении

$$S_M = S_o \cdot n = S_z \cdot z \cdot n,$$

где n – частота вращения фрезы, мин^{-1} ;

z – число зубьев фрезы.

Для получения шероховатости $Ra = 6,3$ мкм подача на оборот $S_0 = 0,11$ мм/об.

Тогда подача на зуб фрезы

$$S_z = \frac{S_0}{z} = \frac{0,11}{10} = 0,018 \text{ мм/зуб.}$$

Период стойкости фрезы

Для цилиндрической фрезы, диаметром до 200 мм быстрорежущего сплава применяют период стойкости $T = 300$ мин

Рассчитать теоретическую скорость резания V_d , м/мин, допускаемую режущими свойствами фрезы по формуле

$$V_d = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_v = \frac{810 \cdot 50^{0,17}}{300^{0,33} \cdot 2^{0,38} \cdot 0,018^{0,28} \cdot 108^{0,08} \cdot 60,1} \cdot 0,47 = 151,6 \text{ м/мин,}$$

где D – диаметр фрезы, мм;

S_z – подача, мм/зуб;

t – глубина обработки, мм;

B – ширина обработки, мм;

z – число зубьев фрезы;

C_v, q, m, x, y, u, p – коэффициенты, значения которых определяются по справочнику;

$C_v = 810; q_v = 0,17; x_v = 0,38; y_v = 0,28; m_v = 0,33; p_v = 0,1; u_v = 0,08;$

$T = 300$ мин

T – период стойкости инструмента, мин, определяется по справочнику;

K_v – поправочный коэффициент на скорость, учитывающий фактические условия резания, определяется по формуле

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv} = 0,6 \cdot 1,2 \cdot 0,65 = 0,47,$$

где K_{mv} – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала, определяется по справочнику, $K_{mv} = 0,6$;

K_{nv} – коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки (по справочнику), $K_{nv} = 1,2$;

K_{uv} – коэффициент, учитывающий влияние материала инструмента (по справочнику), $K_{uv} = 0,65$.

Определить и скорректировать частоту вращения фрезы n , мин^{-1} ,

$$n_p = \frac{1000 \cdot V_d}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 151,6}{3,14 \cdot 50} = 965,7 \text{ мин}^{-1},$$

где V_d – действительная скорость резания, рассчитанная по формуле раньше, м/мин;

D – диаметр заготовки, мм;

Найденную расчетную частоту вращения шпинделя n_p скорректировать по паспорту станка, принимаем по паспорту станка ближайшее $n = 1000$ об/мин.

Рассчитать фактическую скорость резания V , м/мин

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 50 \cdot 1000}{1000} = 157 \text{ м/мин},$$

где D – диаметр заготовки, мм;

n – частота вращения шпинделя, имеющаяся на станке, мин^{-1} .

Определить величину минутной подачи S_m , мм/мин

$$S_m = S_z \cdot z \cdot n = 0,018 \cdot 6 \cdot 100 = 108 \text{ мм/мин}.$$

Определить главную составляющую силы резания при фрезеровании – окружную силу P_z , Н, по формуле

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{тр} = \frac{10 \cdot 101 \cdot 2^{0,88} \cdot 0,018^{0,75} \cdot 108^{1,6}}{50^{0,87} \cdot 1000^0} \cdot 1,1 = 2166 \text{ Н},$$

где D – диаметр фрезы, мм;

S_z – подача, мм/зуб;

t – глубина обработки, мм;

B – ширина обработки, мм;

z – число зубьев фрезы;

n – частота вращения фрезы, имеющаяся на станке, мин^{-1} ;

C_p, q, m, x, y, u, w – коэффициенты, значения которых определяются по справочнику;

$C_p=101$; $q_p=0,87$; $x_p = 0,88$; $y_p=0,75$; $u_p=1$; $w_p=0$;

$K_{мп}$ – поправочный коэффициент (по справочнику), $K_{тр}=1,1$.

Рассчитать крутящий момент на шпинделе $M_{кр}$, Нм

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100} = \frac{2166 \cdot 50}{200} = 541,5 \text{ Нм},$$

где D – диаметр фрезы, мм;

P_z – главная составляющая сила резания при фрезеровании, Н

Определить мощность резания N_p , кВт, по формуле

$$N_p = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{2166 \cdot 157}{1020 \cdot 60} = 5,56 \text{ кВт},$$

где P_z – главная составляющая силы резания, Н;

V – фактическая скорость резания, м/мин;

Полученное значение мощности резания N_p сравнить с мощностью электродвигателя выбранного станка $N_3=11$ кВт, с учетом коэффициента полезного действия электродвигателя $\eta = 0,8$

$$N_p \leq N_{\text{шп}},$$

$$N_{\text{шп}} = N_3 \cdot \eta = 11 \cdot 0,8 = 8,8 \text{ кВт.}$$

Условие правильности выбора режима резания по мощности привода $N_p \leq N_{\text{шп}}$ соблюдается, поскольку $5,56 < 8,8$, это означает, что выбранный режим резания может быть осуществлен на данном станке.

Основное время

$$T_0 = \frac{L}{S_M}, \text{ мин}$$

где $L = l + l_1 + l_2$, для фрезерования фрезой диаметром 50 мм, ширине фрезерования 108 мм, $l_1 = l_2 = 14$ мм

$$T_0 = \frac{L}{S_M} = \frac{544+10+10}{108} = 5,2 \text{ мин,}$$

где l – длина обработки, мм; l_1, l_2 – длина врезания и длина перебега, мм: $l_1 = l_2 = \sqrt{t(D - t)} = \sqrt{2(50 - 2)} = 10$ мм[6].

Третий и четвертый переход:

Ширина обрабатываемой поверхности заготовки

$$B = 1,2 \cdot B_{\text{max}} = 1,2 \cdot 105 = 125 \text{ мм.}$$

Длина обрабатываемой поверхности заготовки, L - 295 мм; требуемая шероховатость обработанной поверхности, R_a – 6,3 мкм (4 класс шероховатости); Общий припуск на обработку, h - 2 мм;

Выбор инструмента

Для фрезерования на горизонтально – фрезерном станке 6Н83Ш заготовки из Ст5 выбираем цилиндрическую фрезу $D = (0,25 \dots 1,5) \cdot B = 0,5 \cdot 125 = 63$ мм (по таблицам 1, 2, 3, 4 - ГОСТ 26595-85); $z=8$; Материал режущей части фрезы выбираем для чернового фрезерования углеродистой и легированной незакалённой стали - Т5К10[6].

Режим резания

Глубина резания

Для снятия этого припуска достаточно одного рабочего хода, поэтому принимаем число рабочих ходов при черновом фрезеровании $i = 1$. Тогда глубина резания t при черновом фрезеровании составит

$$t = h / i = 2 / 1 = 2 \text{ мм}$$

Назначение подачи

При фрезеровании различают подачу на один зуб S_z , мм/зуб, подачу на один оборот фрезы S_o и подачу минутную S_m , мм/мин, которые находятся в следующем соотношении

$$S_m = S_o \cdot n = S_z \cdot z \cdot n,$$

где n – частота вращения фрезы, мин^{-1} ;

z – число зубьев фрезы.

Для получения шероховатости $Ra = 6,3$ мкм подача на оборот $S_o = 0,11$ мм/об.

Тогда подача на зуб фрезы

$$S_z = \frac{S_o}{z} = \frac{0,11}{8} = 0,014 \text{ мм/зуб.}$$

Период стойкости фрезы

Для цилиндрической фрезы, диаметром до 200 мм быстрорежущего сплава применяют период стойкости $T = 300$ мин.

Рассчитать теоретическую скорость резания V_d , м/мин, допускаемую режущими свойствами фрезы по формуле

$$V_d = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_v = \frac{810 \cdot 63^{0,17}}{300^{0,33} \cdot 20^{0,38} \cdot 0,014^{0,28} \cdot 125^{0,08} \cdot 8^{0,1}} \cdot 0,47 = 164,3 \text{ м/мин,}$$

где D – диаметр фрезы, мм;

S_z – подача, мм/зуб;

t – глубина обработки, мм;

B – ширина обработки, мм;

z – число зубьев фрезы;

C_v, q, m, x, y, u, p – коэффициенты, значения которых определяются по справочнику;

$C_v = 810; q_v = 0,17; x_v = 0,38; y_v = 0,28; m_v = 0,33; p_v = 0,1; u_v = 0,08;$

$T = 300$ мин;

T – период стойкости инструмента, мин, определяется по справочнику;

K_v – поправочный коэффициент на скорость, учитывающий фактические условия резания, определяется по формуле

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv} = 0,6 \cdot 1,2 \cdot 0,65 = 0,47,$$

где K_{mv} – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала, определяется по справочнику, $K_{mv} = 0,6$;

K_{nv} – коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки (по справочнику), $K_{nv} = 1,2$;

$K_{ив}$ – коэффициент, учитывающий влияние материала инструмента (по справочнику), $K_{ив} = 0,65$.

Определить и скорректировать частоту вращения фрезы n , мин^{-1}

$$n_p = \frac{1000 \cdot V_d}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 164}{3,14 \cdot 63} = 830 \text{ мин}^{-1},$$

где V_d – действительная скорость резания, рассчитанная по формуле раньше, м/мин ;

D – диаметр заготовки, мм ;

Найденную расчетную частоту вращения шпинделя n_p скорректировать по паспорту станка, принимаем по паспорту станка ближайшее $n = 850 \text{ об/мин}$.

Рассчитать фактическую скорость резания V , м/мин

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 63 \cdot 850}{1000} = 168 \text{ м/мин},$$

где D – диаметр заготовки, мм ;

n – частота вращения шпинделя, имеющаяся на станке, мин^{-1} .

Определить величину минутной подачи S_m , мм/мин

$$S_m = S_z \cdot z \cdot n = 0,009 \cdot 12 \cdot 475 = 95,2 \text{ мм/мин}.$$

Определить главную составляющую силы резания при фрезеровании – окружную силу P_z , Н , по формуле

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{тр} = \frac{10 \cdot 101 \cdot 2^{0,88} \cdot 0,014^{0,75} \cdot 125^{1,8}}{63^{0,87} \cdot 850^0} \cdot 1,1 = 2263,6 \text{ Н},$$

где D – диаметр фрезы, мм ;

S_z – подача, мм/зуб ;

t – глубина обработки, мм ;

B – ширина обработки, мм ;

z – число зубьев фрезы;

n – частота вращения фрезы, имеющаяся на станке, мин^{-1} ;

C_p, q, m, x, y, u, w – коэффициенты, значения которых определяются по справочнику;

$C_p=101$; $q_p=0,87$; $x_p = 0,88$; $y_p=0,75$; $u_p=1$; $w_p=0$;

$K_{мп}$ – поправочный коэффициент (по справочнику), $K_{тр}=1,1$.

8 Рассчитать крутящий момент на шпинделе $M_{кр}$, Нм

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100} = \frac{2263,6 \cdot 63}{200} = 713 \text{ Нм},$$

где D – диаметр фрезы, мм ;

P_z – главная составляющая сила резания при фрезеровании, Н.
Определить мощность резания N_p , кВт, по формуле

$$N_p = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{2263,6 \cdot 168}{1020 \cdot 60} = 6,2 \text{ кВт},$$

где P_z – главная составляющая силы резания, Н;

V – фактическая скорость резания, м/мин;

Полученное значение мощности резания N_p сравнить с мощностью электродвигателя выбранного станка $N_э=11$ кВт, с учетом коэффициента полезного действия электродвигателя $\eta = 0,8$

$$N_p \leq N_{шп.}$$

$$N_{шп.} = N_э \cdot \eta = 11 \cdot 0,8 = 8,8 \text{ кВт.}$$

Условие правильности выбора режима резания по мощности привода $N_p \leq N_{шп.}$ соблюдается, поскольку $6,2 < 8,8$, это означает, что выбранный режим резания может быть осуществлен на данном станке.

Основное время

$$T_0 = \frac{L}{S_M}, \text{ мин.}$$

где $L = l + l_1 + l_2$, для фрезерования фрезой диаметром 63 мм, ширине фрезерования 125 мм

$$T_0 = \frac{L}{S_M} = \frac{295+11+11}{95,2} = 3,33 \text{ мин.}$$

где l – длина обработки, мм; l_1, l_2 – длина врезания и длина перебега, мм: $l_1 = l_2 = \sqrt{t(D - t)} = \sqrt{2(63 - 2)} = 11 \text{ мм}$ [6].

2.4.2 Определение режимов резания при сверлении

Первый переход:

Станок – вертикально-сверлильный станок модели 2Н135, размер рабочей поверхности стола станка 450x500 мм, диапазон частот вращения шпинделя 31,5-1440 мин⁻¹; Предел прочности материала заготовки - $\sigma_B = 500$ МПа;

Выбор подачи

При сверлении отверстия с припуском под последующую обработку устанавливается подача, равная 0,31—0,52. Принимаем ближайшее значение подачи по паспорту станка, равное 0,42 мм/об[6].

Определение скорости резания

При сверлении отверстия $\varnothing 24$ мм на глубину $l=20$ мм сверлом из стали Р6М5 с подачей 0,42 мм/об величина скорости резания $v = 29$ м/мин.

Частоту вращения шпинделя определяем по формуле

$$n = \frac{v \cdot 1000}{\pi D} = \frac{29 \cdot 1000}{3,14 \cdot 24} = 385 \text{ об/мин.}$$

Принимаем по паспорту станка ближайшее $n = 500$ об/мин.

Определяем фактическую скорость резания

$$V = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 24 \cdot 500}{1000} = 37,7 \text{ м/мин.}$$

Проверка выбранного режима по мощности станка. По нормативам определяем мощность, необходимую для резания.

При обработке стали $\sigma_v = 500$ МПа сверлом $\varnothing 24$ мм с подачей $S = 0,42$ мм/об и со скоростью резания $v = 29$ м/мин мощность, необходимая для резания, $N = 2,5$ кВт.

Согласно паспортным данным мощность на шпинделе по приводу станка $N = 4$ кВт, т.е. по слабому звену станка в данном случае мощность не лимитирует режим резания [7].

Следовательно, установленный на станке режим резания осуществим.

Определение основного (технологического) времени

Основное (технологическое) время определяется по формуле

$$T_o = \frac{L}{S_m \cdot i} = \frac{l + l_1}{n \cdot S} = \frac{20 + 10}{500 \cdot 0,42} = 0,14 \text{ мин,}$$

где l — глубина обрабатываемого отверстия, мм;

l_1 — длина врезания и перебега сверла, мм (l_1 устанавливается по нормативам для сверла $\varnothing 24$ мм; $l_1 = 10$ мм);

$S_m = S \cdot n$ (мм/мин);

i — число рабочих ходов.

Крутящий момент вычисляется по формуле

$$M_{кр} = 10 C_m \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p = 10 \cdot 0,0345 \cdot 24^2 \cdot 0,42^{0,8} \cdot 1,75 = 170,4 \text{ Нм,}$$

где $M_{кр}$ — крутящий момент, воспринимаемый сверлом при резании, Нм;

C_m, q, y — коэффициенты на крутящий момент при сверлении, зависящий от условий резания (таблица 3); $C_m = 0,0345, q = 2, y = 0,8$;

D — диаметр сверла, мм;

S — подача, мм/об;

$$K_p = K_{mp} = 1,75.$$

Второй переход:

При сверлении отверстия с припуском под последующую обработку принимаем ближайшее значение подачи по паспорту станка, равное 0,15 мм/об.

Определение скорости резания

По нормативам определяем скорость резания для стали 5 с пределом прочности $\sigma_{в} = 500$ МПа.

При сверлении отверстия $\varnothing 6N7$ мм на глубину $l=30$ мм сверлом из стали Р6М5 с подачей 0,15 мм/об величина скорости резания $v = 36$ м/мин[6].

Частоту вращения шпинделя определяем по формуле

$$n = \frac{v \cdot 1000}{\pi D} = \frac{36 \cdot 1000}{3,14 \cdot 6} = 1910 \text{ об/мин.}$$

Принимаем по паспорту станка ближайшее $n = 1400$ об/мин.

Определяем фактическую скорость резания

$$V = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 6 \cdot 1400}{1000} = 26,4 \text{ м/мин.}$$

Проверка выбранного режима по мощности станка. По нормативам определяем мощность, необходимую для резания.

При обработке стали $\sigma_{в} = 500$ МПа сверлом $\varnothing 6$ мм с подачей $S = 0,15$ мм/об и со скоростью резания $v = 26,4$ м/мин мощность, необходимая для резания, $N = 0,40$ кВт.

Согласно паспортным данным мощность на шпинделе по приводу станка $N = 4$ кВт, т.е. по слабому звену станка в данном случае мощность не лимитирует режим резания[7].

Следовательно, установленный на станке режим резания осуществим.

Определение основного (технологического) времени.

Основное (технологическое) время определяется по формуле

$$T_o = \frac{L}{S_m \cdot i} = \frac{l + l_1}{n \cdot S} = \frac{30 + 2}{1400 \cdot 0,15} = 0,15 \text{ мин,}$$

где l — глубина обрабатываемого отверстия, мм;

l_1 — длина врезания и перебега сверла, мм (l_1 устанавливается по нормативам для сверла $\varnothing 6$ мм; $l_1 = 2$ мм);

$S_m = S \cdot n$ (мм/мин);

i — число рабочих ходов.

Крутящий момент вычисляется по формуле

$$M_{кр} = 10 C_m \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p = 10 \cdot 0,0345 \cdot 6^2 \cdot 0,15^{0,8} \cdot 1,75 = 4,7 \text{ Нм,}$$

где $M_{кр}$ – крутящий момент, воспринимаемый сверлом при резании, Нм;

C_m, q, y – коэффициенты на крутящий момент при сверлении, зависящий от условий резания (таблица 3); $C_m=0,0345, q=2, y=0,8$;

D – диаметр сверла, мм;

S – подача, мм/об;

$$K_p = K_{mp}=1,75.$$

Третий переход:

При сверлении отверстия с припуском под последующую обработку принимаем ближайшее значение подачи по паспорту станка, равное 0,23 мм/об.

Определение скорости резания

По нормативам определяем скорость резания для стали 5 с пределом прочности $\sigma_v = 500$ МПа.

При сверлении отверстия $\varnothing 10,2$ мм на глубину $l=48$ мм сверлом из стали Р6М5 с подачей 0,23 мм/об величина скорости резания $v = 30$ м/мин [6].

Частоту вращения шпинделя определяем по формуле

$$n = \frac{v \cdot 1000}{\pi D} = \frac{30 \cdot 1000}{3,14 \cdot 10,2} = 936,6 \text{ об/мин.}$$

Принимаем по паспорту станка ближайшее $n = 1000$ об/мин.

Определяем фактическую скорость резания

$$V = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 10,2 \cdot 1000}{1000} = 32 \text{ м/мин.}$$

Проверка выбранного режима по мощности станка. По нормативам определяем мощность, необходимую для резания.

При обработке стали $\sigma_v = 500$ МПа сверлом $\varnothing 10,2$ мм с подачей $S = 0,23$ мм/об и со скоростью резания $v = 32$ м/мин мощность, необходимая для резания, $N = 0,68$ кВт.

Согласно паспортным данным мощность на шпинделе по приводу станка $N = 4$ кВт, т.е. по слабому звену станка в данном случае мощность не лимитирует режим резания [7].

Следовательно, установленный на станке режим резания осуществим.

Определение основного (технологического) времени.

Основное (технологическое) время определяется по формуле

$$T_o = \frac{L}{S_m \cdot i} = \frac{l+l_1}{n \cdot S} = \frac{48+4}{1000 \cdot 0,23} T_o = 0,23 \text{ мин,}$$

где l — глубина обрабатываемого отверстия, мм;

l_1 — длина врезания и перебега сверла, мм (l_1 устанавливается по нормативам для сверла $\varnothing 10,2$ мм; $l_1 = 4$ мм);

$S_m = S \cdot n$ (мм/мин);

i — число рабочих ходов.

Крутящий момент вычисляется по формуле

$$M_{кр} = 10C_m \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p = 10 \cdot 0,0345 \cdot 10,2^2 \cdot 0,23^{0,8} \cdot 1,75 = 19,4 \text{ Нм},$$

где $M_{кр}$ – крутящий момент, воспринимаемый сверлом при резании, Нм;

C_m, q, y – коэффициенты на крутящий момент при сверлении, зависящий от условий резания (таблица 3); $C_m=0,0345, q=2, y=0,8$;

D – диаметр сверла, мм;

S – подача, мм/об;

Четвертый переход:

Исходные данные:

Обрабатываемый материал – сталь 5 (НВ 176). Нарезаемая резьба М12х1,75; $l=48$ мм, отверстие глухое, степень 4Н5Н. Оборудование – сверлильный станок модели 2Н135.

Порядок расчета

По ГОСТ 19257-73 диаметр отверстия под нарезание резьбы

$$d_{заг} = 10,20 \text{ мм}.$$

По карте 2.1 принимаем $n=290$ об/мин, что соответствует скорости резания $V=11$ м/мин и периоду стойкости метчика $T=27$ мин с учетом точности нарезаемой резьбы получаем $T=18$ мин. Подача равна шагу резьбы $S=p=1,75$ мм/об[6].

Определяем фактическую скорость резания

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{p^m} = \frac{2,42 \cdot 12^{0,7184}}{1,75^{0,5298}} = 10,7 \text{ м/мин},$$

где D – номинальный диаметр резьбы, мм;

$C_v = 2,42; q = 0,7184; m=0,5298$.

Определяем по формуле основное время

$$T_o = \frac{l+l_1}{p} \left(\frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_o} \right) = \frac{48+4}{1,75} \left(\frac{1}{290} + \frac{1}{290} \right) = 0,205 \text{ мин},$$

где P – шаг резьбы, мм

n_i – частота вращения инструмента, мин^{-1} n_o – частота обратного вращения, мин^{-1} ;

l_1 – величина, учитывающая подход, вращение и перебег инструмента, мм[7].

2.4.3 Определение режимов резания при расточке

Первый переход:

На токарно-винторезном станке 6А622 производится растачивание отверстий диаметром $d=80H7$ на проход. Способ закрепления заготовки – борштанга расточная с дополнительной опорой. Параметр шероховатости поверхности $Ra=4$ мкм.

Режущий инструмент

Для растачивания сквозного вала из стали Ст5 принимаем токарный резец прямой правый с пластинкой из твердого сплава Т5К10. Форма передней поверхности радиусная с фаской; геометрические параметры режущей части резца: $g=15^\circ$, $a=12$, $l=0$, $j=60^\circ$, $j_1=15^\circ$, $r=1$ мм, $f=1$ мм.

Параметры резания

Глубина резания. При обработке, припуск срезаем за один проход, тогда $t=1,5$ мм.

Назначаем подачу. Для черновой обработки заготовки из конструкционной стали при глубине резания до 3 мм: $S=0,6\dots 1,2$ мм/об. Принимаем $S = 0,8$ мм/об[7].

Скорость резания, допускаемая материалом резца

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} K_v = \frac{340 \cdot 1,28}{40^{0,2} \cdot 1,5^{0,15} \cdot 0,8^{0,45}} = 231,4 \text{ , м/мин,}$$

где $C_v=340$; $x=0,15$; $y=0,45$, $m=0,2$, $T=40$ мин, $K_v= 1,28$.

Поправочный коэффициент для обработки резцом с твердосплавной пластинкой.

Частота вращения, соответствующая найденной скорости резания

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi D} = \frac{231,4 \cdot 1000}{3,14 \cdot 80} = 921 \text{ об/мин.}$$

Корректируем частоту вращения шпинделя по паспортным данным станка $n=1000$ об/мин.

Действительная скорость резания

$$V = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 80 \cdot 1000}{1000} = 251,2 \text{ м/мин.}$$

Основное время

$$T_o = \frac{L}{S \cdot n} \cdot i = \frac{542,46}{1000 \cdot 0,8} = 0,68 \text{ мин,}$$

где L – путь резца $L = l + l_1 + l_2$, мм;
 l_1 – резание резца, $l_1 = 1,16$ мм;
 l_2 – пробег резца $l_2 = 1,3$ мм
Тогда $L = 540 + 1,16 + 1,3 = 542,46$ мм [7].

Второй переход:

На токарно-винторезном станке 6А622 производится растачивание канавок диаметрами $d = 88$ мм и $d = 99$ мм. Способ закрепления заготовки – борштанга расточная с дополнительной опорой. Параметр шероховатости поверхности $Ra = 4$ мкм.

Режущий инструмент

Для растачивания канавок из стали Ст5 принимаем токарный резец прямой правый с пластинкой из твердого сплава Т5К10. Форма передней поверхности радиусная с фаской; геометрические параметры режущей части резца: $g = 15^\circ$, $a = 12$, $l = 0$, $j = 60^\circ$, $j_1 = 15^\circ$, $r = 1$ мм, $f = 1$ мм.

Параметры резания

Глубина резания. При обработке, припуск срезаем за один проход, тогда

$$t_1 = \frac{D-d}{2} = \frac{88-80}{2} = 4 \text{ мм}; \quad t_1 = \frac{D-d}{2} = \frac{99-80}{2} = 9,5 \text{ мм}.$$

Назначаем подачу. Для черновой обработки заготовки из конструкционной стали при глубине резания от 3 мм: $S = 0,6 \dots 1,2$ мм/об. Принимаем $S = 1,2$ мм/об [7].

Скорость резания, допускаемая материалом резца

$$V_1 = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} k_v = \frac{340 \cdot 1,28}{40^{0,2} \cdot 4^{0,15} \cdot 1,2^{0,45}} = 155,3 \text{ м/мин},$$

$$V_2 = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} k_v = \frac{340 \cdot 1,28}{40^{0,2} \cdot 9,5^{0,15} \cdot 1,2^{0,45}} = 136,5 \text{ м/мин},$$

где $C_v = 340$; $x = 0,15$; $y = 0,45$, $m = 0,2$, $T = 40$ мин, $K_v = 1,28$.

Поправочный коэффициент для обработки резцом с твердосплавной пластинкой.

Частота вращения, соответствующая найденной скорости резания

$$n_1 = \frac{V_1 \cdot 1000}{\pi D} = \frac{155,3 \cdot 1000}{3,14 \cdot 88} = 562 \text{ об/мин},$$

$$n_2 = \frac{V_2 \cdot 1000}{\pi D} = \frac{136,5 \cdot 1000}{3,14 \cdot 99} = 439 \text{ об/мин}.$$

Корректируем частоту вращения шпинделя по паспортным данным станка $n_1 = 600$ об/мин, $n_2 = 500$ об/мин.

Действительная скорость резания

$$V_1 = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 88 \cdot 600}{1000} = 165,8 \text{ м/мин},$$

$$V_2 = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 99 \cdot 500}{1000} = 155,4 \text{ м/мин}.$$

Основное время

$$T_{o1} = \frac{L}{S \cdot n} \cdot i = \frac{542,46}{600 \cdot 1,2} = 0,75 \text{ мин},$$

$$T_{o2} = \frac{L}{S \cdot n} \cdot i = \frac{542,46}{500 \cdot 1,2} = 0,9 \text{ мин},$$

где L – путь резца $L = l + l_1 + l_2$, мм;

l_1 – резание резца, $l_1 = 1,16$ мм;

l_2 – пробег резца $l_2 = 1,3$ мм

Тогда $L = 540 + 1,16 + 1,3 = 542,46$ мм.

Окончательные данные расчёта приведены в приложении А[7].

2.5 Расчёт норм времени выполнения операций

Операция: Вертикально-сверлильная

Деталь: «корпус»;

Оборудование: сверлильный станок модели 2Н135;

Приспособление: сверлильный кондуктор;

Материал: сталь Ст5 ГОСТ 380;

Охлаждение: эмульсия;

Режущий инструмент: сверло, метчик;

Измерительный инструмент- штангенциркуль, калибр-пробка;

Норма времени состоит их штучного времени $T_{шт}$ и подготовительно-заключительного – $T_{нз}$

Определение основного времени представлено в разделе 2.4. $T_o = 0,724$ мин. В общем случае $T_{шт}$ определяется

$$T_{шт} = T_o + T_{всп} + T_{обсл} + T_{отд} \quad (2.1)$$

где T_o – основное технологическое время;

$T_{всп}$ – вспомогательное время;

$T_{обсл}$ – время на обслуживание рабочего места;

$T_{отд}$ – время на отдых.

Время, затрачиваемое на одну деталь с учетом подготовительно-заключительного времени и называемое штучно-калькуляционным временем $T_{шт.к}$

$$T_{шт.к} = T_{шт} + \frac{T_{п.з.}}{n} \quad (2.2)$$

где $T_{пз}$ – подготовительно-заключительное время на партию деталей,

$T_{пз} = 9$ мин. ([8], с.14, карта 1);

n – величина партий деталей, $n = 64$ шт

Для мелкосерийного производства техническая норма устанавливается путем применения норм на типовые технологические процессы или операции.

При определении нормы вспомогательного времени суммируют следующие элементы:

$$T_{всп.} = t_{уст} + t_{пер} + t_{изм} \quad (2.3)$$

где $t_{уст}$ – время на установку, закрепление, снятие детали,

$t_{уст} = 0,37 \times 3 = 1,11$ мин. ([8], с.18, карта 5);

$t_{пер}$ – время на приемы управления станков, $t_{пер} = 0,87 \times 3 = 2,61$ мин.

([10], с.91,);

$t_{изм}$ – время на контрольные измерения обработанной поверхности,

$t_{изм} = 0,28 \times 3 = 0,84$.

$$T_{всп.} = 1,11 + 2,61 + 0,84 = 4,56 \text{ мин}$$

Оперативное время

$$T_{оп} = T_0 + T_{всп.} = 0,724 + 4,56 = 5,284 \text{ мин}$$

Время на обслуживание рабочего места $T_{обсл}$

$$T_{обсл} = \frac{3\% \cdot T_{оп}}{100\%} \quad (2.4)$$

$$T_{обсл} = \frac{3\% \cdot T_{оп}}{100\%} = \frac{3\% \cdot 5,284}{100\%} = 0,16 \text{ мин}$$

Время перерывов на отдых и личные надобности $T_{отд}$

$$T_{отд} = \frac{5\% \cdot T_{оп}}{100\%} \text{ мин} \quad (2.5)$$

$$T_{отд} = \frac{5\% \cdot T_{оп}}{100\%} = \frac{5\% \cdot 5,284}{100\%} = 0,26 \text{ мин}$$

$$T_{шт.} = 0,724 + 4,56 + 0,16 + 0,26 = 5,704 \text{ мин}$$

$$T_{шт.к} = 5,704 + 0,14 = 5,844 \text{ мин}$$

Нормирование дальнейших операций производится аналогично.

Таблица 2.1 – Сводная таблица норм времени

Номер, наименование операции	T _{осн}	T _{всп}	T _{опер}	T _{обсл}	T _{отд}	T _{шт}	T _{п.з}	T _{ш.к}
005 горизонтально – фрезерная	Мин							
Первый переход	10,7	3,7	14,4	0,432	0,72	15,6	0,14	15,7
Второй переход	8,7	3,5	12,2	0,366	0,61	13,2	0,14	13,3
Третий переход	6,1	3,3	9,1	0,282	0,47	10,2	0,14	10,3
Четвертый переход	6,1	3,3	9,1	0,282	0,47	10,2	0,14	10,3
010 Вертикально – сверильная								
Первый переход	0,14	4,18	4,32	0,129	0,21	4,67	0,14	4,81
Второй переход	0,15	4,19	4,34	0,13	0,22	4,69	0,14	4,83
Третий переход	0,23	4,56	4,79	0,144	0,24	5,17	0,14	5,31
Четвертый переход	0,21	4,48	4,69	0,141	0,35	5,06	0,14	5,2
015 Горизонтально – расточная								
Первый переход	0,68	2,17	2,85	0,086	0,14	3,08	0,14	3,22
Второй переход	0,75	2,19	2,94	0,088	0,15	3,18	0,14	3,32
Третий переход	0,9	2,25	3,15	0,095	0,16	3,4	0,14	3,54

3 Конструирование фрезерного приспособления

3.1 Описание и расчёт приспособления

Расчет силы зажима заготовки в приспособлении

На фрезерном станке 6Н83Ш обрабатывается заготовка 4 (в соответствии с рисунком 3.1) по поверхности А и с допусками соответственно да. Базовыми поверхностями Б и Г заготовка устанавливается на опорные пластины 3 и 5 в корпусе 2 приспособления. Корпус контактирует со столом 1 фрезерного станка плоскостью Д. Его положение относительно Г – образных пазов стола обеспечивается направляющими шпонками 6. Положение заготовки будет определяться положением рабочих поверхностей установочных элементов 3 и 5 относительно поверхностей, контактирующих с поверхностями стола станка и определяющих положение приспособления на станке[9].

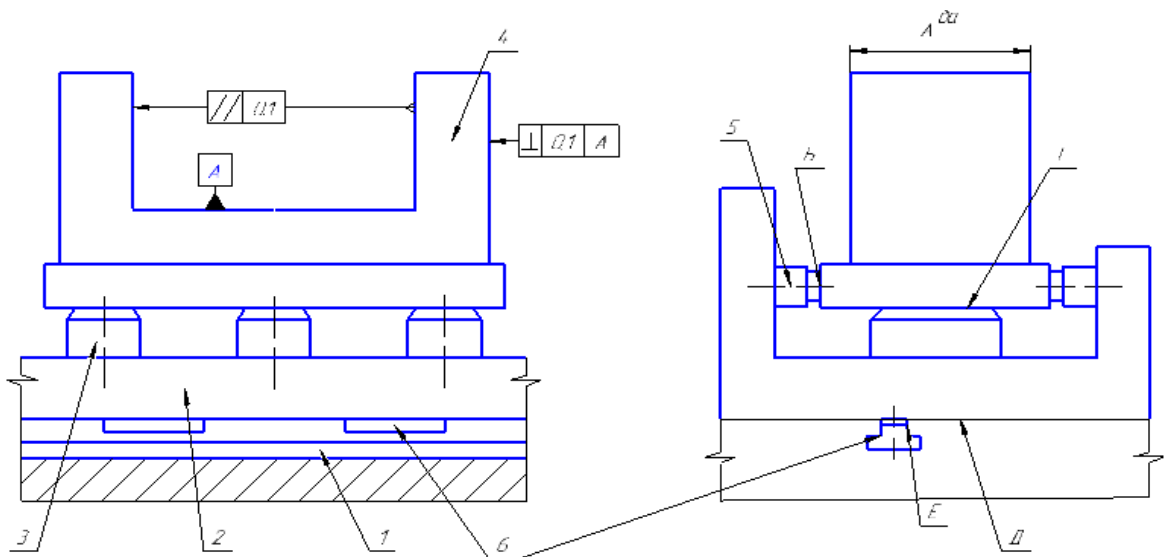


Рисунок 3.1 - Схема установки заготовки в приспособлении при фрезировании

Расчёт силы зажима заготовки в приспособлении при фрезировании

$$W = \frac{K \cdot P_h}{f} = \frac{3 \cdot 2166}{0,25} = 12996 \text{ Н,}$$

где W – сила зажима заготовки для предотвращения ее смещения под действием составляющей силы резания P_h ;

f – коэффициент трения в месте контакта зажимного элемента и детали. $f_{тр1} = 0,2 \div 0,25$, [стр. 118, табл. 12, 16] Принимаем $f_{тр1} = 0,25$;

K – коэффициент запаса для обеспечения надежного закрепления заготовки. Принимаем $K = 3$;

P_h – составляющая силы резания. $P_h = 2166 \text{ Н}$.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе дипломного проектирования был рассмотрен и рассчитан технологический процесс обработки детали «корпус» и сборка изделия «мельница».

После обработки деталь «корпус» соответствует заданному чертежу, нормам точности, техническим требованиям на деталь.

Основное отличие упрощение конструкции, в отличие от аналогов мельница имеет один эксцентриковый вал, не имеет зубчатых колес, высокая динамическая уравновешенность. Все это уменьшило расход энергии вследствие уменьшения паразитной массы мельницы, сил трения в подшипниках, улучшились динамические характеристики, понизился уровень вибрации, повысилась ее надежность, уменьшило металлоемкость, увеличило технологичность изготовления.

Приведенные данные показывают, что предлагаемые центробежные мельницы тонкого самоизмельчения позволят разогнать частицу сырья до высокой скорости, что позволит получить большую энергию взаимодействия частиц между собой и сильный удар при встрече с препятствием и друг с другом. Этот процесс можно поддерживать неограниченно долго, без затрат большого количества энергии и средств. Это позволит получить эффективный процесс измельчения сырья до малой величины зерен, основная фракция до 5...10 мкм.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Аскарлов Е.С. Технология машиностроения. Учеб. пособие/ – Алматы. Экономика, 2015, 312с.
- 2 Аксенов А.В., Васильев А.А., Швец А.А., Охотин В.Н. Применение ультратонкого измельчения при переработке минерального сырья.// Известия вузов. Цветная металлургия,-М:-2014, -№ 2 - С.20-25.
- 3 Аскарлов Е.С. Конструкции центробежно-гирационных мельниц для перемола минерального сырья в строительстве зданий и дорог.// XLII Международная научно-практическая конференция: «Инновационные технологии на транспорте»,- Алматы- КазАТК- 18.04.2018- С.221-226.
- 4 <http://lectmania.ru/1x9199.html>
- 5 <http://delta-grup.ru/bibliot/33/53.htm>
- 6 Общемашиностроительные нормативы режимов резания: Справочник: в 2-х т.: Т1/А.Д. Локтев, И.Ф. Гуцин, В.А. Батуев и др. – М.: Машиностроение, 1991. – 640 с.: ил.
- 7 Общемашиностроительные нормативы режимов резания: Справочник: в 2-х т.: Т2/А.Д. Локтев, И.Ф. Гуцин, Б.Н. Балашов и др. – М.: Машиностроение, 1991. – 304 с.: ил.
- 8 Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования на металлорежущих станках. – М.: Машиностроение, 1974. – 416 с., ил. Часть 1.
- 9 А.П. Белоусов «Проектирование станочных приспособлений», машиностроение, 1980.

Приложение

Таблица А.1 – Окончательные данные расчёта при фрезеровании

Наименование показателей	Единицы измерения	Для первого перехода	Для второго перехода	Для третьего и четвертого перехода
Глубина резания t	мм	2	2	2
Расчётная подача на зуб фрезы S_z	мм/зуб	0,014	0,018	0,014
Расчётная подача на оборот фрезы S_o	мм/об	0,11	0,11	0,11
Минутная подача фрезы S_m	мм/мин	95,2	108	95,2
Расчётная скорость резания V_d	м/мин	164,3	151,6	164,3
Расчётное число оборотов фрезы n_p	об/мин	830	965,7	830
Фактическое число оборотов фрезы n_f	об/мин	850	1000	850
Фактическая скорость резания v_f	м/мин	168	157	168
Главная составляющая силы резания P_z	Н	2263,6	2166	2263,6
Крутящий момент $M_{кр}$	Нм	713	541,5	713
Мощность резания N	кВт	6,2	5,56	6,2
Основное время T_o	мин	10,7	8,7	6,1

Таблица А.2 – Окончательные данные расчёта при сверлении

Наименование показателей	Единицы измерения	Для первого перехода	Для второго перехода	Для третьего перехода	Для четвертого перехода
Глубина резания t	мм	12,5	3	5	5
Расчётная подача на оборот S_o	мм/об	0,42	0,15	0,23	1,75
Расчётная скорость резания V_d	м/мин	29	36	30	11
Расчётное число оборотов n_p	об/мин	385	1910	936,6	290
Фактическое число оборотов n_f	об/мин	500	1400	1000	290
Фактическая скорость резания v_f	м/мин	37,7	26,4	32	10,7
Крутящий момент $M_{кр}$	Нм	170,4	4,7	19,4	20
Мощность резания N	кВт	2,5	0,40	0,68	0,6
Основное время T_o	мин	0,14	0,15	0,23	0,205

Таблица А.3 – Окончательные данные расчёта при расточке

Наименование показателей	Единицы измерения	Для первого перехода	Для второго перехода	
			да	да
Глубина резания t	мм	1,5	4	9,5
Расчётная подача на оборот S_o	мм/об	0,8	1,2	1,2
Расчётная скорость резания V_d	м/мин	231,4	155,3	136,5
Расчётное число оборотов n_p	об/мин	921	562	439
Фактическое число оборотов n_ϕ	об/мин	1000	600	500
Фактическая скорость резания v_ϕ	м/мин	251,2	165,8	155,4
Основное время T_o	мин	0,68	0,75	0,9

Спецификации

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание																																													
				<u>Документация</u>																																															
A0			ЦМ 05 00 00 СБ	Сборочный чертеж																																															
				<u>Сборочные единицы</u>																																															
A0		1	ЦМ 05 01 00 СБ	Рама	1																																														
A1		2	ЦМ 05 02 00 СБ	Трубы	1																																														
				<u>Детали</u>																																															
A1		3	ЦМ 05 00 03	Корпус	2																																														
A3		4	ЦМ 05 00 04	Вал	2																																														
		5	ЦМ 05 00 05	Уплотнение 38x52x5	4	Войлок																																													
A4		6	ЦМ 05 00 06	Крышка	2																																														
A4		7	ЦМ 05 00 07	Крышка	2																																														
		8	ЦМ 05 00 08	Уплотнение 78x98x7	4	Войлок																																													
A5		9	ЦМ 05 00 09	Втулка	2																																														
A4		10	ЦМ 05 00 10	Крышка	2																																														
A4		11	ЦМ 05 00 11	Стержень	4																																														
A4		11	ЦМ 05 00 11-1	Пробка	8																																														
A4		12	ЦМ 05 00 12	Пробка	4																																														
A4		13	ЦМ 05 00 13	Полумуфта	2																																														
A4		14	ЦМ 05 00 14	Противовес	4																																														
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 5%;"></td> <td style="width: 5%;"></td> <td style="width: 5%;"></td> <td style="width: 5%;"></td> <td style="width: 5%;"></td> <td colspan="2" style="text-align: center; font-weight: bold;">5B071200</td> </tr> <tr> <td style="font-size: small;">Из</td> <td style="font-size: small;">Лист</td> <td style="font-size: small;">№ докум</td> <td style="font-size: small;">Подпись</td> <td style="font-size: small;">Дата</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>Разраб.</td> <td></td> <td>Жакасова М</td> <td></td> <td></td> <td style="font-size: small;">Лит</td> <td style="font-size: small;">Лист</td> </tr> <tr> <td>Провер.</td> <td></td> <td>Аскарлов Е.С</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">1</td> </tr> <tr> <td>Т.контр.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td colspan="2" rowspan="3" style="text-align: center; vertical-align: middle;"> Спецификация мельницы Satbayev University </td> </tr> <tr> <td>Н.контр.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Утв.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>												5B071200		Из	Лист	№ докум	Подпись	Дата			Разраб.		Жакасова М			Лит	Лист	Провер.		Аскарлов Е.С				1	Т.контр.					Спецификация мельницы Satbayev University		Н.контр.					Утв.				
					5B071200																																														
Из	Лист	№ докум	Подпись	Дата																																															
Разраб.		Жакасова М			Лит	Лист																																													
Провер.		Аскарлов Е.С				1																																													
Т.контр.					Спецификация мельницы Satbayev University																																														
Н.контр.																																																			
Утв.																																																			

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<u>Стандартные изделия</u>		
		15		Болт М24х70	8	
				ГОСТ 7805-70		
		16		Подшипник 116	4	
				ГОСТ 8338-75		
		17		Болт М8х20	24	
				ГОСТ 7805-70		
		18		Подшипник 208	4	
				ГОСТ 8338-75		
		19		Болт М12х100	8	
				ГОСТ 7805-70		
		20		Шрифт 6Гх40	8	
		21		Болт М12х70	16	
				ГОСТ 7805-70		
		22		Гайка М12	16	
				ГОСТ 5915-70		
		23		Шпонка А-12х11х36	2	
				СТ СЭВ 189-75		
		24		Электродвигатель 4А100L8У3 1.5 квт 750 мин	2	
				ГОСТ 19523		
		25		Шпонка А-10х9х50	1	
				СТ СЭВ 189-75		
		26		Гайка М20	4	
				ГОСТ 5915-70		
						Лист
Из	Лист	№ докум	Подпись	Дата	Спецификация мельницы	
						2