

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО  
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН

АНДИЖАНСКИЙ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ  
ФАКУЛЬТЕТ “ТЕХНОЛОГИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ”

КАФЕДРА “ТЕХНОЛОГИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ”

«УТВЕРЖДАЮ»

Декан факультета «Технология ма-  
шиностроения»  
Л.Олимов

«\_\_\_» 2016 г.

«ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ» За-

ведующий кафедрой «Технология  
машиностроения»  
Х. Акбаров

«\_\_\_» 2016 г.

Студент направления “Технология машиностроения, оборудования и  
автоматизация машиностроительного производства”

Садиков Фаррух Махаммаджанович

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

**Разработка технологического процесса и средств технологического  
оснащения операций изготовления детали “Рейка” в условиях ООО  
“ТАПАЗ”**

**Руководитель:**

А. Сулаймонов

Андижан-2016 г.

АНДИЖАНСКИЙ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ

ФАКУЛЬТЕТ “ТЕХНОЛОГИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ”

КАФЕДРА “ТЕХНОЛОГИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ”

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

### К ДИПЛОМНОМУ ПРОЕКТУ

**Тема дипломного проекта:** Разработка технологического процесса и средств технологического оснащения операций изготовления детали “Рейка” в условиях ООО “ТАПАЗ”.

**Направление:** Технология машиностроения, оборудование и автоматизация машиностроительного производства.

Студент 4-курса группы 022-12:

Ф.Садиков

Декан факультета:

Л.Олимов

Заведующий кафедрой:

Х.Акбаров Ру-

ководитель:

А. Сулаймонов

Консультанты:

Технологическая часть:

И.Восилжонов

Конструкторская часть:

И.Восилжонов

Безопасность жизнедеятельности:

А.Рахимов

Экономическая часть:

Г.Саттиқулова

Андижан – 2016

АНДИЖАНСКИЙ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ

ФАКУЛЬТЕТ “ТЕХНОЛОГИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ”

КАФЕДРА “ТЕХНОЛОГИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ”

## ЗАДАНИЕ

### НА ДИПЛОМНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

**Студент:** Садиков Фаррух Махаммаджанович

**1. Тема дипломного проекта:** Разработка технологического процесса и средств технологического оснащения операций изготовления детали “Рейка” в условиях ООО “ТАПАЗ”.

Утверждена приказом ректора № 229 от 25 декабря 2015 года.

**2. Данные для выполнения дипломного проекта:**

Указы, постановления и труды Президента Республики Узбекистан, Постановления Кабинета Министров Р Уз, научно-техническая литература, данные сети интернет, рабочий чертеж детали, объём выпуска.

**3. Содержание пояснительной записи:**

**1) Введение.** Приводятся данные о роли машиностроительной промышленности в развитии экономики Республики Узбекистан, цели и задачи дипломного проекта.

**2) Общая часть.** Описание и назначение детали, определение типа производства и др.

**3) Технологическая часть.** Выбор типа получения заготовки, разработка маршрута технологического процесса, анализ технологичности конструкции детали, расчёт режимов резания и норм времени.

**4) Конструкторская часть.** Описание и расчёт станочного приспособления, режущего инструментов и средств измерений.

**5) Часть безопасности жизнедеятельности.** Описание условий труда проектируемых рабочих мест, выбор метода освещения и вентиляции на производстве, разработка мер электро и пожаробезопасности, вопросы обеспечения безопасности труда.

**6) Экономическая часть.** Расчёт экономической эффективности технологического процесса.

**7) Заключение.** Приводятся выводы по проектным решениям и даются предложения по совершенствованию технологического процесса.

**8) Список использованной литературы.** Приводится список литературы, использованной при выполнении дипломного проекта.

**9) Приложения.** Спецификации и технологическая документация.

**4. Содержание графической части:**

1. Чертеж детали
2. Чертеж заготовки.
3. Карты наладок.
4. Чертеж станочного приспособления.
5. Чертеж режущего инструмента.
6. Чертеж средства измерения или план участка.

**5. Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы:**

| № | Разделы выпускной квалификационной работы | Начало   | Дата окончания | подпись | Ф.И.О. консультантов |
|---|---|----------|----------------|---------|----------------------|
| 1 | Технологическая часть                     | 25.03.16 | 20.04.16       |         | И.Восилжонов         |
| 2 | Конструкторская часть                     | 25.04.16 | 20.05.16       |         | И.Восилжонов         |
| 3 | Часть безопасности жизнедеятельности      | 20.05.16 | 25.05.16       |         | А.Рахимов            |
| 4 | Экономическая часть                       | 25.05.16 | 30.05.16       |         | Г.Саттиқулова        |

**6. Дата получения задания :** 11.01.2016 г.**7. Дата сдачи дипломного проекта:** 10.06.2016 г.**Руководитель дипломного проекта:**

А. Сулеймонов

---

(подпись)**Задание принято:**

Ф.Садиков

---

(подпись)**Заведующий кафедрой:**

Х.Акбаров

---

(подпись)

## ВВЕДЕНИЕ

Научно-технический прогресс в машиностроении в значительной степени определяет развитие и совершенствование всего народного хозяйства страны. Президент Ислам Каримов выступил на открытии конференции о наследии ученых средневекового Востока в Самарканде: «С этой точки зрения особо хочу подчеркнуть, что не может быть никакого развития науки, если нет стабильности. И академии появляются, и вузы, и, самое главное, образование, и интерес ко всему этому, люди хотят расти и развиваться. Только тогда, когда вокруг спокойствие, когда стабильность, тогда люди ложатся спать и не боятся, какие проблемы и какие катаклизмы их могут ожидать завтра. Это — истина, правота которой доказана в течение многих-многих веков. Я убежден, что вы меня в этом вопросе прекрасно понимаете» [1].

Совершенствование технологических методов изготовления машин имеет при этом первостепенное значение. Качество машины, надежность, долговечность и экономичность эксплуатации зависят не только от совершенства ее конструкции, но и от технологии производства. Применения прогрессивных высокопроизводительных методов обработки, обеспечивающих высокую точность и качество поверхностей деталей машины, методов упрочнения рабочих поверхностей, повышающих ресурс работы деталей и машины в целом, эффективное использование современных автоматических и поточных линий, станков с программным управлением, электронных и вычислительных машин и другой новой техники, применение прогрессивных форм организации и экономики производственных процессов — все это направлено на решение главных задач: повышения эффективности производства и качества продукции. Важнейшими условиями ускорения научно-технического прогресса являются рост производительности труда, повышение эффективности общественного производства и улучшение качества продукции. Как отметил Президент Республики Узбекистан Ислам Каримов на шестом заседании Азиатского форума солнечной энергии: «Достаточно от-

метить, что, несмотря на негативное воздействие мирового финансово-экономического кризиса, валовой внутренний продукт Узбекистана за последние шесть лет растет ежегодными темпами более 8 процентов. За 2000-2013 годы он возрос в 3,8 раза, а валовой продукт на душу населения – в 3,2 раза. По оценкам международных финансовых институтов, такие же высокие темпы роста экономики Узбекистана сохранятся в ближайшей перспективе» [2].

Однако нужно учесть, что современная машиностроительная промышленность до 70% своей продукции выпускает в условиях единичного и серийного производств, которые характеризуются существенными затратами рабочего времени на выполнение вспомогательных операций и переходов. Для этих типов производств основное время, связанное с непосредственным изменением формы, размеров и физико-механических свойств заготовок, в общей структуре норм времени на выполнение технологических операций составляет 20-30%, а все остальные затраты приходятся на вспомогательные работы.

## **1. ОБЩАЯ ЧАСТЬ.**

### **1.1. Служебное назначение детали**

**Рейка** — основная деталь машины и механизмы. В машиностроении принято малое зубчатое с меньшим числом зубьев называть река, а большое — рейка. Однако часто все зубчатые река называют реками. Зубчатые рейка обычно используются парами с разным числом зубьев с целью преобразования вращающего момента и числа оборотов валов на входе и выходе. Колесо, к которому вращающий момент подводится извне, называется ведущим, а колесо, с которого момент снимается — ведомым. Если диаметр ведущего колеса меньше, то вращающий момент ведомого колеса увеличивается за счёт пропорционального уменьшения скорости вращения, и наоборот. В соответствии с передаточным отношением, увеличение крутящего момента будет вызывать пропорциональное уменьшение угловой скорости вращения ведомой шестерни, а их произведение — механическая мощность — останется неизменным. Данное соотношение справедливо лишь для идеального случая, не учитывая потери на трение и другие эффекты, характерные для реальных устройств.

Условия работы шестерни (работа при знакопеременных нагрузках). На нее накладывают ряд жестких требований, что в свою очередь определяет технологию изготовления детали, которая должна обладать высокими механическими свойствами.

#### **Анализ материала детали**

Река изготавливают из сталей: сталь 50, сталь 40Х, сталь 40ХН, 25ХГТ, 25ХГН и т.д.

В интересах достижения технико-экономических показателей разрабатываемой конструкции необходимо, чтобы материал детали позволял применять заготовительные технологии, обеспечивающие максимальную приближенную форму, размеры и качество поверхности.

Требования предъявляемые к материалу:

1. Хорошая обрабатываемость

2. Простота и дешевизна термообработки
3. Невысокая стоимость стали
4. Высокая прочность

Нагрузка, допускаемая на контактную прочность зубьев, определяется твердостью материала. Наибольшую твердость, а следовательно и наименьшие габариты и массу, можно получить при изготовлении из стали, подвергнутой термообработке. Одной из сталей соответствующей всем выше указанным условиям в большей степени соответствует сталь 40Х.

Она не склонна к отпускной хрупкости, обладает мелкими зернами, повышенной вязкостью и может быть применена для изготовления ответственных деталей, работающих при больших окружных скоростях, средних и высоких давлениях и больших ударных нагрузках.

Углерод ((С) - У) находится в стали обычно в виде химического соединения  $Fe_3C$ , называемого цементитом.

С увеличением содержания углерода до 1,2% увеличивается твердость, прочность и упругость стали, понижается пластичность и сопротивление удару, ухудшается обрабатываемость и свариваемость.

Кремний (( Si ) - С), если он содержится в стали в небольшом количестве, особого влияния на ее свойства не оказывает. При повышении содержания кремния значительно улучшаются упругие свойства, магнитопроницаемость, сопротивление коррозии и стойкость против окисления при высоких температурах.

Марганец (( Mn ) - Г), как и кремний, содержится в обыкновенной углеродистой стали в небольшом количестве и особого влияния на ее свойства также не оказывает. Однако марганец образует с железом твердый раствор и несильно повышает твердость и прочность стали, незначительно уменьшая ее пластичность. Марганец связывает серу в соединение  $MnS$ , препятствуя образованию вредного соединения  $FeS$ . Кроме того, марганец раскисляет сталь. При высоком содержании марганца сталь приобретает исключительно большую твердость и сопротивление износу.

Сера ((S)) является вредной примесью. Она находится в стали главным образом в виде FeS. Это соединение придает стали хрупкость при высоких температурах, например при ковке, - свойство, которое называется красноломкостью. Сера увеличивает истираемость стали, понижает сопротивление усталости и уменьшает коррозионную стойкость. В углеродистой стали допускается серы не более 0,06-0,07%. Увеличение хрупкости стали при повышенном содержании серы используется иногда для улучшения обрабатываемости на станках, благодаря чему повышается производительность при обработке.

#### Химический состав в % материала 40Х

| C         | Si        | Mn      | Ni     | S        | P        | Cr      | Cu     |
|-----------|-----------|---------|--------|----------|----------|---------|--------|
| 0,36-0,44 | 0,17-0,37 | 0,5-0,8 | до 0,3 | до 0,035 | до 0,035 | 0,8-1,1 | до 0,3 |

#### Механические свойства стали 40Х

| Термообработка, состояние поставки                   | Сечение, мм | $\sigma_{0,2}$ , МПа | $\sigma_b$ , МПа | $\delta_5$ , % | $\psi$ , % | KСU, Дж/м <sup>2</sup> | HB      |
|--|-------------|----------------------|------------------|----------------|------------|------------------------|---------|
| <b>Пруток ГОСТ 4543-71</b>                           |             |                      |                  |                |            |                        |         |
| Закалка 860 °C, масло. Отпуск 500 °C, вода или масло | 25          | 780                  | 980              | 10             | 45         | 59                     |         |
| <b>Поковка ГОСТ 8479-70</b>                          |             |                      |                  |                |            |                        |         |
| Нормализация. КП 245                                 | 500-800     | 245                  | 470              | 15             | 30         | 34                     | 143-179 |

$\sigma_t$  – Предел пропорциональности (предел текучести для остановочной деформации), [МПа]

$\sigma_b$  – Предел кратковременной прочности, [МПа]

$\delta_s$  – Относительное удлинение при разрыве, [%]

$\psi$  – Относительное сужение, [%]

KСU – Ударная вязкость, [Дж/см<sup>2</sup>]

HB – Твердость по Бринеллю

Коэффициент использования металла  $K_{и.м}$  равный 0,58 показывает, что получение заготовки методом свободной ковки не неэкономично т.к. 43% металла уходит в стружку. Заготовка, получаемая методом свободной ковки по конфигурации не соответствует форме готовой детали. Поэтому необходимо

димо увеличить  $K_{и.м}$ , для этого лучше применить метод получения заготовки такой как штамповка в закрытых штампах на ГКМ.

$$\hat{E}_{\dot{e}.\dot{i}.} = \frac{\dot{I}_{\ddot{a}\ddot{a}\ddot{a}}}{\dot{I}_{\dot{c}\dot{a}\dot{a}}} = \frac{1,75}{2,2} = 0,8$$

В результате чего заметно значительное увеличение  $K_{и.м}$  что ведет к снижению себестоимости, экономии металла.

## **1.2. Анализ технологичности конструкции детали**

Каждая деталь должна изготавливаться с минимальными трудовыми и материальными затратами. Эти затраты можно сократить в значительной степени правильным выбором варианта технологического процесса, его оснащения, механизации и автоматизации, применения оптимальных режимов обработки и правильной подготовке производства. На трудоемкость изготавления детали оказывает особое влияние ее конструкция и технологические требования на изготовление. Технологичность важнейшая техническая основа, обеспечивающая использование конструкторских технологических резервов. Правила отработки конструкции детали на технологичность приведены в ГОСТ 14.203-83.

Деталь – река изготавливается из стали 50 ГОСТ 1080-88 методом горячей объемной штамповки. Конфигурация наружного контура и отверстия не вызывает значительных трудностей при получении заготовки.

Таким образом, заготовку можно считать технологичной.

Оценку технологичности конструкции детали производят по двум показателям: качественным и количественным.

### **Качественная оценка технологичности конструкции детали**

Конструкция детали «Река» достаточно жесткая при отношении длины к максимальному диаметру, что позволяет применить высокопроизводительные методы обработки при отсутствии труднодоступных мест для подвода инструмента и контроля.

## Количественная оценка технологичности конструкции детали

В качестве количественных показателей технологичности могут рассматриваться коэффициент использования материала, коэффициент точности обработки, коэффициент шероховатости поверхности, уровень технологичности конструкции по технологической себестоимости.

Деталь «Река» является технологичной, т.к. отвечает следующим требованиям:

- формы и размеры заготовки максимально приближены к форме и размерам детали;
- при обработке есть возможность использовать проходные резцы;
- наблюдается уменьшение диаметров поверхностей от середины к торцам вала;
- жесткость вала обеспечивает достижение необходимой точности при обработке, так как  $l/d$  меньше 10...12.

Коэффициент точности обработки  $K_{\text{тч}}$  определяется по формуле

$$K_{\text{тч}} = 1 - \frac{n_i}{T_i n_i},$$

где  $n_i$  — число размеров соответствующего квалитета точности;

$T_i$  — квалитет точности обработки.

$$K_{\text{тч}} = 1 - \frac{9}{12 \cdot 7 + 9 \cdot 1 + 10 \cdot 1} = 0,912.$$

Если коэффициент точности обработки удовлетворяет условию  $K_{\text{тч}} > 0,8$ , то деталь технологична по точности. Поскольку  $K_{\text{тч}} = 0,912 > 0,8$ , то рассматриваемая деталь является технологичной по точности.

Коэффициент шероховатости поверхности  $K_{\text{ш}}$  определяется по формуле

$$K_{\text{ш}} = \frac{n_{im}}{\text{Ш} n_{im}},$$

где  $n_{im}$  — число поверхностей соответствующей шероховатости;

Ш — шероховатость поверхности.

$$K_{\text{ш}} = \frac{9}{80 \cdot 4 + 3,2 \cdot 4 + 1,25 \cdot 1} = 0,027.$$

Если коэффициент шероховатости поверхности удовлетворяет условию  $K_{ш} < 0,32$ , то деталь технологична по шероховатости поверхности. Поскольку  $K_{ш} = 0,027 < 0,32$ , то рассматриваемая деталь является технологичной по шероховатости поверхности.

В процессе проверки уровня технологичности видно, что данная деталь является достаточно технологичной.

### 1.3. Определение типа производства

Тип производства – классификационная категория производства, выделяемая по признакам широты номенклатуры, регулярности, стабильности и объема выпуска изделий. В машиностроении различают 5 типов производства: массовые, крупносерийные, среднесерийные, мелкосерийные и единичные в зависимости от  $K_{з.о.}$  (коэффициент закрепления операций)

$$K_{з.о.} = \Sigma \Pi_{оi} / \Sigma P_i ;$$

где  $\Sigma \Pi_{оi}$  – суммарное число различных операций за месяц по участку из расчета на одного сменного мастера;

$\Sigma P_i$  – явочное число рабочих участка, выполняющих различные операции при работе в одну смену.

Вывод о типе производства сделаем на основе анализа количества выпускаемой продукции. Основным критерием для разграничения типов производства является коэффициент закрепления операции, выполняемых в течении месяца к числу рабочих мест.

|                                  |                   |
|----------------------------------|-------------------|
| Для массового производства       | $-K_{з.о.}=1$     |
| Для крупносерийного производства | $-K_{з.о.}=1-10$  |
| Для среднесерийного производства | $-K_{з.о.}=10-20$ |
| Для мелкосерийного производства  | $-K_{з.о.}=20-40$ |
| Для единичного производства      | $-K_{з.о.}>40$    |

Но для того, чтобы рассчитать сколько операций у нас выполняется в течении месяца вычислим тakt выпуска:

$$\tau_n = \frac{F_d \cdot 60}{N} \text{ мин/шт}$$

где:  $N$  – годовая, производственная программа выпуска изделий, шт.

$F_d$  - действительный годовой фонд времени работы оборудования, мин.

тогда:

$$T_B = \frac{F_k * 60}{N} = \frac{4029 \cdot 60}{20000} = 12.087$$

Значит производство среднесерийное.

Определяем количество деталей в партии

$$n = \frac{N * a}{F} = \frac{20000 \cdot 6}{254} = 472$$

где,  $F$  – количество дни в год;

## **2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

### **2.1. Выбор метода получения заготовки**

При выборе метода получения заготовки решающими факторами являются: форма детали, масса, материал, объём выпуска деталей. Окончательное решение о выборе метода принимается на основе технико-экономических расчётов.

Метод получения заготовки, обеспечивающий технологичность изготовления из неё детали при минимальной себестоимости, считается оптимальным. Основное требование предъявляемые к методу получения заготовки — наибольшее приближение формы и размеров заготовки к форме и размерам готовой детали. Чем меньше разница в размерах детали и заготовки, тем меньше трудоемкость последующей механообработки.

Для данной детали заготовкой может служить поковка, полученная методом горячей объемной штамповки на кривошипном горячештамповочном прессе

Степень сложности С3. Точность изготовления поковки – Т3. Группа стали – М1.

Для определения объема разобъем заготовку на элементарные части, радиусами, фасками, штамповочными уклонами пренебрегаем.

### **2.2. Разработка технологического маршрута обработки детали**

Проектирование общего маршрута обработки детали начинается обычно с установления последовательности и способов обработки отдельных поверхностей. При выборе способа обработки поверхностей исходят из его технологических возможностей:

- возможности по обеспечению точности и качества поверхности;
- величине снимаемого припуска;
- времени обработки в соответствии с заданной производительностью.

Поэтому цель выбора последовательности операций – обеспечить наиболее рациональный процесс обработки заготовки. При назначении вида

обработки необходимо стремиться к тому, чтобы число переходов при обработке каждой поверхности было минимальным и возможно большее количество поверхностей заготовки обрабатывалось при одной установке.

Составим маршрутный техпроцесс изготовления детали.

Принятый маршрутный процесс оформляем в виде таблицы.

Таблица 2.1 – Маршрутный техпроцесс изготовления детали «Река»

| № опер. | Наименование операций и переходов   | Тип оборудования                        |
|---------|---|---|
| 1       | 2   | 5                                       |
| 005     | <p>Фрезерная</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Фрезерование поверхности А, выдерживая размер <math>l=87 \pm 0.4</math> мм</li> <li>Фрезерование поверхности С, выдерживая размер <math>l=85 \pm 0.4</math> мм</li> </ol>                           | <p>6T82<br/>Горизонтальный фрезерны</p> |
| 010     | <p>Фрезерная</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Фрезерование поверхности В, выдерживая размер <math>l=50 \pm 0.4</math> мм, длина 85 мм</li> <li>Фрезерование поверхности Д, выдерживая размер <math>l=36 \pm 0.4</math> мм, длина 85 мм</li> </ol> | <p>6T82<br/>Горизонтальный фрезерны</p> |
| 015     | <p>Сверления</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Сверлить Ø10 мм, длина 42 мм поверхности А</li> <li>Цековка Ø12H7 мм, длина 10 мм поверхности А</li> </ol>  | <p>2M55<br/>Радиалны сверления</p>      |
| 020     | <p>Сверления</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Сверлить Ø19 мм, длина 25 мм поверхности Д</li> <li>Зенкеровать Ø20H7 мм, длина 25 мм поверхности А</li> <li>Нарезат фаску <math>2 \times 45^\circ</math> отверстий Ø20H7</li> </ol>                | <p>2M55<br/>Радиалны сверления</p>      |
| 025     | <p>Зубофрезерная</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Фрезерование зубья поверхности В</li> </ol>   | <p>5B312<br/>зубофрезерный</p>          |

### 2.3. Расчёт припусков на обработку аналитическим методом

Рассчитываем припуски на обработку поверхность А на размер  $l=87 \pm 0.4$ .

Заготовка представляют собой поковку со степенью сложности С3.

Суммарное отклонение [3, стр.66]

$$\rho_3 = \Delta_K D = 3 \cdot 87 = 261 \text{ мкм.}$$

Остаточное пространственное отклонение:

- после предварительного обтачивания  $\rho_1=0,06 \cdot 261=16 \text{ мкм};$
- после окончательного обтачивания  $\rho_1=0,04 \cdot 261=10 \text{ мкм};$

Погрешность установки при черновом растачивании:

$$\varepsilon_3 = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2},$$

Погрешность базирования в данном случае равна 0.

Погрешность закрепления возникает в результате смещения обрабатываемой поверхности заготовки от действия зажимной силы. [3, стр. 77]:

$$\varepsilon_3 = 130 \text{ мкм},$$

Расчет минимальных значений припусков производим, пользуясь основной формулой

$$z_{i_{min}} = (R_{z_{i-1}} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}),$$

где  $R_{z_{i-1}}$  – высота неровностей профиля на предшествующем переходе;  
 $T_{i-1}$  – глубина дефектного слоя на предшествующем переходе;

$\rho_{i-1}$  – величина пространственных отклонений на предшествующем переходе;

$\varepsilon_i$  – погрешность установки заготовки на текущем переходе.

$$R_{z_{i-1}} + T_{i-1} = 600 \text{ мкм} [3, \text{стр. 63}];$$

$$z_{i_{min}} = 2 \cdot 600 + \sqrt{420^2 + 130^2} = 2 \cdot 1170 \text{ мм.}$$

Таблица – Расчет припусков на механическую обработку внешней поверхности  $l=87_{-0,4}$  мм.

| Технологические переходы обработки поверхности $l=87_{-0,4}$ . | Элементы припуска, мкм |     |        |               | $2Z_{min}$ , мкм | Расчетный размер, мм | $\delta$ Допуск, мкм | Предельные размеры, мм |           | Предельные припуски, мм |            |
|--|------------------------|-----|--------|---------------|------------------|----------------------|----------------------|------------------------|-----------|-------------------------|------------|
|  | $Rz$                   | $H$ | $\rho$ | $\varepsilon$ |                  |                      |                      | $D_{min}$              | $D_{max}$ | $2Z_{min}$              | $2Z_{max}$ |
| Заготовка  | 300                    | 300 | 420    |               | 89,4             | 2500                 | 142,45               | 144,95                 |           |                         |            |
| Фрезерный  | 50                     | 50  | 25     | 150           | 2·1170           | 87,1                 | 400                  | 140,11                 | 140,51    | 2340                    | 4440       |
| Итого  |                        |     |        |               |                  |                      |                      |                        |           | 2605                    | 4945       |

Проверка правильности расчетов:

$$Z_{\max 0} - Z_{\min 0} = \delta_3 - \delta_d, \\ 4945 - 2605 = 2500 - 160, \\ 2340 = 2340 \text{ мкм.}$$

Расчеты выполнены верно.

Рассчитываем припуски на обработку на торцевой поверхности  $85 \pm 0,25$ .

Суммарное значение пространственных отклонений [3, стр.66]

$$\rho_3 = \Delta_K L = 3 \cdot 32 = 96 \text{ мкм.}$$

где  $\Delta_K = 3$  мкм, удельная кривизна заготовок [3, стр.71]

Остаточное пространственное отклонение:

После предварительного обтачивания  $\rho_1 = 0,05 \cdot 96 = 5$  мкм.

Погрешность установки при черновом растачивании:

$$\varepsilon_3 = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2},$$

Погрешность базирования в данном случае равна 0.

Погрешность закрепления возникает в результате смещения обрабатываемой поверхности заготовки от действия зажимной силы [3, стр. 75]:

$$\varepsilon_3 = 600 \text{ мкм},$$

Расчет минимальных значений припусков производим, пользуясь основной формулой

$$2z_{i_{min}} = 2(R_{z_{i-1}} + T_{i-1} + \rho_{i-1} + \varepsilon_i),$$

где  $R_{z_{i-1}}$  – высота неровностей профиля на предшествующем переходе;

$T_{i-1}$  – глубина дефектного слоя на предшествующем переходе;

$\rho_{i-1}$  – величина пространственных отклонений на предшествующем переходе;

$\varepsilon_i$  – погрешность установки заготовки на текущем переходе.

Суммарное значение высоты неровностей профиля и глубины дефектного слоя для заготовки из литья [3, стр. 63]:

$$R_{z_{i-1}} + T_{i-1} = 600 \text{ мкм.}$$

Тогда минимальный припуск под черновом точением

$$2z_{i_{min}} = 2 \cdot 600 + 96 + 600 = 2 \cdot 1296 \text{ мм.}$$

Таблица. – Расчет припусков на механическую обработку внешней поверхности  $32 \pm 0,25$ мм.

| Технологические переходы обработки поверхности $32 \pm 0,25$ | Элементы припуска, мкм |     |        |               | $2Z_{min}$ , мкм | Расчетный размер, мм | Допуск, $\delta$ мкм | Предельные размеры, мм |           | Предельные припуски, мм |            |
|--|------------------------|-----|--------|---------------|------------------|----------------------|----------------------|------------------------|-----------|-------------------------|------------|
|  | $Rz$                   | $H$ | $\rho$ | $\varepsilon$ |                  |                      |                      | $L_{min}$              | $L_{max}$ | $2Z_{min}$              | $2Z_{max}$ |
| Заготовка  |                        | 600 | 96     |               |                  | 87,3                 | 1600                 | 34,34                  | 35,94     |                         |            |
| Фрезерный  | 50                     | 50  | 5      | 600           | 2·1296           | 85,8                 | 250                  | 31,75                  | 32,00     | 2592                    | 3942       |
| Итого  |                        |     |        |               |                  |                      |                      |                        |           | 2592                    | 3942       |

Проверка правильности расчетов:

$$Z_{max0} - Z_{min0} = \delta_3 - \delta_d,$$

$$3942 - 2592 = 1600 - 250,$$

$$1350 = 1350 \text{ мкм.}$$

Расчеты выполнены верно.

На остальные обрабатываемые поверхности втулки припуски и допуски выбираем по таблицам ГОСТ 7507-89 и записываем их значения в таблице 6.

| Размер | Припуск   |           | Допуск       |
|--------|-----------|-----------|--------------|
|        | табличный | Расчетный |              |
| 2      | 3         | 2·1,5     | +1,6<br>-0,9 |
| 36     | 7         |           | ±0,5         |
| 36     | 7         | 2·2,3     |              |

## 2.4. Расчет режимов резания аналитическим методом

### 005- Операция фрезерний

1-переход: Фрезерование поверхности А, выдерживая размер  $l=87 \pm 12$  мм  
Станок : 6Т12 - Вертикальный фрезерный.

Припуск -  $t=h=3$  мм. Шрина -  $B=50$  мм, длина -  $l=87$  мм.

Инструмент : Р6М5 - бистрорежущий сталь.

Режим резания

- 1). Глубина -  $t=h=3$  мм.
- 2). Табличная подача. [11] (38-таблица, 286-ст.)  $s_z=0,026$  мм/мин.
- 3). Стойкости : [11] (42-таблица, 292-ст.)  $T=40$  мин.
- 4). Скорость:

$$v = \frac{C_v D^q}{T^m t^x s_z^y B^u z^p}$$

где  $C_v$  – постоянная в формуле скорости фрезы,  $C_v=12$ ;  
 $m, x, y$  – показатели степени,  $m = 0,2$  ;  $x = 0,15$  ;  $y = 0,35$ ;  
 $T$  – период стойкости фрезы,  $T = 40$  мин – среднее значение при одноконструментальной обработке;

$K_v$  – поправочный коэффициент на скорость резания.

$$K_v = K_m \cdot K_n \cdot K_u \cdot K_\varphi,$$

где  $K_m$  – поправочный коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала,

$K_n$  – поправочный коэффициент, зависящий от состояния поверхности заготовки,  $K_n=0,9$ .

$K_u$  – поправочный коэффициент, зависящий от марки материала резца,  $K_u=1$ .

$K_\varphi$  – поправочный коэффициент, зависящий от угла в плане  $\varphi$   $K_\varphi=0,8$ .

$$K_m = K_g \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^n = 0,8 \cdot \left( \frac{750}{600} \right)^1 = 1$$

где  $K_g$  – коэффициент, характеризующий группу стали по обрабатываемости,  $K_g = 0,8$ ;

$n$  – показатель степени,  $n = 1$ .

$$K_v = 1 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,8 = 0,72.$$

$$v = \frac{12 \cdot 50^{0,3}}{40^{0,26} \cdot 3^{0,3} \cdot 0,026^{0,25} \cdot 12^0 \cdot 8^{0,26}} \cdot 1,17 = 20,31 \frac{\text{м}}{\text{мин}}.$$

5). Частота вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 20,31}{3,14 \cdot 50} = 1000,74 \text{ мин},$$

По паспорту станка принимаем  $n=1000$  аил/мин.

6). Действительная скорость резания определяется по формуле:

$$v_x = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 50 \cdot 1000}{1000} = 18,62 \frac{\text{м}}{\text{мин}}.$$

7). Скорост подача

$$s_m = s n = s_z z n_x = 0,026 \cdot 8 \cdot 1000 = 235,8 \frac{\text{мм}}{\text{мин}}.$$

По паспорту станка принимаем  $s_m = 230 \text{ мм/мин}$ .

Подача зуб фрезы

$$s_z = \frac{s_m}{z n_x} = \frac{230}{8 \cdot 1000} = 0,028 \frac{\text{мм}}{\text{мин}}.$$

8). Рассчитаем силу резания  $P_z$ :

$$P_z = \frac{10 C_p t^x s_z^y B^n z}{D^q n^w} K_{mp}$$

где  $C_p$  – постоянная в формуле силы резания,  $C_p = 300$ .

$n, x, y$  – показатели степени,  $x=1 ; y=0,75 ; n= -0,1$ ;

$K_p$  – поправочный коэффициент на силу резания:

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi_p} \cdot K_{\gamma_p} \cdot K_{\lambda_p},$$

где  $K_{mp}$  – поправочный коэффициент на обрабатываемый материал;

$K_{\varphi_p}$  – поправочный коэффициент на угол в плане  $\varphi$ ,  $K_{\varphi_p} = 0,89$ ;

$K_{\gamma_p}$  – передний угол  $\gamma$ ,  $K_{\gamma_p} = 1$ ;

$K_{\lambda_p}$  – угол наклона режущей кромки  $\lambda$ ,  $K_{\lambda_p} = 1$ .

$$K_{mp} = \left( \frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left( \frac{600}{750} \right)^{0,75} = 0,85;$$

$$K_{p_z} = 0,85 \cdot 0,89 \cdot 1 \cdot 1 = 0,76.$$

$$P_z = \frac{10 \cdot 47 \cdot 3^{0,86} \cdot 0,026^{0,72} \cdot 12^{1,8}}{12^{0,86} \cdot 1^0} \cdot 0,954 = 943,9 \text{ Н} = 0,9 \text{ кН}.$$

9). Мощность затрачиваемая на резание:

$$N_{\text{зф}} = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{944 \cdot 20.3}{1020 \cdot 60} = 0,35 \text{ кВт.}$$

10). Проверка по мощности выполняется

$$N_{\text{з}} = N \cdot \eta = 10 \cdot 0,8 = 8 \text{ кВт. } N_{\text{кес}} < N_{\text{з}}, 0,35 < 8, 11).$$

Основное время выполнения операции:

$$T_0 = \frac{L}{v_x} = \frac{l+y+\Delta}{v_x},$$

l = 87 мм; y = 17,5 мм; Δ = 3 мм.

$$T_0 = \frac{87 + 17,5 + 3}{20} = 0,59 \text{ мин.}$$

### 005-фрезалаш операцияси

2-үтиш мазмуни: С юза l=85 мм фрезалансын.

Станок : 6Т12 - Вертикальный фрезерный Станок и.

Припуск - t=h=3 мм. Шрина - B=50 мм, длина - l=85 мм.

Инструмент : Р6М5 - бистрорежущий сталь.

Режим резания

1). Глубина - t=h=3 мм.

2). Табличная подача. [11] (38-таблица, 286-ст.) га асосан s\_z=0,026  
мм/мин.

3). Стойкости : [11] (42-таблица, 292-ст.) T=40 мин.

4). Скорость резания:

$$v = \frac{C_v D^q}{T^m t^x s_z^y B^u z^p}$$

где  $C_v$  – постоянная в формуле скорости фрези,  $C_v = 12$ ;

m, x, y – показатели степени, m = 0,2 ; x = 0,15 ; y = 0,35;

T – период стойкости фрези, T = 40 мин – среднее значение при однокомпонентальной обработке;

$K_v$  – поправочный коэффициент на скорость резания.

$$K_v = K_m \cdot K_n \cdot K_u \cdot K_{\varphi},$$

где  $K_{M_V}$  – поправочный коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала,

$K_{n_V}$  – поправочный коэффициент, зависящий от состояния поверхности заготовки,  $K_{n_V} = 0,9$ .

$K_{u_V}$  – поправочный коэффициент, зависящий от марки материала резца,  $K_{u_V} = 1$ .

$K_{\phi_V}$  – поправочный коэффициент, зависящий от угла в плане  $\phi$   $K_{\phi_V} = 0,8$ .

$$K_{M_V} = K_{\Gamma} \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^n = 0,8 \cdot \left( \frac{750}{600} \right)^1 = 1$$

где  $K_{\Gamma}$  – коэффициент, характеризующий группу стали по обрабатываемости,  $K_{\Gamma} = 0,8$ ;

$n$  – показатель степени,  $n = 1$ .

$$K_V = 1 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,8 = 0,72.$$

$$v = \frac{12 \cdot 50^{0,3}}{40^{0,26} \cdot 3^{0,3} \cdot 0,026^{0,25} \cdot 12^0 \cdot 8^{0,26}} \cdot 1,17 = 20,31 \frac{\text{м}}{\text{мин}}.$$

5). Частота вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 20,31}{3,14 \cdot 50} = 1000,74 \text{ дац}^{-1},$$

По паспорту станка принимаем  $n=1000$  айл/мин.

6). Действительная скорость резания определяется по формуле:

$$v_x = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 50 \cdot 1000}{1000} = 15,71 \frac{\text{м}}{\text{мин}}.$$

7). Скорость подача

$$s_m = s_n = s_z z n_x = 0,026 \cdot 8 \cdot 1000 = 208 \frac{\text{мм}}{\text{мин}}.$$

По паспорту станка принимаем  $s_m = 230 \text{ мм/мин}$ .

Подача зуб фрезы

$$s_z = \frac{s_m}{z n_x} = \frac{230}{8 \cdot 1000} = 0,028 \frac{\text{мм}}{\text{мин}}.$$

8). Рассчитаем силу резания  $P_z$ :

$$P_z = \frac{10C_p t^x s_z^y B^n z}{D^q n^w} K_{mp}$$

где  $C_p$  – постоянная в формуле силы резания,  $C_p = 300$ .

$n, x, y$  – показатели степени,  $x=1$  ;  $y=0,75$  ;  $n= -0,1$ ;

$K_p$  – поправочный коэффициент на силу резания:

$$K_p = K_{M_p} \cdot K_{\varphi_p} \cdot K_{\gamma_p} \cdot K_{\lambda_p},$$

где  $K_{M_p}$  – поправочный коэффициент на обрабатываемый материал;

$K_{\varphi_p}$  – поправочный коэффициент на угол в плане  $\varphi$ ,  $K_{\varphi_p} = 0,89$ ;

$K_{\gamma_p}$  – передний угол  $\gamma$ ,  $K_{\gamma_p} = 1$ ;

$K_{\lambda_p}$  – угол наклона режущей кромки  $\lambda$ ,  $K_{\lambda_p} = 1$ .

$$K_{M_p} = \left( \frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left( \frac{600}{750} \right)^{0,75} = 0,85;$$

$$K_{p_z} = 0,85 \cdot 0,89 \cdot 1 \cdot 1 = 0,76.$$

$$P_z = \frac{10 \cdot 47 \cdot 3^{0,86} \cdot 0,026^{0,72} \cdot 50^{1,8}}{50^{0,86} \cdot 1^0} \cdot 0,954 = 943,9 \text{ Н} = 0,9 \text{ кН.}$$

9). Мощность затрачиваемая на резание:

$$N_{\text{ЭФ}} = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{944 \cdot 20,3}{1020 \cdot 60} = 0,35 \text{ кВт.}$$

10). Проверка по мощности выполняется

$N_{\text{Э}} = N \cdot \eta = 10 \cdot 0,8 = 8 \text{ кВт.}$   $N_{\text{кес}} < N_{\text{Э}}$ ,  $0,35 < 8$ , яни ишлов бериш мумкин.

11). Основное время выполнения операции:

$$T_0 = \frac{L}{v_x} = \frac{l+y+\Delta}{v_x},$$

$l = 85 \text{ мм}$ ;  $y = 17,5 \text{ мм}$ ;  $\Delta = 3 \text{ мм}$ .

$$T_0 = \frac{85 + 17,5 + 3}{20} = 0,57 \text{ мин.}$$

## 2.5. Расчет режимов резания по нормативам

### 010-Операция фрезерний

1- Фрезерование поверхности В, выдерживая размер  $l=50 \pm 12 \text{ мм}$ , длина 85 мм

Станок : МР-76АМ;

Инструмент : Т15К6 ГОСТ 18880-73;

Глубина :  $t = 4$  мм.

1. Длина движения суппорта:

$$L_{p,x} = l_{\text{кес}} + y + L_{\text{кв}} = 85 + 2 + 3 = 90 \text{ мм},$$

$l_p = 85$  мм;

$y = 2$  мм [5, 300 ст.];

$L_d = 3$  мм.

$$F = b_{\text{пр}} L_{\text{кес}} = 2 \cdot 85 = 170 \text{ мм}^2$$

2. Табличная подача:

$$s_z = 0,3 \frac{\text{мм}}{\text{айл}} 5,85 \text{ б. .}$$

3. Стойкости :

$$T = 60 \text{ дац. } 5,87 \text{ б. .}$$

4. Скорость:

$$v = v_{\text{ж}} K_1 K_2 K_3 = 35 \cdot 1,1 \cdot 1,35 \cdot 1,15 = 59,77 \text{ м/мин. дац.}$$

где,  $v_t$  - табличный скорость,  $v_t = 35$  м/мин. [5, 96 б.];

$K_1 = 1,1$  [5, 96 ст.];

$K_2 = 1,35$  [5, 100 ст.];

$K_3 = 1,15$  [5, 100 ст.].

Частота вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 59,77}{3,14 \cdot 50} = 380 \text{ дац}^{-1},$$

По паспорту станка принимаем  $n = 400$  1/мин.

$$v_x = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 50 \cdot 400}{1000} = 62,8 \text{ м/мин.}$$

5. Действительная скорость резания определяется по формуле:

$$s_m = s_z z_u n = 0,3 \cdot 8 \cdot 400 = 960 \frac{\text{мм}}{\text{мин.}}$$

По паспорту станка принимаем :  $S_m = 1000$  мм/мин.

6. Основное время выполнения операции:

$$T_a = \frac{L_{p,x}}{S_M} = \frac{90}{1000} = 0,09 \text{ дақ.}$$

## 010-Операция фрезерний

2- Фрезерование поверхности  $D$ , выдерживая размер  $l=36js12$  мм, длина 85 мм

Станок : МР-76АМ;

Инструмент : Т15К6 ГОСТ 18880-73;

Глубина :  $t = 4$  мм.

1. Длина движения суппорта:

$$L_{p,x} = l_{\text{кес}} + y + L_{\text{күш}} = 85 + 2 + 3 = 90 \text{ мм,}$$

$l_p=85$  мм;

$y=2$  мм [5, 300 ст.];

$L_D=3$  мм.

$$F = b_{\text{cp}} L_p = 2 \cdot 85 = 170 \text{ мм}^2$$

2. Табличная подача:

$$s_z = 0,3 \frac{\text{мм}}{\text{айл}} 5,85 \text{ б.}$$

3. Стойкости :

$$T = 60 \text{ дақ.} 5,87 \text{ б.} .$$

4. Скорость:

$$v = v_{\text{ж}} K_1 K_2 K_3 = 35 \cdot 1,1 \cdot 1,35 \cdot 1,15 = 59,77 \text{ м/мин.} \text{ дақ.}$$

табличний скорость,  $v_t = 35$  м/мин. [5, 96 б.];

$K_1=1,1$  [5, 96 б.];

$K_2=1,35$  [5, 100 б.];

$K_3=1,15$  [5, 100 ст.].

Частота вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 59,77}{3,14 \cdot 50} = 380 \text{ дақ}^{-1},$$

По паспорту станка принимаем  $n=400$  1/мин.

Действительная скорость резания определяется по формуле:

$$v_x = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 50 \cdot 400}{1000} = 62,8 \text{ м/мин.} \text{ дақ.}$$

5. Действительная скорость резания определяется по формуле::

$$s_m = s_z z_u n = 0,3 \cdot 8 \cdot 400 = 960 \frac{\text{мм}}{\text{дак}}.$$

Станок паспорти бўйича тўғрилаймиз:  $S_m = 1000$  мм/мин.

6. Основное время выполнения операции:

$$T_a = \frac{L_{p,x}}{s_m} = \frac{90}{1000} = 0,09 \text{ дак.}$$

### 015-операция сверления

3. Сверлить  $\varnothing 10$  мм, длина 42 мм поверхности А

Станок : 2Н125;

Инструмент : Т15К6 ГОСТ 14952-75;

Глубина :  $t = 5$  мм.

1. Длина движения суппорта:

$$L_{p,x} = l_{\text{кес}} + y + L_{\text{күш}} = 42 + 2 + 3 = 47 \text{ мм},$$

где,  $l_p = 42$  мм;

$y = 2$  мм [5, 300 ст];

$L_d = 3$  мм.

2. Табличная подача:

$$s_0 = 0,4 \frac{\text{мм}}{\text{айл}} 5,1116.$$

3. Стойкости :

$T = 60$  мин. [5, 114 ст.].

4. Скорость:

$$v = v_{\text{т}} K_1 K_2 K_3 = 26 \cdot 1,3 \cdot 1,15 \cdot 1 = 38,87 \text{ м/мин.}$$

где,  $v_t$  - табличный скорость,  $v_t = 26$  м/мин. [5, 115 б.];

$K_1 = 1,3$  [5, 116 б.];

$K_2 = 1,15$  [5, 116 б.];

$K_3 = 1$  [5, 117 ст.].

Частота вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 38,87}{3,14 \cdot 10} = 1238 \text{ дац}^{-1},$$

По паспорту станка принимаем  $n=1250$  1/мин. Действительная скорость резания определяется по формуле:

$$v_x = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 10 \cdot 1250}{1000} = 39,25 \text{ м дац.}$$

5. Основное время выполнения операции:

$$T_a = \frac{L_{p.x}}{n s_0} = \frac{47}{1250 \cdot 0,5} = 0,075 \text{ дац.}$$

## 015-операция сверления

2. Цековка  $\varnothing 12H7$  мм, длина 10 мм поверхности А токарлик

Станок и-2Н125; Инструмент -Т15К6 ГОСТ 14952-75;

Глубина  $t=6$  мм.

1. Длина движения суппорта:

$$L_{p.x} = l_{\text{кес}} + y + L_{\text{к} ѿ \text{ш}} = 10 + 2 + 3 = 15 \text{ мм},$$

где,  $l_p=10$  мм;  $y=2$  мм [5, 300 ст;  $L_d=3$  мм.

2. подача:  $s_0=0,32$  мм/об [5, 111 ст. приминаем  $s=0,25$  мм/об.

3. Стойкост -  $T = 60$  дац. [5, 114 ст.].

4. Скорост:

$$v = v_{\text{ж}} K_1 K_2 K_3 = 10 \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot 1 = 11 \text{ м дац,}$$

где,  $v_t = 10$  м/мин. [5, 115 б.];  $K_1=1,1$  [5, 116 б.];  $K_2=1$  [5, 116 б.];  $K_3=1$  [5, 117 ст.].

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 11}{3,14 \cdot 12} = 292 \text{ дац}^{-1},$$

$$n = 250 \frac{1}{\text{дац.}}$$

Действительная скорость резания определяется по формуле:

$$v_x = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 12 \cdot 250}{1000} = 9,42 \text{ м дац.}$$

5. Основное время выполнения операции:

$$T_a = \frac{L_{p.x}}{n s_0} = \frac{15}{250 \cdot 0,25} = 0,24 \text{ дац.}$$

## 020-операция сверления

4. Сверлить Ø19 мм, длина 25 мм поверхности Д  
Станок : 2Н125;

Инструмент : Т15К6 ГОСТ 14952-75;

Глубина :  $t = 10$  мм.

1. Длина движения суппорта:

$$L_{p.x} = l_{\text{кес}} + y + L_{\text{к}y\text{ш}} = 25 + 2 + 3 = 30 \text{ мм},$$

где,  $l_{\text{кес}} = 25$  мм;

$y = 2$  мм [5, 300 ст];

$L_{\text{Д}} = 3$  мм.

2. Табличная подача:

$$s_0 = 0,4 \frac{\text{мм}}{\text{айл}} 5,111 \text{ б.}$$

3. Стойкости :  $T = 60$  дақ. [5, 114 ст.].

4. Скорость:

$$v = v_{\text{ж}} K_1 K_2 K_3 = 26 \cdot 1,3 \cdot 1,15 \cdot 1 = 38,87 \text{ м/мин. дақ.}$$

где,  $v_{\text{ж}}$  - табличный скорость,  $v_{\text{ж}} = 26$  м/мин. [5, 115 б.];

$K_1 = 1,3$  [5, 116 б.];

$K_2 = 1,15$  [5, 116 б.];

$K_3 = 1$  [5, 117 ст.].

Частота вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 38,87}{3,14 \cdot 20} = 619 \text{ дақ}^{-1},$$

По паспорту станка принимаем  $n = 700$  1/мин. Действительная скорость резания определяется по формуле:

$$v_x = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 20 \cdot 700}{1000} = 44 \text{ м дақ.}$$

5. Основное время выполнения операции:

$$T_a = \frac{L_{p.x}}{n s_0} = \frac{30}{700 \cdot 0,5} = 0,085 \text{ дақ.}$$

## 020-операция сверления

2- Зенкеровать Ø20H7 мм, длина 25 мм поверхности А  
Станок : 2H125;

Инструмент : Т15К6 ГОСТ 14952-75;

Глубина :  $t = 8.5$  мм.

1. Длина движения суппорта:

$$L_{p.x} = l_{\text{кес}} + y + L_{\text{к} ѿ \text{ш}} = 25 + 2 + 3 = 30 \text{ мм},$$

где,  $l_{\text{кес}} = 25$  мм;

$y = 2$  мм [5, 300 ст];

$L_{\text{к} ѿ \text{ш}} = 3$  мм.

2. Табличная подача:

$$s_0 = 0,4 \frac{\text{мм}}{\text{айл}} 5,111 \text{ б.}$$

3. Стойкости :  $T = 60$  дақ. [5, 114 ст.].

4. Скорость:

$$v = v_{\text{ж}} K_1 K_2 K_3 = 26 \cdot 1,3 \cdot 1,15 \cdot 1 = 38,87 \text{ м/мин.} \text{ дақ.}$$

где,  $v_{\text{ж}}$  - табличный скорость,  $v_{\text{ж}} = 26$  м/мин. [5, 115 б.];

$K_1 = 1,3$  [5, 116 б.];

$K_2 = 1,15$  [5, 116 б.];

$K_3 = 1$  [5, 117 ст.].

Частота вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 38,87}{3,14 \cdot 20} = 619 \text{ дақ}^{-1},$$

По паспорту станка принимаем  $n = 700$  1/мин. Действительная скорость резания определяется по формуле:

$$v_x = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 20 \cdot 700}{1000} = 44 \text{ м/мин.} \text{ дақ.}$$

5. Основное время выполнения операции:

$$T_a = \frac{L_{p.x}}{ns_0} = \frac{30}{700 \cdot 0,5} = 0,085 \text{ дақ.}$$

## 2.6. Расчет нормирования времени

В условиях серийного производства расчет нормы штучно-калькуляционного времени на операцию производится по формуле [3]:

$$T_{um-k} = T_{um} + \frac{T_{n.z.}}{n};$$

где  $T_{n.z.}$  – подготовительно-заключительное время;

$n$  – размер партии деталей ( $n= 156$  шт.);

$T_{шт}$  – штучное время;

$$T_{шт} = T_o + T_b + T_{обсл} + T_{отд}$$

где  $T_o$  - основное время операции;

$T_b$  - вспомогательное время;  $T_b = T_{ус} + T_{уп} + T_{изм}$ ;

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

$T_{отд}$  - время на отдых и личные надобности рабочего.

Рассчитаем нормы времени на выполнение операций технологического процесса.

Операция 015 Токарная с ЧПУ. Станок 16К20Ф3.

Основное машинное время операции:  $T_o = 0,795$  мин.

Вспомогательное время операции при обработке на станках с ЧПУ:

$$T_b = T_{ус} + T_{мв},$$

где  $T_{мв}$  – машинно-вспомогательное время включает время на позиционирование, ускоренное перемещение рабочих органов, подвод и отвод инструмента в зоне обработки, смену режущих инструментов и т. д. Эти составляющие вспомогательного времени зависят от скорости и длины перемещений рабочих органов, от компоновки основных элементов станка и конструкции вспомогательных устройств,  $T_{мв} = 0,92$  мин.

Время на контрольные измерения детали перекрывается основным временем и в норму штучного времени не включено.

$$T_b = 0,6 + 0,92 = 1,52 \text{ мин.}$$

Рассчитаем оперативное время:

$$T_{оп} = T_o + T_b,$$

$$Топ = 0,792 + 1,52 = 1,37 \text{ мин.}$$

Время на отдых и обслуживание задаётся в процентах от оперативного времени [3].

$$Тобс.= 3,5\% \text{ от } Топ$$

$$Тобс= 3,5 \cdot 1,37 / 100 = 0,09 \text{ мин.}$$

$$Тотд.= 4\% \text{ от } Топ$$

$$Топ = 4 \cdot 1,37 / 100 = 0,1 \text{ мин.}$$

Штучное время операции:

$$Тшт = 1,37 + 0,09 + 0,1 = 1,57 \text{ мин.}$$

Норма штучно-калькуляционного времени:

$$Тшт-к= 1,57 + \frac{7}{307} = 2,69 \text{ мин.}$$

## Операция 005

Основное время обработки

$$T_0 = T_{0_1} + T_{0_2} = 0,59 + 0,57 = 1.16$$

Вспомогательное время на обработку:

$$Тв 1,039 + 0,07 + 0,22 = 1,329 \text{ мин.}$$

Определим оперативное время:

$$Топ = T_{оп} = T_a + k \cdot T_{\dot{e}p} = 1.16 + 1,85 \cdot 1,329 = 7.339 \text{ мин.}$$

Время на обслуживание рабочего места в процентах от оперативного времени:  $Тобс.= 3,5\% \text{ от } Топ$ ,

$$Тобс. = 3,5\% \cdot 1,85 / 100 = 0,065 \text{ мин.}$$

Время на отдых в процентах от оперативного времени:

$$Тотд.= 4\% \text{ от } Топ,$$

$$Тотд = 4\% \cdot 1,32 / 100 = 0,05 \text{ мин.}$$

Штучное время:

$$Тшт = 1,85 + 0,065 + 0,05 = 1,97 \text{ мин.}$$

Норма штучно-калькуляционного времени:

$$T_{шт-к} = 1,97 + \frac{7}{307} = 2,06 \text{ мин.}$$

Аналогично рассчитаем нормы времени на остальные операции технологического процесса и представим их в таблице 7.

**Таблица – Таблица норм времени**

| <b>Опер</b> | <b>T<sub>a</sub></b> | <b>T<sub>в</sub></b>                     |                        |                       | <b>k</b> | <b>T<sub>опер</sub></b> | <b>T<sub>об</sub>+T<sub>от</sub></b> | <b>T<sub>ш.к.</sub></b> | <b>T<sub>п-з</sub></b> | <b>n</b> | <b>T<sub>ш.к.</sub></b> |
|-------------|----------------------|--|------------------------|-----------------------|----------|-------------------------|--------------------------------------|-------------------------|------------------------|----------|-------------------------|
|             |                      | <b>T<sub>y.c.+T<sub>з.о.</sub></sub></b> | <b>T<sub>упр</sub></b> | <b>T<sub>из</sub></b> |          |                         |                                      |                         |                        |          |                         |
| <b>005</b>  | 0,795                | 0,09                                     | 0,06                   | 0,16                  | 1,85     | 1,37                    | 0,09                                 | 1,46                    | 7                      | 307      | 1,57                    |
| <b>010</b>  | 0,125                | 0,09                                     | 0,09                   | 0,22                  |          | 0,86                    | 0,07                                 | 0,93                    | 14                     |          | 1,15                    |
| <b>015</b>  | 0,32                 | 0,09                                     | 0,06                   | 0,16                  |          | 0,89                    | 0,06                                 | 0,95                    | 7                      |          | 1,06                    |
| <b>020</b>  | 0,375                | 0,09                                     | 0,07                   | 0,22                  |          | 1,08                    | 0,08                                 | 1,16                    | 9                      |          | 1,30                    |
| <b>030</b>  | 0,4                  | 0,09                                     | 0,07                   | 0,22                  |          | 1,09                    | 0,11                                 | 1,2                     | 12                     |          | 1,38                    |
|             | <b>2,015</b>         | <b>0,45</b>                              | <b>0,34</b>            | <b>0,98</b>           |          | <b>5,29</b>             | <b>0,41</b>                          | <b>5,7</b>              | <b>49</b>              |          | <b>6,45</b>             |

### 3. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

#### 3.1. Расчет и проектирование станочного приспособления.

Приспособление состоит из корпуса 2, который устанавливается на стол станка. Внутри корпуса расположен пневмоцилиндр 3, который устанавливается на основание 1. Основание крепится к корпусу болтами 7. Перемещение поршня пневмоцилиндра при зажиме и отжиме заготовки производится сжатым воздухом, который подводится к пневмоцилинду через специальную полость.

Приспособление работает следующим образом. Обрабатываемая заготовка 6 устанавливается на постоянную опору (центровик) 11 так, чтобы оси просверливаемых отверстий расположились вертикально, соответственно направлению рабочей подачи сверла. После закрепления в таком положении на заготовку устанавливают накладной кондуктор 5. В накладном кондукторе имеются отверстия, в которые запрессованы кондукторные втулки 8. Сверху накладной кондуктор поджимается быстросменной шайбой 17 и гайкой 10. Далее идет зажим подачей штока пневмоцилиндра 4. В кондукторе предусмотрены рукоятки 12. Для снятия приспособления со стола станка на поверхности корпуса имеются рым-болты 13.

Таким образом, при использовании данного приспособления достигается максимальный эффект обработки отверстий.

#### Силовой расчет приспособления

Находим крутящий момент

$$M_{kp.} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p$$

где  $C_M = 0,021$  - коэффициент, учитывающий условия обработки;

$y = 0,8$ ,  $q = 2$ , – показатели степени;

$$M_{kp.} = 10 \cdot 0,021 \cdot 12^2 \cdot 0,35^{0,8} \cdot 1,03 = 13,45 \text{ Нм}$$

Находим осевую силу

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p,$$

где постоянная  $C_p = 42,7$  и показатели степени  $q = 1,0$ ;  $y = 0,8$ ,

$K_p = K_{mp}$  - поправочный коэффициент, представляющий собой произведение ряда коэффициентов, учитывающих фактические условия резания;

Определяем мощность резания

$$N = \frac{M_{kp} \cdot n}{9750}, \text{кВт};$$

$$N = \frac{13,45 \cdot 710}{9750} = 0,98 \text{кВт}.$$

Проверяем достаточна ли мощность станка для проведения данной операции

$$N \leq [N_{cm}] \cdot \eta;$$

$$[N_{cm}] = 4 \text{кВт}; \quad \eta = 0,75;$$

$$0,98 < 3.$$

При конструировании нового станочного приспособления силу закрепления  $P_3$  находим из условия равновесия заготовки под действием сил резания, тяжести, инерции, трения, реакции в опорах. Полученное значение силы закрепления проверяем из условия точности выполнения операции. В случае необходимости изменяем схему установки, режимы резания и другие условия выполнения операций. При расчетах силы закрепления учитываем упругую характеристику зажимного механизма.

Силовой расчет учитывает коэффициент запаса –  $K_3$ , поскольку при обработке заготовки возникают неизбежные колебания сил и моментов резания. В общем случае величина этого коэффициента находится в пределах от 2...3,5, в зависимости от конкретных условий обработки.

$$K_3 = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6$$

Значение коэффициента  $K_3$  следует выбирать дифференцированно в зависимости от конкретных условий выполнения операции и способа закрепления заготовки. Его величину можно представить как произведение частных коэффициентов, каждый из которых отражает влияние определенного фактора:

$K_0 = 2$  – гарантированный коэффициент запаса

$K_1 = 1,2$  – коэффициент, зависящий от состояния поверхностного слоя заготовок

$K_2 = 1$  – коэффициент, учитывающий увеличение сил резания вследствие затупления режущего инструмента. Принимаем в зависимости от обрабатываемого материала и метода обработки

$K_3 = 1$  – коэффициент, учитывающий прерывистость резания;

$K_4 = 1$  – коэффициент, характеризующий постоянство силы развивающейся захватным механизмом

$K_5 = 1$  – коэффициент, характеризующий эргономику зажимного механизма.

$K_6 = 1$  – коэффициент, характеризующий установку заготовки [

Если  $K_3 > 2,5$ , то при расчете надежности закрепления ее следует принять равным  $K_3 = 2,5$ .

$$K_3 = 2 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 2,4$$

Так как в результате расчета  $K_3 > 2,5$ , то принимаем  $K_3 = 2,5$ .

Величину необходимого зажимного усилия определяем на основе решения задачи статики, рассматривая равновесие заготовки под действием приложенных к ней сил. Для этого составляем расчетную схему, то есть, изображаем на схеме базирования заготовки все действующие на неё силы: силы и моменты резания, зажимные усилия, реакции опор и силы трения в местах контакта заготовки с опорными и зажимными элементами.

По расчетной схеме необходимо установить направления возможного перемещения или поворота заготовки под действием сил и моментов резания, определить величину проекций всех сил на направление перемещения и составить уравнения сил и моментов:

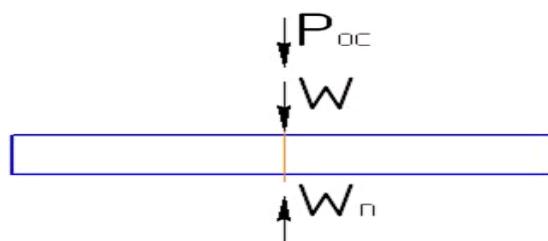


Рис 4. - Условная расчетная схема кондуктора.

где  $P_{oc}$  – осевая сила;

$W$  – усилие зажима;

$f$  – коэффициент трения;

$W_n$  – реакция осевой силы;

Действующие на заготовку силы и моменты резания можно рассчитать по формулам, приводимым в справочниках и нормативах по режимам резания применительно к определенному виду обработки.

$$M_{kp} = 13,45 \text{ Нм}; P_{oc} = 2278,8 \text{ Н}; f_1 = f_2 = 0,2.$$

$$W = \frac{K_3 \cdot P_{oc}}{f_1 + f_2} = \frac{2,5 \cdot 2278,8}{0,2 + 0,2} = 14242,5 \text{ Н}$$

Необходимую силу закрепления при сверлении рассчитываем по формуле

$$W_3 = \frac{K_3 \cdot M_{kp}}{f \cdot d} = \frac{2,5 \cdot 13,45}{0,2 \cdot 0,012} = 14010,4 \text{ Н}$$

Так как действительная сила зажима  $W > W_3$  больше необходимой, то расчет выполнен верно.

### Расчет силового привода

Необходимая сила зажима в пневмоприводе создается с помощью пневмоцилиндра. Необходимый диаметр цилиндра  $D_{ц}$  для получения нужной силы зажима находим по формуле:

$$D_{ц} = \sqrt{\frac{4 \cdot W}{\pi \cdot p \cdot \eta}}, \text{ мм}$$

где  $p = 0,63 \text{ МПа}$  – давление сжатого воздуха;

$\eta = 0,9$  – КПД пневмоцилиндра.

$$D_{ц} = \sqrt{\frac{4 \cdot 14242,5}{\pi \cdot 0,63 \cdot 0,9}} = 178,9 \text{ мм}$$

В качестве привода кондуктора выбираем пневмоцилиндр по ГОСТ 15608-81 с диаметром цилиндра 200 мм.

К преимуществам пневмоприводов относятся: быстродействие, простота управления, надежность и стабильность работы, нечувствительность к

изменению температуры окружающей среды. Недостатками являются ударное действие привода и создание шума.

### 3.2 Расчет приспособления на точность

Общая погрешность находится по формуле

$$\varepsilon = \sqrt{\varepsilon_B^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{PP}^2}, \text{ мм}$$

Находим погрешность базирования

$$\varepsilon = \frac{\delta}{2} + x,$$

где  $x$  – радиальное биение, в нашем случае примем равным 0, так как не задано по условию.

$$\varepsilon = \frac{0,53}{2} + 0 = 0,265 \text{ мм} = 265 \text{ мкм}$$

Находим погрешность закрепления

$$\varepsilon_3 = \sqrt{(\varepsilon_3' + \varepsilon_3''')^2 + \varepsilon_3''^2}$$

где  $\varepsilon_3'$  – погрешность закрепления из-за непостоянства силы зажима;

$\varepsilon_3''$  – погрешность закрепления из-за неоднородности шероховатости и твердости поверхностного слоя заготовки;

$\varepsilon_3'''$  – дополнительная составляющая погрешность закрепления из-за смещения заготовки.

$\varepsilon_3'$  и  $\varepsilon_3'''$  являются функциями зажимной силы. А т.к. при использовании пневматических и гидравлических зажимных механизмов прямого действия колебания зажимной силы незначительны, то в данном случае  $\varepsilon_3' + \varepsilon_3'''$  можно принять равным нулю.

Пусть качество базовых поверхностей заготовок однородно. Тогда  $\varepsilon_3'' = 0$ , а значит и  $\varepsilon_3 = 0$  мм.

Находим погрешность положения заготовки

$$\varepsilon_{PP} = \sqrt{\varepsilon_{YC}^2 + \varepsilon_H^2 + \varepsilon_C^2},$$

где  $\varepsilon_{YC}$  – погрешность при изготовлении и сборке приспособления. Т.к. приспособление одно, то  $\varepsilon_{YC} = 0$  – устраняется настройкой станка;

и – погрешность, вызванная износом установочных элементов приспособления;

$$\varepsilon_i = \beta \sqrt{N}, \text{ мкм}$$

где  $\beta$  – постоянная, зависящая от вида опор и условий контакта,  $\beta = 0,3 - 0,8$ .

Примем  $\beta = 0,8$ .

$N$  – количество контактов заготовки с опорой.

$$\varepsilon_i = 0,8\sqrt{3000} = 43,8 \text{ мкм}$$

$\varepsilon_c$  – погрешность установки приспособления на станок,  $\varepsilon_c = 0,1 - 0,2$  мм. Примем  $\varepsilon_c = 0,02$  мм = 20 мкм,

$$\varepsilon_{np} = \sqrt{0^2 + 43,8^2 + 20^2} = 48 \text{ мкм};$$

$$\varepsilon = \sqrt{265^2 + 0^2 + 48^2} = 269 \text{ мкм}.$$

### 3.3. Расчет приспособления на точность

Погрешность изготовления приспособления определяем по формуле [6]:

$$\varepsilon_{np} \leq T;$$

$$\varepsilon_{np} = K_{T1} \cdot \sqrt{(k_{T1} \cdot \varepsilon_{\delta})^2 + \varepsilon_z^2 + \varepsilon_y^2 + \varepsilon_u^2 + \varepsilon_{nu}^2 + (k_{T2} \cdot \omega)^2};$$

где  $T$  – допуск выполняемого размера,  $T = 0,065$  мм;

$K_{T1}$  – коэффициент, учитывающий отклонения значений составляющих величин от закона нормального распределения,  $K_{T1} = 1$ ;

$\varepsilon_{\delta}$  – погрешность базирования;

$\varepsilon_z$  – погрешность закрепления;

$\varepsilon_y$  – погрешность установки;

$\varepsilon_u$  – погрешность износа установочных элементов;

$\varepsilon_{nu}$  – погрешность от смещения инструмента;

$\omega$  – экономическая точность обработки;

$k_{T1}$  – коэффициент, учитывающий уменьшение предельного значения погрешности базирования при работе на настроенных станках,  $k_{T1} = 0,8$ ;

$kT_2$  – коэффициент, учитывающий долю погрешности обработки в суммарной погрешности, вызываемой факторами не зависящими от приспособления,  $kT_2 = 0,4$ .

Погрешность базирования  $\varepsilon_b = 0$

Погрешность закрепления  $\varepsilon_z = 0$

Погрешность установки заготовки  $\varepsilon_y = 0,035$  мм.

Погрешность от смещения инструмента  $\varepsilon_{nu} = 0$  мм.

Погрешность износа установочных элементов  $\varepsilon_u = 0,01$  мм.

Экономическая точность обработки по 7-му квалитету точности,  $\omega = 0,12$  мм.

$$\varepsilon_{np} = 1 \cdot \sqrt{(0,8 \cdot 0)^2 + 0^2 + 0,025^2 + 0^2 + 0,01^2 + (0,4 \cdot 0,12)^2} = 0,055;$$
$$0,055 \leq 0,065;$$

### 3.3 Проектирование специального режущего инструмента

В качестве специального режущего инструмента спроектируем – резец-трубчатый.

Этот режущий инструмент является прогрессивным, способствующий одновременно обрабатывать несколько труднодоступных поверхностей, тем самым обеспечивая высокую эффективность производства и качество продукции. Высокая производительность обеспечивается за счет сокращения вспомогательного времени, связанного со сменой инструмента и его переходами. Работа этими инструментами позволяет уменьшить потребное количество станков, производственных площадей, номенклатуру инструмента.

Исходными данными являются:

- обрабатываемый материал сталь 20Л ГОСТ 977-88;
- наибольший диаметр кольцевой канавки  $D_{\max} = 41,84_{-0,022}$  мм;
- наименьший диаметр кольцевой канавки  $D_{\min} = 38,23^{+0,08}$  мм;
- длина обрабатываемой кольцевой канавки вдоль оси резца  $L = 8^{+0,36}$  мм.

Материал резца-трубчатого – быстрорежущая сталь Р18 ГОСТ 19265-

Для резца принимаем передний угол  $\beta = 10^\circ$ , задний угол  $\alpha = 12^\circ$ , угол при вершине  $\varphi = 1^\circ$ .

Произведем расчет на прочность при кручении.

Определим диаметр хвостовика резца

$$d = \sqrt[3]{\frac{16 \times 10^3 \times \hat{I}_{\text{e}\delta}}{\pi \times \tau_{\hat{e}}}},$$

где  $\tau_{\hat{e}}$  - допускаемое напряжение при кручении,  $\tau_{\hat{e}} = 560 \text{ МПа}$ ;

$\hat{I}_{\text{e}\delta}$  - крутящий момент,  $\text{Н}\times\text{м}$ .

$$\hat{I}_{\text{e}\delta} = 10 \times \tilde{N}_i \times D^q \times s^y \times K_p,$$

где  $\tilde{N}_i$ ,  $D^q$ ,  $s^y$  - коэффициенты и показатели степени,  $\tilde{N}_i = 0,0345$ ;  $q=2,0$ ;  $y=0,8$ ;

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

$$\hat{E}_D = K_{I_D} = \left( \frac{420}{750} \right)^{0,35} = 0,82;$$

$$\hat{I}_{\text{e}\delta} = 10 \times 0,0345 \times 41,8^{2,0} \times 0,15^{0,8} \times 0,82 = 109 \text{ Н}\times\text{м}.$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{16 \times 10^3 \times 10,9}{3,14 \times 560}} = 10 \text{ мм.}$$

Принимаем диаметр хвостовика по стандартному ряду чисел ГОСТ 6636-69  $d=15 \text{ мм}$ .

### 3.4. Расчет и проектирование контрольного приспособления.

**Контрольные приспособления** - специальные производственные средства измерения, представляющие собой конструктивное сочетание базирующих, зажимных и измерительных устройств. Контрольные приспособления предназначены для проверки точности выполнения размеров и технических требований на изготовление деталей и узлов машин.

### Специальное приспособление для измерения шестерни

## **Выбор схемы базирования**

Обрабатываемая деталь базируется по плоскости и центральному отверстии.

### **Конструктивные элементы контрольных приспособлений**

Контрольное приспособление состоит из установочных, зажимных, измерительных и вспомогательных элементов, установленных в корпусе приспособления.

### **Погрешности измерения в контрольных приспособлениях**

Основными факторами, оказывающими влияние на точность контрольного приспособления, являются:

- принятая схема приспособления;
- точность изготовления элементов приспособления;
- метод измерения.

Допустимую погрешность измерения можно определить

$$\varepsilon_{изм} = \frac{1}{3} + \frac{1}{5} T_k$$

Так же определить допустимую погрешность измерения можно на основе справочных данных, например, в таблицы 4.2.1. приводятся допустимые погрешности измерений в соответствии с ГОСТ 8.051-81 для разных размеров и допусков на них.

### **Погрешность измерения**

Погрешность установки  $\varepsilon_{изм}$  заготовки или детали (узла) в приспособлении

суммируется из погрешностей базирования  $\varepsilon_b$ , закрепления  $\varepsilon_3$  и положения заготовки детали (узла) в приспособлении  $\varepsilon_{пр}$ , вызываемой неточностью его изготовления и установки на станке или сборочной позиции.

$$\varepsilon_{изм} = \sqrt{\varepsilon_b^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{пр}^2}$$

Произведём расчёт на точность размера Ø22H7.

$\varepsilon_6 = 0, \varepsilon_3 = 0,05$  т.к.

$$\varepsilon_{\text{пп}} = \frac{1}{4} \cdot \delta_{22} = \frac{1}{4} \cdot 0,22 = 0,055$$

$$\varepsilon_y = \sqrt{0^2 + 0,05^2 + 0,055^2} = 0,07$$

Схема базирования выбрана правильно, так как  $\varepsilon_y = 0,07 < \delta_{22} = 0,22$ .

## 4. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### 4.1. Расчет фонда заработной платы производственных рабочих.

Фонд заработной платы производственных рабочих состоит из основной и дополнительной заработной платы.

$$Z_{\text{год}} = Z_{\text{o.год}} + Z_{\text{доп.год}}$$

Годовой фонд заработной платы  $Z_{\text{o.год}}$  определяется умножением основной заработной платы на деталь –  $Z_o$  на годовую программу выпуска деталей., т.е.

$$Z_{\text{o.год}} = Z_o \cdot N_{\text{год}}, \text{ где}$$

$Z_o$  – основная заработка плата производственных рабочих на деталь, сум, определяется по формуле:

$$Z_o = Z_t \cdot \eta_{\text{пр}} = \sum P_{\text{сд}} \cdot K_{\text{мн}} \cdot \eta_{\text{пр}}, \text{ где}$$

$Z_t$  – заработка плата по тарифу за одну деталь (без учета доплат по прогрессивно-премиальным системам);

$\eta_{\text{пр}}$  – коэффициент, учитывающий приработок, учитывающий доплаты за работу в ночное время, за руководство бригадой, за обучение учеников на производстве, за совмещение профессий и т.д. Принимаем  $\eta_{\text{пр}} = 1,4$ .

$P_{\text{сд}}$  – сдельная расценка на операцию, сум, определяется по формуле:

$$P_{\text{сд}} = C_{\text{ч}} \cdot \frac{t}{60}, \text{ где}$$

$C_{\text{ч}}$  – часовая тарифная ставка соответствующего разряда, по которому выполняется операция;

$t$  – норма времени на операцию, мин;

$$P_{\text{ч005}} = 2280 \cdot \frac{5,58}{60} \approx 212 \text{ сум.};$$

$$P_{\text{ч010}} = 2280 \cdot \frac{1,97}{60} \approx 75 \text{ сум.};$$

$$P_{\text{ч015}} = 2280 \cdot \frac{2,73}{60} \approx 104 \text{ сум.};$$

$$P_{\text{ч020}} = 1560 \cdot \frac{1,73}{60} \approx 70 \text{ сум.}$$

Таблица 4.1

| № операции | Наименование операции | Разряд работы | Норма времени (мин) | Часовая тарифная ставка | Сдельная расценка на операцию (сум) | Количество станков, обслуживающих одним рабочим | Коэффициент многограночного обслуживания | Зарплата по тарифу на деталь (сум) |
|------------|-----------------------|---------------|---------------------|-------------------------|-------------------------------------|---|--|------------------------------------|
| 005        | Токарная              | 4             |                     | 2280                    | 212                                 | 1   | 1  | 212                                |
| 010        | Сверлильная           | 4             |                     | 2280                    | 75                                  | 1   | 1  | 75                                 |
| 015        | Токарная              | 4             |                     | 2280                    | 104                                 | 1   | 1  | 104                                |
| 020        | Шлифовальная          | 4             |                     | 2280                    | 70                                  | 1   | 1  | 70                                 |
|            | Итого                 |               |                     |                         | 461                                 |   |  | 461                                |

$$Z_o = 461 \cdot 1,4 = 645 \text{ сум.}$$

$$Z_{o.zod} = 645 \cdot 16000 = 10320000 \text{ сум}$$

Годовой фонд дополнительной заработной платы производственных рабочих  $Z_{\text{доп.год}}$  включает выплаты, предусмотренные законодательством о труде, оплату очередных и дополнительных отпусков, оплату времени выполнения государственных и общественных обязанностей, оплату льготных часов подростков, выплату вознаграждения за выслугу лет и т.п.

Годовой фонд дополнительной заработной платы определяется в размере 20% к основной заработной плате.

$$Z_{\text{don.zod}} = 10320000 \cdot 0,2 = 2064000 \text{ сум}$$

$$Z_{zod} = 10320000 + 2064000 = 12384000$$

## **4.2. Расчет затрат на основные материалы.**

Данный расчет выполняется на основе норм расхода материала на одну деталь с учетом стоимости возвратных отходов, цены, транспортно-заготовительных расходов и программы.

$$M = Q_m \cdot P_m \cdot K_{t-3} - g_o \cdot P_o \cdot N_{\text{год}},$$

где

$N_{\text{год}}$  – годовая программа выпуска деталей, в штуках;

$Q_m$  – норма расхода материала на заготовку, в кг;

$P_m$  – оптовая цена за 1кг материала, в сумах  $P_m = 1400$  сум;

$K_{t-3}$  – коэффициент транспортно-заготовительных расходов. С его помощью учитываются наценки, уплачиваемые снабженческо-сбытовым организациям, провозная плата, расходы на разгрузку и доставку материалов на склады и т.п.

$K_{t-3} = 1,04 – 1,12$ , т.е. 4 – 12% от стоимости материалов. Принимаем  $K_{t-3} = 1,1$ ;

$g_o$  – масса возвратных отходов на деталь, в кг;

$$g_o = m_{\text{заг}} - m_{\text{дет}}$$

$$g_o = 0,820 - 0,430 = 0,390 \text{ кг};$$

$P_o$  – цена за 1кг возвратных отходов, в сумах  $P_o = 150$  сум;

$$M = 0,820 \cdot 1400 \cdot 1,1 - 0,390 \cdot 150 \cdot 16000 = 1926880 \text{ сум.}$$

## **4.3. Расчет расходов, связанных с обслуживанием и эксплуатацией оборудования и цеховых расходов.**

Косвенные расходы в цехе подразделяются на расходы, связанные с обслуживанием и эксплуатацией оборудования и цеховые расходы.

К статье «Содержание и эксплуатация оборудования» относятся стоимость вспомогательных материалов, необходимых для нормальной работы оборудования; заработка плата рабочих, связанных с обслуживанием оборудования с отчислением на социальный фонд, стоимость электроэнергии,

воды, сжатого воздуха, используемых на приведение в движение станков, кранов, насосов и других производственных механизмов; амортизация и текущий ремонт производственного и подъемно-транспортного оборудования, ценных инструментов и т.п.

В статье «Цеховые расходы» относятся заработка аппарата управления цехом с отчислениями на социальные фонды; амортизационные отчисления и затраты на содержание и текущий ремонт зданий, сооружений и инвентаря общецехового назначения, затраты на опыты, исследования, рационализацию и изобретательство цехового характера; затраты на мероприятия по охране труда и другие цеховые расходы, связанные с управлением и обслуживанием производства.

## 5. ОХРАНА ТРУДА

### 5.1. Характеристика предприятия

При работе на станках с ЧПУ, оснащенных инструментальными магазинами и системами автоматической смены инструмента, существует опасность травмирования рабочих-операторов инструментом при транспортировании его из магазина к посадочному гнезду. Опасную зону создают открытые вращающиеся или перемещающиеся детали машин и обрабатываемые изделия, она может быть даже на расстоянии от источника опасности – от отлетающей стружки, частиц абразива, смазочно– охлаждающей жидкости и т.п .

### 5.2. Проектирование производственного здания

При проектировании производственных зданий должны быть предусмотрены противопожарные мероприятия, установленные нормами.

Производства промышленных предприятий по пожарной опасности подразделяют на пять категорий: А, Б, В, Г и Д.

К категории А относятся химические производства, связанные с выработкой, обработкой или применением газообразных веществ, легковоспламеняющихся жидкостей, и тому подобные производства.

К категории Б относятся производства, связанные с приготовлением и транспортированием самовоспламеняющихся и легковоспламеняющихся на воздухе частиц твердых веществ, и некоторые другие производства.

К категории В относятся лесопильные, деревообрабатывающие, столярные, модельные, лесотарные цеха, отделения регенерации смазочных масел, трансформаторные мастерские, склады горючих и смазочных материалов.

К категории Г относятся литейные и плавильные цеха металлов, кузнецкие, сварочные, термические цеха, цеха горячей прокатки металлов, мотороиспытательные станции, котельные, помещения двигателей внутреннего сгорания.

К категории Д относятся механические и инструментальные цеха, цеха холодной штамповки и холодной прокатки металлов, шихтовые дворы, насосные станции для перекачки горючих жидкостей.

Конструкции зданий по огнестойкости делятся на пять степеней: I и II – все части здания несгораемые; III – отдельные части здания несгораемые (основные), трудносгораемые (междуетажные и чердачные перекрытия, перегородки) и сгораемые (совмещенные покрытия); IV – части здания трудносгораемые (основные перекрытия, перегородки), сгораемые (совмещенные покрытия) и несгораемые (брандмауэры); V – все части здания сгораемые и несгораемые только брандмауэры.

Требуемая степень огнестойкости зданий в зависимости от их этажности и категории пожарной опасности размещаемых в них производств, а также допускаемая площадь пола между брандмауэрами должны приниматься по нормам строительного проектирования промышленных предприятий.

В зависимости от степени огнестойкости зданий нормами устанавливаются противопожарные разрывы между зданиями, сооружениями, закрытыми складами.

В производственных зданиях должно быть предусмотрено устройство противопожарных несгораемых преград – противопожарных стен и перекрытий, а также эвакуационных выходов.

Брандмауэрами отделяются: а) наибольшие допустимые площади пола здания; б) бытовые помещения от цеха; в) более опасные в пожарном отношении производственные, складские и другие подсобные помещения от менее опасных; г) помещения с разной степенью пожарной опасности. Брандмауэр должен возвышаться над кровлей, а также над габаритами перерезаемых фонарей и других выступающих над крышей конструкций на определенную величину, установленную нормами в зависимости от возгораемости покрытия.

Двери, ворота и заполнения проемов в брандмауэрах и других противопожарных преградах должны быть несгораемыми или трудносгораемыми и иметь предел огнестойкости не менее 1ч.

При хранении в одном складе различных материалов и изделий склад должен разделяться брандмауэрами на отсеки по признакам однородности гасящих средств (вода, пена) и однородности возгорания материалов.

Противопожарные перекрытия и стены, ограждающие производственные помещения, архивы, светокопировальные мастерские, библиотеки, узлы связи, кухни и проезды, располагаемые во вспомогательных зданиях, должны быть несгораемыми или трудносгораемыми.

В производственных зданиях высотой до верха карниза более 10м должны устанавливаться наружные стальные пожарные лестницы; расстояние между пожарными лестницами по периметру здания должно быть не более 200м.

Для противопожарных целей должны использоваться дороги и проезды, устраиваемые в соответствии с производственными условиями. Если устройство таких дорог не требуется, подъезд пожарных автомобилей должен быть обеспечен по свободной территории.

### **5.3. Расчет искусственного освещения**

Свет является одним из важнейших условий существования человека, так как влияет на состояние его организма. Правильно организованное освещение стимулирует процессы нервной деятельности и повышает работоспособность. При недостаточном освещении человек работает менее продуктивно, быстро устает, растет вероятность ошибочных действий, что может привести к травматизму. Согласно статистики, 5% производственных травм происходит из-за такого профессионального заболевания, как рабочая миопия (близорукость), которая возникает в результате недостаточного или нерационального освещения.

При расчете искусственного освещения последовательно решается ряд вопросов.

### **5.3.1. Выбор типа источника света**

Если температура в помещении не понижается ниже 10С, а напряжение в сети не падает ниже 90% номинального, то следует отдать предпочтение экономичным газоразрядным лампам.

### **5.3.2. Выбор системы освещения (общее или комбинированное)**

Важно иметь в виду, что локализация общего освещения повышает его экономичность.

### **5.3.3. Выбор типа светильника**

Критерием для выбора типа светильника является загрязненность воздушной среды, взрыво – и пожаробезопасность.

### **5.3.4. Распределение светильников и определение их количества**

От правильного распределения светильников зависит равномерность освещения рабочих поверхностей. При выборе расстояния между центрами светильников руководствуйтесь данными табл. 8.1.

Таблица 8.1 К расчету расстояния между центрами светильников

| Тип светильника      | Отношение расстояния между центрами светильников к высоте их подвеса над рабочей поверхностью $k = (l / h)$ |
|----------------------|---|
| «Глубокоизлучатель»  | 1,4   |
| «Универсаль»         | 1,5   |
| «Люцетта»            | 1,4   |
| Шар молочного стекла | 2,0   |
| ВЗГ                  | 2,0   |
| ОД                   | 1,4   |
| ПВП                  | 1,5   |

Зная высоту подвеса  $h$  светильника, расстояние между центрами можно рассчитать по формуле

$$l = k_x \cdot h,$$

где  $k_x$  - коэффициент из табл. 10.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате разработки данной дипломной работой было проведено полное исследование технологического процесса получения заготовки в готовую деталь “Река”. Важнейшим этапом проектирования технологии является назначение маршрутного техпроцесса обработки, выбор оборудования, режущего инструмента и станочных приспособлений.

Рассчитаны припуски аналитическим способом на поверхность детали.

В ДР отражены два метода назначений режимов резания – аналитический и по нормативам. Расчет режимов резания позволяет не только установить оптимальные параметры процесса резания, но и определить основное время на каждую операцию.

Рассчитаны нормы времени и произведен расчет точности токарной чистовой операции.

В результате изменений и последующих экономических расчетов определен положительный экономический эффект принятого технологического процесса.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ЛИТЕРАТУР

1. Выступления Президента Республики Узбекистан Ислама Каримова на открытии международной конференции «Историческое наследие ученых и мыслителей средневекового Востока, его роль и значение для современной цивилизации» (Самарканд, 15 мая 2014 года). - <http://www.gazeta.uz/2014/05/16/speech/>
2. Выступление Президента Ислама Каримова на шестом заседании Азиатского форума солнечной энергии. <http://uza.uz/ru/politics/26197/>
3. Доклад Президента Республики Узбекистан Ислама Каримова на заседании Кабинета Министров, посвященном итогам социально-экономического развития в 2013 году и важнейшим приоритетным направлениям экономической программы на 2014 год
4. Справочник технолога-машиностроителя. Т.1 / Под ред. А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова. – М.: Машиностроение, 1985.
5. Горбацевич А. Ф., Чеботарев В. Н., Шкред В. А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. – Вышэйшая школа, 1975.
6. Дальский А. М. и др. Справочник технолога машиностроителя //TIM, Машиностроение. – 2000. – С. 941.
7. Барановский Ю. В. и др. Режимы резания металлов: Справочник //М.: НИИТавтпром. – 1995.
8. Общемашиностроительные нормативы времени. Справочник//М.: Москва – 1974.
9. Станочные приспособления: Справ. Т.1 / Под ред. Б.Н. Вардашкина и А.А. Шатилова. - М.: Машиностроение, 1984