

Направление Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов  
 Профиль Автомобили и автомобильное хозяйство  
 Кафедра: Общественные дисциплины

**На тему: Проектирование технологического процесса изготовления  
кронштейна комбайна ACROS-580 с разработкой установочно-зажимного  
приспособления**

|              |                                |                                |
|--------------|--------------------------------|--------------------------------|
| Студент      | _____                          | <u>Аюпов Р.И.</u><br>Ф.И.О.    |
|              | подпись                        |                                |
| Руководитель | <u>доцент</u><br>ученое звание | <u>Марданов Р.Х.</u><br>Ф.И.О. |
|              | подпись                        |                                |

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Яхин С.М.  
ученое звание \_\_\_\_\_ подпись \_\_\_\_\_ Ф.И.О.

**Казань – 2018**

## АННОТАЦИЯ

к выпускной квалификационной работе  
Аюпова Рамиля Ильнуровича на тему:  
Проектирование технологического  
процесса изготовления кронштейна  
комбайна ACROS-580 с разработкой  
установочно-зажимного приспособления

Выпускная квалификационная работа состоит из пояснительной записки на 67 листах машинописного текста и графической части на 6 листах формата А1.

Записка состоит из введения, трех разделов, выводов и включает 5 рисунков, 6 таблиц, 1 приложение. Список использованной литературы содержит 27 наименований.

В первом разделе дана характеристика изготавливаемой детали.

Во втором разделе, на основе данных проведен технологический расчет изготовления кронштейна. Произведен расчет основных параметров технологического процесса.

В третьем разделе разработана конструкция установочно-зажимного приспособления. Произведены необходимые конструктивные и технологические расчеты. Разработаны мероприятия по безопасности жизнедеятельности, дано экономическое обоснование применения разработанного приспособления, подсчитан экономический эффект от внедрения и срок окупаемости капитальных вложений.

Записка завершается выводами и предложениями.

### **ANNOTATION**

To the final qualifying work of Ayupov Ramil Ilnurovich on the theme: Designing the technological process of manufacturing the bracket of the combine ACROS-580 with the development of the clamping fixture

Graduation qualification work consists of an explanatory note on 67 sheets of typewritten text and a graphic part on 6 sheets of a1 format.

The note consists of an introduction, three sections, conclusions and includes 5 figures, 6 tables, 1 annex. The list of used literature contains 27 items.

In the first section, the characteristic of the manufactured part is given.

In the second section, on the basis of the data, a technological calculation of the manufacture of the bracket was made. The main parameters of the technological process are calculated.

In the third section, the design of the clamping fixture has been developed. The necessary design and technological calculations have been made. Measures have been developed to ensure the safety of life, given the economic justification for the application of the developed device, the economic effect of the implementation and the payback period of capital investments have been calculated.

The note ends with conclusions and suggestions.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

|                                                                             |           |
|-----------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>ВВЕДЕНИЕ .....</b>                                                       | <b>7</b>  |
| <b>1. ХАРАКТЕРИСТИКА И СЛУЖЕБНОЕ НАЗНАЧЕНИЕ ДЕТАЛИ.7</b>                    | <b>7</b>  |
| 1.1 Формулировка служебного назначения детали .....                         | 7         |
| 1.2 Анализ технологичности детали.....                                      | 7         |
| 1.3 Выбор способа получения заготовки .....                                 | 8         |
| <b>2        ПРОЕКТИРОВАНИЕ        ТЕХНОЛОГИИ        ОБРАБОТКИ</b>           |           |
| <b>КРОНШТЕЙНА .....</b>                                                     | <b>12</b> |
| 2.1. Цели и задачи проектирования технологического процесса .....           | 12        |
| 2.2 Факторы, влияющие на построение технологического процесса..             | 13        |
| 2.3 Исходные данные для проектирования технологического процесса ...        | 13        |
| 2.4 Требования к рабочим чертежам деталей .....                             | 15        |
| 2.5 Разработка укрупненного маршрута обработки .....                        | 16        |
| 2.6 Размерный анализ технологического процесса .....                        | 20        |
| 2.7 Расчет режимов резания при обработке детали.....                        | 21        |
| 2.8 Нормирование технологического процесса .....                            | 28        |
| <b>3.        КОНСТРУИРОВАНИЕ        И        РАСЧЕТ        УСТАНОВОЧНО-</b> |           |
| <b>ЗАЖИМНОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ.....</b>                                        | <b>32</b> |
| 3.1 Общие сведения о станочных приспособлениях .....                        | 32        |
| 3.2 Требования к приспособлениям.....                                       | 33        |
| 3.3 Элементы приспособлений .....                                           | 34        |
| 3.4 Установочные элементы.....                                              | 35        |
| 3.5 Элементы зажимных устройств.....                                        | 36        |
| 3.6 Конструирование и расчет установочно-зажимного приспособления           | 39        |
| 3.7 Организация техники безопасности и противопожарные мероприятия.....     | 45        |
| 3.7.1 Анализ опасных и вредных факторов.....                                | 45        |
| 3.7.2 Шум. ....                                                             | 45        |
| 3.7.3 Вибрация. ....                                                        | 47        |

|                                                                                  |           |
|----------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 3.7.4 Вредные вещества .....                                                     | 48        |
| 3.7.6 Производственная санитария и гигиена труда .....                           | 51        |
| 3.8 Производственная гимнастика на рабочем месте .....                           | 53        |
| 3.9 Экономическое обоснование конструкции приспособления .....                   | 58        |
| 3.9.1 Расчет балансовой стоимости приспособления.....                            | 58        |
| 3.9.2 Расчет технико-экономических показателей эффективности<br>конструкции..... | 60        |
| <b>СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....</b>                                                    | <b>65</b> |
| <b>ПРИЛОЖЕНИЕ... ..</b>                                                          | <b>66</b> |

## ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в нашей стране сложилась такая ситуация, что развитие промышленности является самой приоритетной из всех поставленных задач. Для того, чтобы Россия заняла прочное место среди ведущих мировых держав, в ней должна существовать развитая сфера промышленного производства, которая должна основываться не только на восстановлении основанных в советский период заводов, но и на новых, более современно оборудованных, предприятиях.

Одним из важнейших шагов на пути к экономическому процветанию является подготовка специалистов, которые имели бы не строго ограниченные рамками своей профессии знания, а могли комплексно оценить выполняемую ими работу и ее результат. Такими специалистами являются инженеры-технологи, разбирающиеся не только во всех тонкостях экономических аспектов функционирования предприятия, но и в сущности производственного процесса, который и обуславливает это функционирование.

Производство изделия, его сущность и методы оказывают наиболее весомое влияние на технологические, эксплуатационные, эргономические, эстетические и, конечно, функциональные характеристики этой продукции, а, следовательно, на его себестоимость, от которой в прямой зависимости находятся цена изделия, спрос на него со стороны пользователей, объемы продаж, прибыль от реализации, а следовательно, все экономические показатели, которые и определяют финансовую устойчивость предприятия, его рентабельность, долю рынка и т.д. Таким образом, то, как изготавливается продукция, оказывает влияние на весь жизненный цикл товара.

Итак, проектирование технологического процесса является важнейшим этапом производства продукции, который влияет на весь жизненный цикл товара и способен стать определяющим при принятии решения о производстве того или иного продукта.

## **1. ХАРАКТЕРИСТИКА И СЛУЖЕБНОЕ НАЗНАЧЕНИЕ ДЕТАЛИ**

### **1.1 Формулировка служебного назначения детали**

Корпусные детали в большинстве случаев являются базовыми деталями, на которые монтируют отдельные сборочные единицы и детали, соединяемые между собой с требуемой точностью относительного положения. Корпусные детали должны обеспечить постоянство точности относительного положения деталей и механизмов как в статическом состоянии, так и в процессе эксплуатации машин.

Деталь представляет собой кронштейн, внутренние цилиндрические поверхности которого являются установочными базами для размещаемого вала.

Деталь выполняется из отливки чугуна марки ВЧ38-17 ГОСТ 7293-79. Механические свойства отливок из высокопрочных чугунов:  $\sigma_b=237$  МПа,  $\sigma_k=433$  МПа. Твёрдость: 167-303 НВ. Относительное удлинение:  $\delta = 0,2 \dots 0,5\%$ .

Коррозионная стойкость чугуна определяется его химическим составом, структурой, плотностью. Высокопрочный чугун применяется для работы в слабоагрессивных средах.

Физические свойства: износостойкость определяется структурой, поверхностной твёрдостью и условиями трения. Величина износа от твёрдости трущейся пары и условий работы.

### **1.2 Анализ технологичности детали**

Технологичность заготовки характеризуется возможностью ее получения наиболее рациональным для данных производственных условий способом с максимально возможным приближением ее формы и размеров к форме и размерам готовой детали при условии обеспечения технологичности дальнейшей механической обработки заготовки. Из чертежа видно, что деталь достаточно технологична с точки зрения механической обработки, так как у нее нет труднодоступных поверхностей, и имеются нормальные технологические

базы, поэтому конструкцию детали менять не имеет никакого смысла. Теперь можно приступить к выбору метода получения заготовки.

### 1.3 Выбор способа получения заготовки

Поскольку конструктором задан метод получения заготовки – литье 3 класса точности, то выбор оптимального способа литья дальше ведем в соответствии с методом весовых коэффициентов, приведенный в таблице 2.1.

Таблица 1.1 – Выбор способа получения заготовки

| Наименование критерия выбора    | Уровень градации и значение критерия | Способ изготовления литой заготовки |    |     |     |    |     |    |
|---------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|----|-----|-----|----|-----|----|
|                                 |                                      | ЛШФ                                 |    | ЛОФ | ЛВМ | ЛК | ЛПД | ЦЛ |
|                                 |                                      | РФ                                  | МФ |     |     |    |     |    |
| Тип производства                | Мелко-серийное                       | 2                                   | 0  | 0   | 0   | 0  | 0   | 0  |
| Материал детали                 | Чугун                                | 1                                   | 1  | 1   | 0   | 1  | 0   | 1  |
| Масса детали                    | 1.50..60                             | 1                                   | 1  | 1   | 1   | 1  | 1   | 1  |
| Группа сложности отливки        | 1                                    | 1                                   | 1  | 0   | 0   | 1  | 0   | 1  |
| Параметр $R_a$ поверхности      | 12,5...20                            | 2                                   | 2  | 1   | 0   | 1  | 0   | 1  |
| Форма детали                    | корпусные                            | 1                                   | 1  | 1   | 0   | 1  | 1   | 0  |
| Максимальные габаритные размеры | 50...120                             | 1                                   | 1  | 1   | 1   | 1  | 1   | 1  |
| Квалитет точности размеров      | 17...20                              | 1                                   | 1  | 0   | 0   | 0  | 0   | 1  |
| Итого                           |                                      | 10                                  | 8  | 5   | 2   | 6  | 3   | 6  |

Наибольшее значение приобрела сумма весовых коэффициентов у литья в песчано-глинистые формы: ручной или машинной формовки. Литье в песчано-глинистые формы позволяет получать заготовки для массового, серийного и единичного производства. Основными достоинствами литья в песчано-глинистые формы является простота и относительная дешевизна получения

заготовок. Методы автоматизации позволяют использовать данный метод для крупносерийного и массового производства. Автоматизация заливки литейных форм обеспечивает высокую точность дозировки металла, облегчает труд заливщика и повышает производительность труда.

Отливка 3 класса точности обеспечивается ручной формовкой в песчано-глинистые формы, а так же машинной формовкой по координатным плитам с незакрепленными моделями.

На основании анализа достоинств и недостатков описанных методов выбираем литье в песчано-глинистые формы, как наиболее оптимальный способ получения отливок. Для него применяются формовочные смеси, представляющие собой сочетание материалов, соответствующих условиям технологического процесса изготовления литейных форм. Огнеупорной составляющей смеси является формовочный кварцевый песок. Для соединения частиц песка применяются формовочные глины. Формовочные смеси должны обладать рядом свойств: пластичностью (отчетливость отпечатка модели), текучестью, газопроницаемостью, прочностью (для формовочных смесей в сыром состоянии  $2,9 - 15,7 \text{ МН/м}^2$ , для стержней  $49 - 196 \text{ МН/м}^2$ ), противопригарностью (противопригарные добавки - каменный уголь).

После литья получаем отливку третьего класса точности. Допустимые отклонения размеров  $2,0 - 3,0 \text{ мм}$ . Эскиз литейной формы изображен на рисунке 4.2, а сама отливка – на рисунке 2.1.

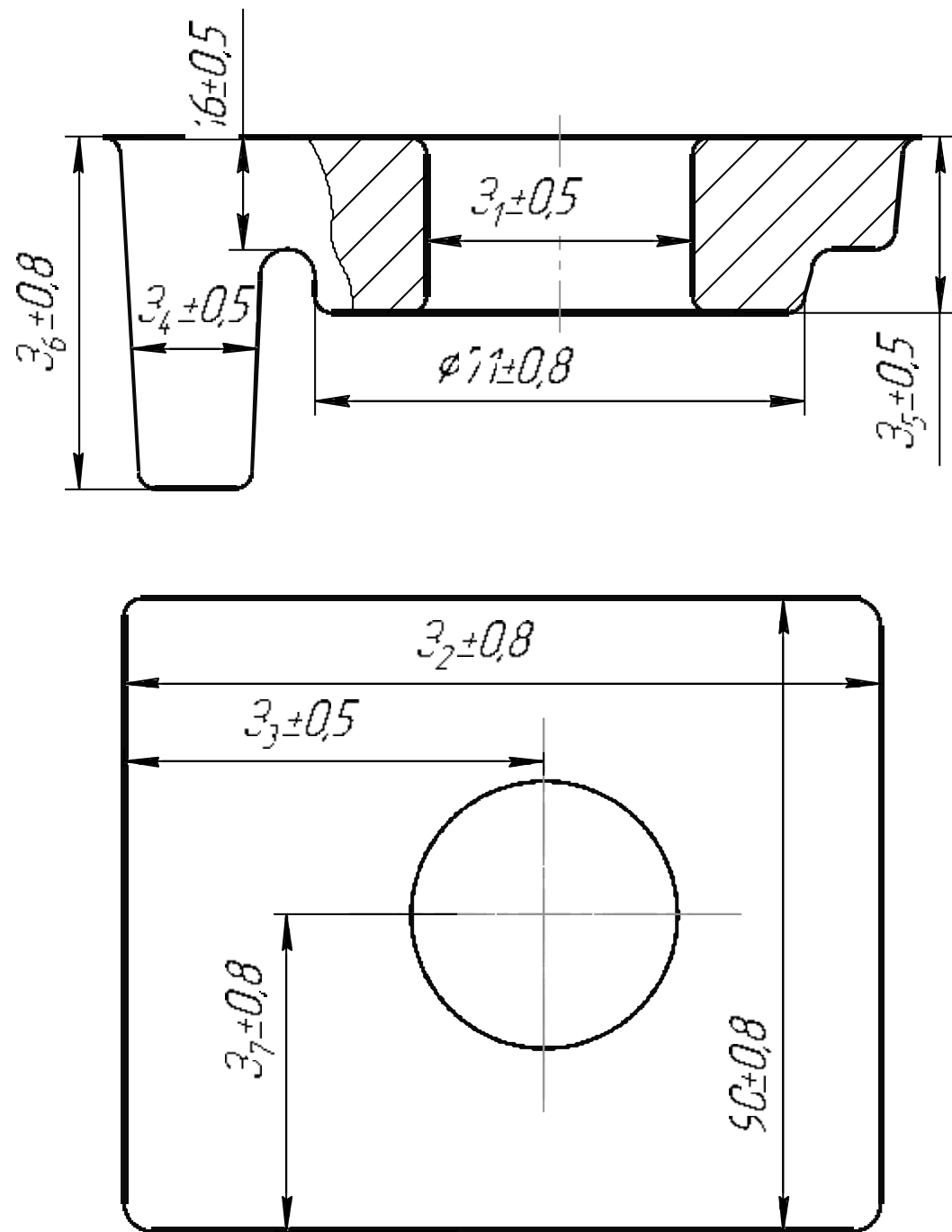


Рисунок 1.1 - Эскиз отливки

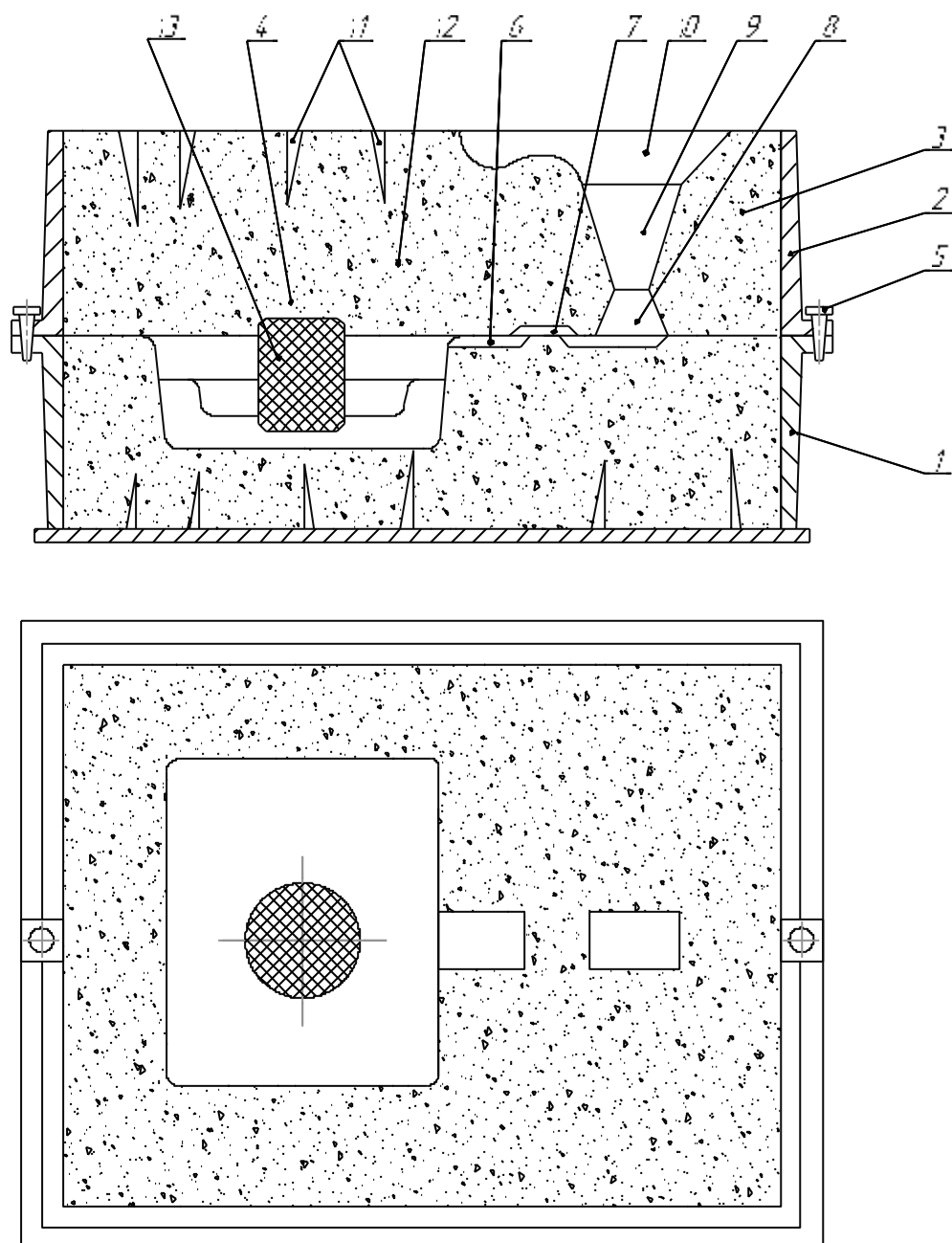


Рисунок 1.2 - Эскиз литейной формы

## **2 проектирование технологии обработки кронштейна**

### ***2.1. Цели и задачи проектирования технологического процесса***

Проектирование технологических процессов обработки заключается в выборе орудий производства (необходимых для обработки станков, приспособлений и инструментов), в установлении рациональной последовательности выполнения работ, определении изменений в размерах, форме и чистоте обрабатываемых поверхностей, регламентации действий рабочего и режима работы станка. Кроме того, при проектировании технологического процесса определяется квалификация рабочих и подсчитывается время, потребное на обработку.

Задачей проектирования технологического процесса является такое установление рационального порядка обработки, назначение орудий производства и регламентация их использования, при которых обработка деталей будет отвечать техническим требованиям, предъявляемым к изготовлению этих деталей, и в то же время будет выполняться при наименьших материальных затратах и с наибольшей производительностью.

Технологический процесс должен быть запроектирован так, чтобы были правильно и полно использованы технологические возможности станков и инструментов.

Разработка технологического процесса может вестись либо в условиях действующего завода, либо при проектировании нового предприятия. В первом случае проектирование технологических процессов может выполняться как при переходе на новый объект производства, так и в процессе изготовления освоенного объекта.

В установившемся производстве изменение конструкций отдельных деталей и необходимость совершенствования методов обработки обуславливают пересмотр запроектированных ранее технологических процессов. Однако в этом случае характер разработки технологического процесса иной, чем при проектировании нового предприятия, необходимость

выполнения обработки на наличном оборудовании цеха резко отражается на варьировании выбора методов выполнения операций.

При подробном проектировании технологического процесса обработки деталей облегчается получение доброкачественных машин.

Интенсивный рост техники требует ускоренного освоения новых объектов производства. Один из наиболее эффективных способов такого ускорения — это параллельная работа конструкторов и технологов. Одновременно с конструированием узлов ведется технологическая проработка конструкций деталей и узлов. Непосредственно за выполнением детальных чертежей разрабатываются чертежи заготовок на эти отдельные детали. И, наконец, параллельно с рабочей компоновкой производится, в максимально возможной степени, изготовление погребной основной оснастки станков.

## ***2.2 Факторы, влияющие на построение технологического процесса***

На технологический процесс механической обработки непосредственно влияют следующие факторы:

- 1) форма и размеры детали;
- 2) требуемая точность и чистота обрабатываемых поверхностей и другие технические условия на готовую деталь;
- 3) материал детали и ее термообработка;
- 4) характер заготовки;
- 5) программа выпуска деталей;
- 6) производственные возможности предприятия (наличный парк станков и прочие условия, при которых должна осуществляться обработка детали).

## ***2.3 Исходные данные для проектирования технологического процесса***

Для проектирования технологического процесса механической обработки необходимы следующие основные материалы и сведения:

- 1) рабочий чертеж обрабатываемой детали и другие технические условия на готовую деталь (если они имеются);

- 2) чертеж заготовки;
- 3) чертеж узла, в который входит обрабатываемая деталь;
- 4) готовой выпуск объектов производства;
- 5) количество запасных частей на каждый объект;

6) данные об оборудовании (паспорта станков, каталожный материал в соответствии с конъюнктурными условиями, сведения о размещении и загрузке существующего в цехе оборудования).

Кроме того, необходимы следующие справочные материалы

- 1) нормы операционных припусков и допусков (ГОСТ и др);
- 2) данные о применяемых в промышленности охлаждающих жидкостях;
- 3) каталоги режущего, мерительного и вспомогательного инструмента;
- 4) стандарты сортамента материалов, изготавливаемых промышленностью;
- 5) нормативы по режимам резания, нормативы вспомогательного и подготовительно-заключительного времени и времени обслуживания рабочего места и перерывов на отдых;
- 6) таблицы величин врезания инструмента.

Подробное и тщательное ознакомление с чертежом детали и с другими техническими условиями на ее изготовление перед проектированием технологического процесса обработки обязательно. В большинстве случаев необходимо также подробное ознакомление со сборочными чертежами узлов и комплектов (или машины в целом), в которые входят обрабатываемые детали.

Проектирование технологического процесса механической обработки детали любой машины невозможно без знания всего комплекса технических требований, предъявляемых к этой детали. Перед началом разработки технологического процесса необходимо самое подробное и тщательное ознакомление с требованиями, которые предъявляются к детали. Основной документ, в котором зафиксированы такие требования, — это рабочий чертеж детали.

## ***2.4 Требования к рабочим чертежам деталей***

В рабочих чертежах приводятся почти все технические требования, предъявляемые к обработанной детали, указываются размеры и точность обработки отдельных поверхностей, точность их взаимной координации, места, подвергающиеся термической обработке, и род этой термической обработки, чистота поверхностей и т. д. В отдельных случаях сообщается о требуемом методе обработки для получения нужной чистоты. Кроме того, на чертеже всегда указываются места, покрываемые защитными покрытиями, род и толщина слоя этих покрытий.

Современный рабочий чертеж детали должен быть в максимальной степени увязан с процессом ее обработки и контроля. Размеры, указанные на чертеже, должны быть проставлены так, чтобы отсчет этих размеров при промерах был прост, удобен и при этом не требовалось бы пересчетов. Кроме того, размеры должны быть проставлены так, чтобы при промерах не происходило накопления ошибок.

На чертеже должны быть проставлены все необходимые для обработки размеры.

Во многих случаях на ответственные поверхности задаются допустимые отклонения от правильной геометрической формы и правильной координации.

В рабочих чертежах должны быть указаны, если это требуется, специальные методы контроля (рентген, гидроиспытание) и другие особые требования (балансировка, подбор по весу или по размерам, клеймение и т.д.).

В современных условиях к составлению рабочих чертежей детали все чаще начинают привлекаться технологи. Они непосредственно в конструкторском бюро проверяют рабочие чертежи, увязывая их с намечаемым процессом обработки. Это позволяет свести к минимуму все переделки и исправления в чертежах, обусловленные недоучетом тех или других особенностей технологического процесса обработки»

Кроме того, технологический контроль чертежей деталей часто позволяет своевременно избежать чрезмерного усложнения формы детали, а также назначения слишком строгих допусков на обработку.

Совместная работа конструкторов и технологов в значительной степени ускоряет как подготовку производства, так и освоение новых объектов. Современное скоростное проектирование машин требует обязательной совместной работы конструкторов и технологов.

### ***2.5 Разработка укрупненного маршрута обработки***

После выбора метода получения заготовки приступаем к разработке технологического процесса.

Основной задачей этого этапа является составление общего плана обработки детали, формулировка содержания операций технологического процесса и выбор типа оборудования.

В процессе обработки деталь необходимо сориентировать относительно приспособления и закрепить. Такой процесс ориентации называется базированием, т.е. это процесс придания требуемого положения относительно выбранной системы координат в процессе конструирования, обработки, сборки.

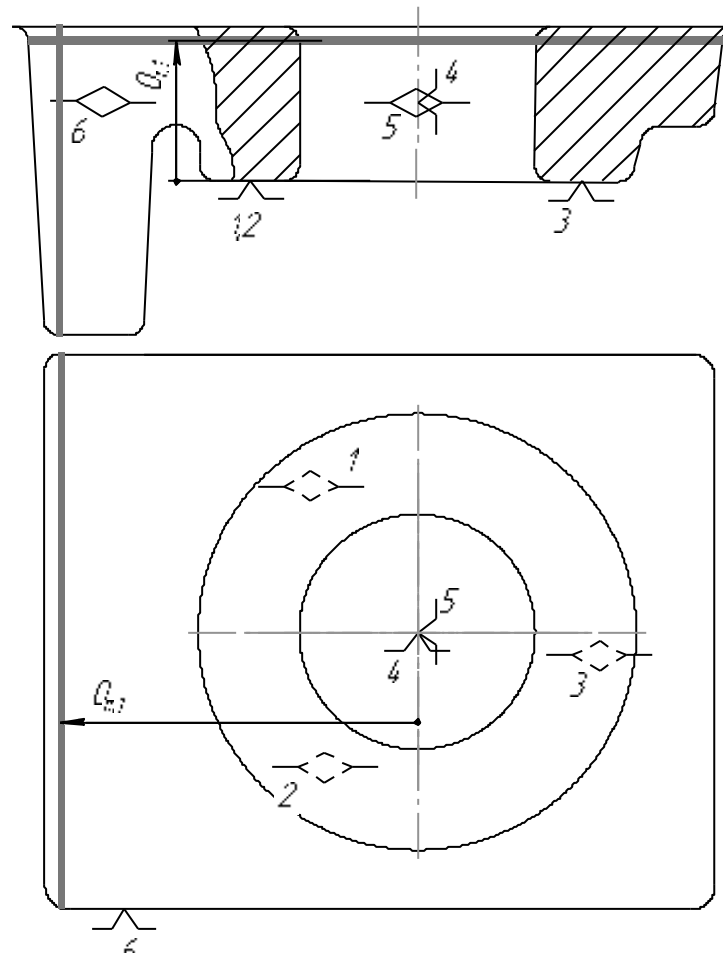
Чтобы разработать технологический процесс обработки данной детали необходимо:

1. Выбрать базы
2. Установить связь между обрабатываемыми и необрабатываемыми поверхностями.

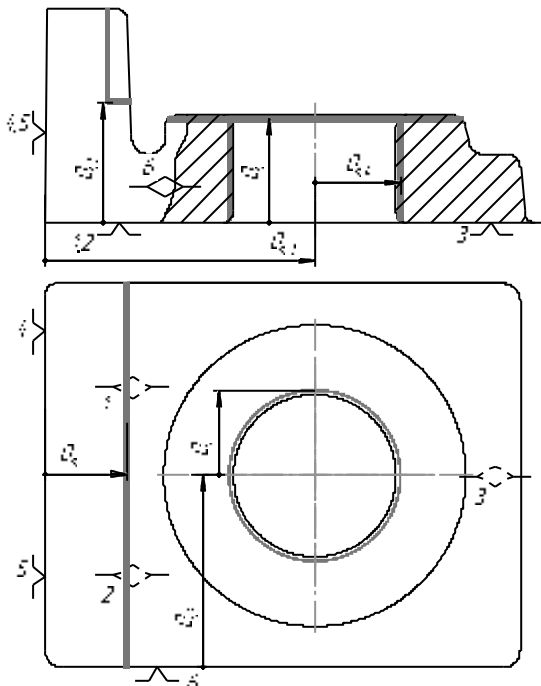
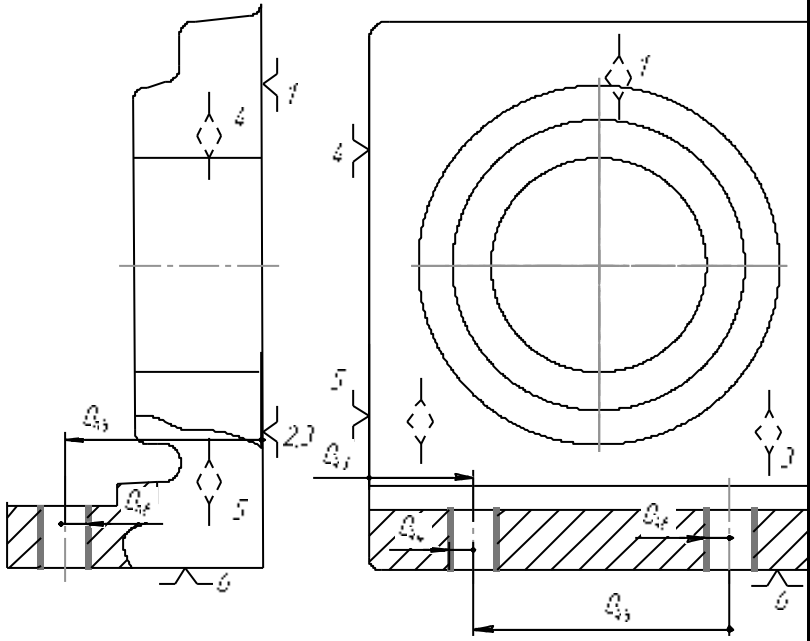
Выбор баз играет особую роль при разработке технологического процесса, так как на этой операции решаются две важнейшие технологические задачи, которые влияют на весь ход процесса, а именно: устанавливается связь между обрабатываемыми и необрабатываемыми поверхностями и происходит распределение припуска на последующую обработку. Чтобы выполнить обе эти задачи рассмотрим два варианта.

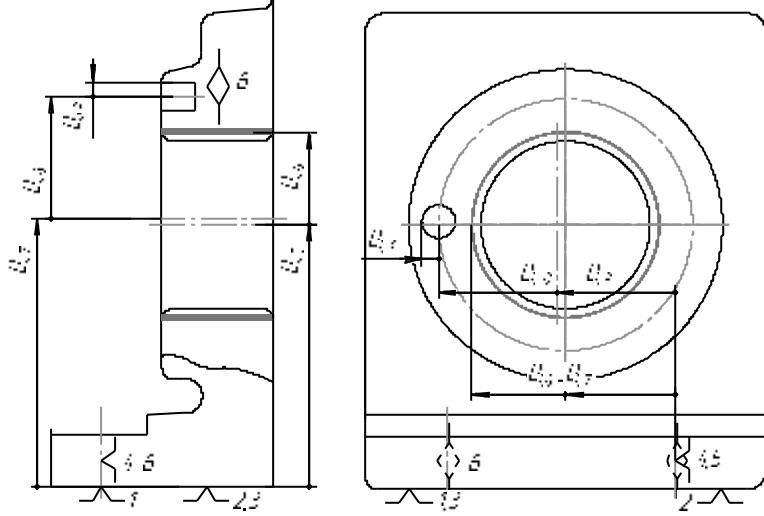
Обработка отверстия всегда более трудоемка, чем обработка плоскости, поэтому нам нужно равномерное распределение припуска на обработку отверстия и это же отверстие мы примем в качестве технологической базы.

Схемы базирования на первой операции приведена на рисунке 2.2, синтез укрупненного маршрута обработки сведен в таблицу 2.1.





|                 |                                                                                                                                                                   |                                                             |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| <p>01<br/>0</p> | <p>Комбинированная<br/>О1 ФРЕЗП Мр6, Nr16<br/>О2 ЗНКП отв. 4 с цеков. Nr15</p>  | <p>Сверлильн<br/>о-фрезерно-<br/>расточной<br/>2254ВМФ4</p> |
| <p>1</p>        | <p>2</p>                                                                                                                                                          | <p>3</p>                                                    |
| <p>15<br/>0</p> | <p>Вертикально-сверлильная отв. 10,11</p>                                     | <p>Вертикал<br/>ьно-<br/>сверлильный<br/>2Н150</p>          |
| <p>20<br/>0</p> | <p>Вертикально-сверлильный<br/>О1 ЗНКЧ отв. 3</p>                                                                                                                 | <p>Вертикал<br/>ьно-</p>                                    |

|  |                                                                                                                                             |                                     |
|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
|  | <p style="text-align: center;"><b>О2 СВРО отв. 4</b></p>  | <p><b>сверлильный<br/>2Н150</b></p> |
|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|

## 2.6 Размерный анализ технологического процесса

После разработки укрупненного маршрута обработки детали можно приступить непосредственно к размерному анализу технологического процесса.

Размерный анализ технологического процесса будет проводиться аналогично размерному анализу чертежа по 3-м осям.

Принимаем ту же систему координат, что и при размерном анализе чертежа. Для того, чтобы провести размерный анализ по осям изображаем заготовку с припусками (рисунки 2.3–2.4). После этого строим совмещенный граф, который получается в результате наложения исходного графа с конструкторскими размерами и размерами припусков на производный граф с технологическими размерами и размерами заготовки. Совмещенный граф технологического процесса дает полную информацию о детали.

Расчет и выявление размерных цепей начинается с двухзвенных размерных цепей, а затем выявляются цепи, где добавляется одно неизвестное звено.

## 2.7 Расчет режимов резания при обработке детали

Режимы резания определяются глубиной резания  $t$ , подачей  $S$  и скоростью резания  $V$ . Значения  $t$ ,  $V$ ,  $S$  влияют на точность и качество получаемой поверхности, производительность и себестоимость обработки.

Для обработки сначала устанавливают глубину резания, а затем подачу и скорость резания. Глубину резания принимаем равной припуску на заданный размер обрабатываемой поверхности.

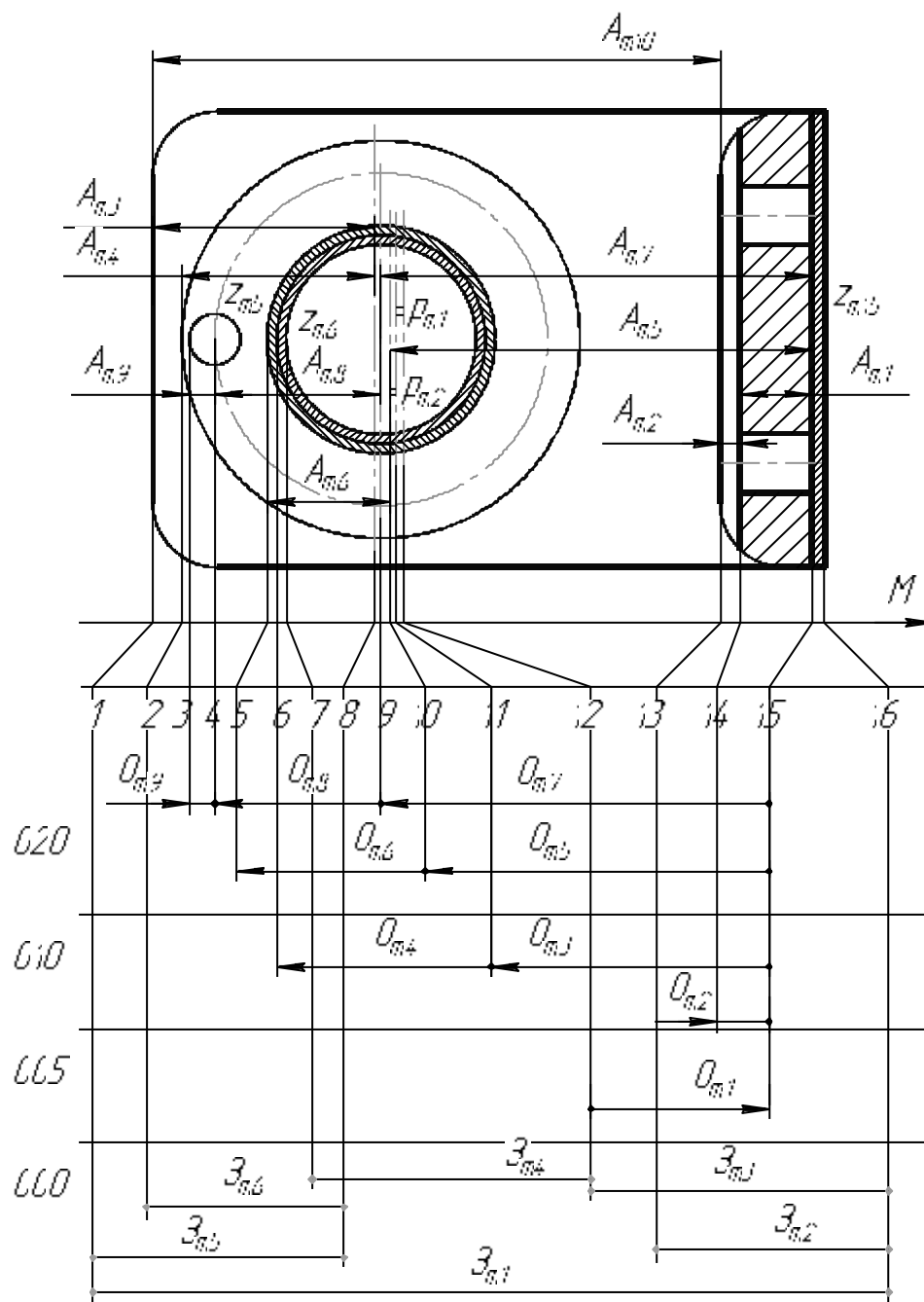


Рисунок 2.3 – Размерная схема технологического процесса по оси М

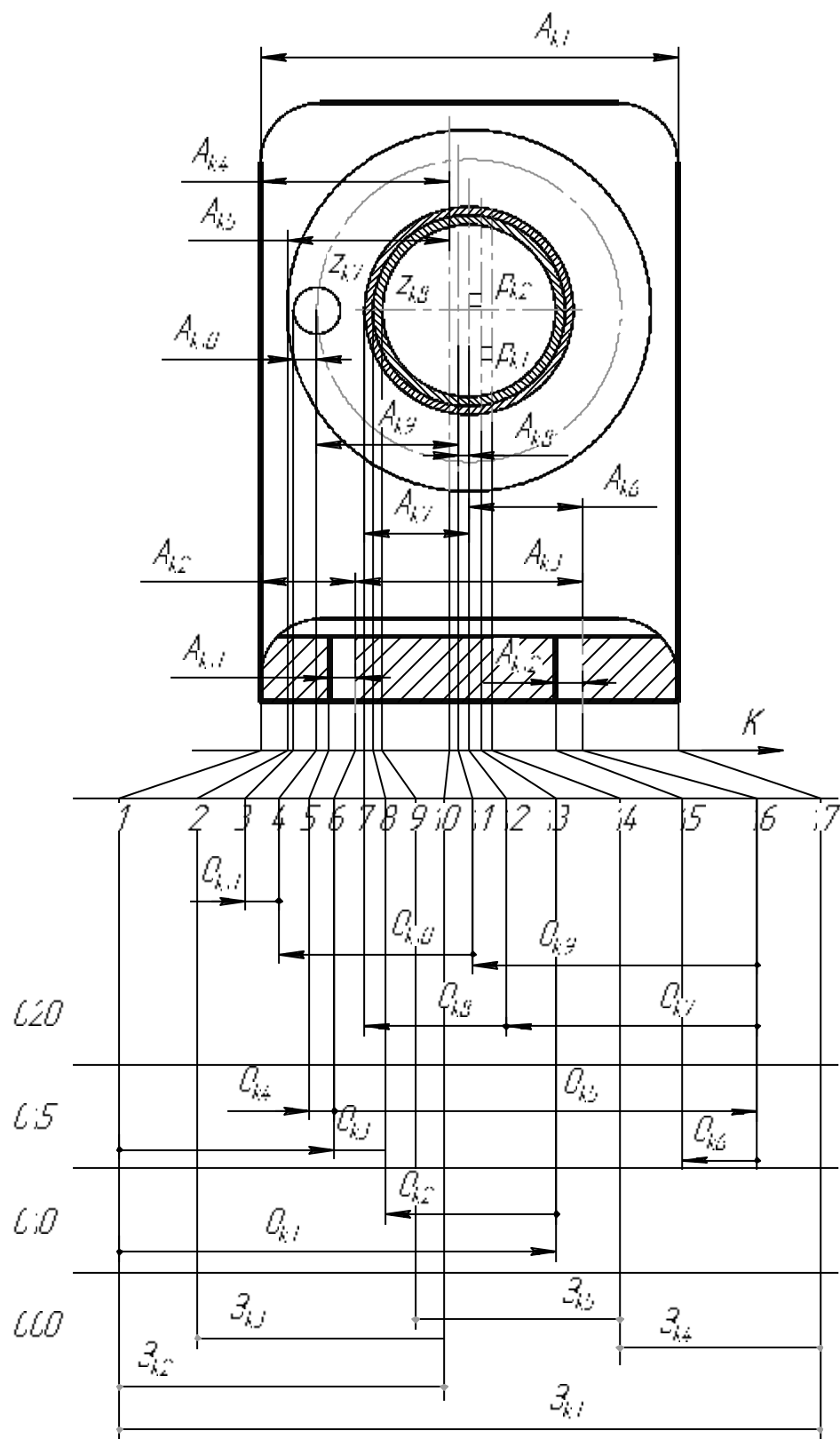


Рисунок 2.4 – Размерная схема технологического процесса по оси К

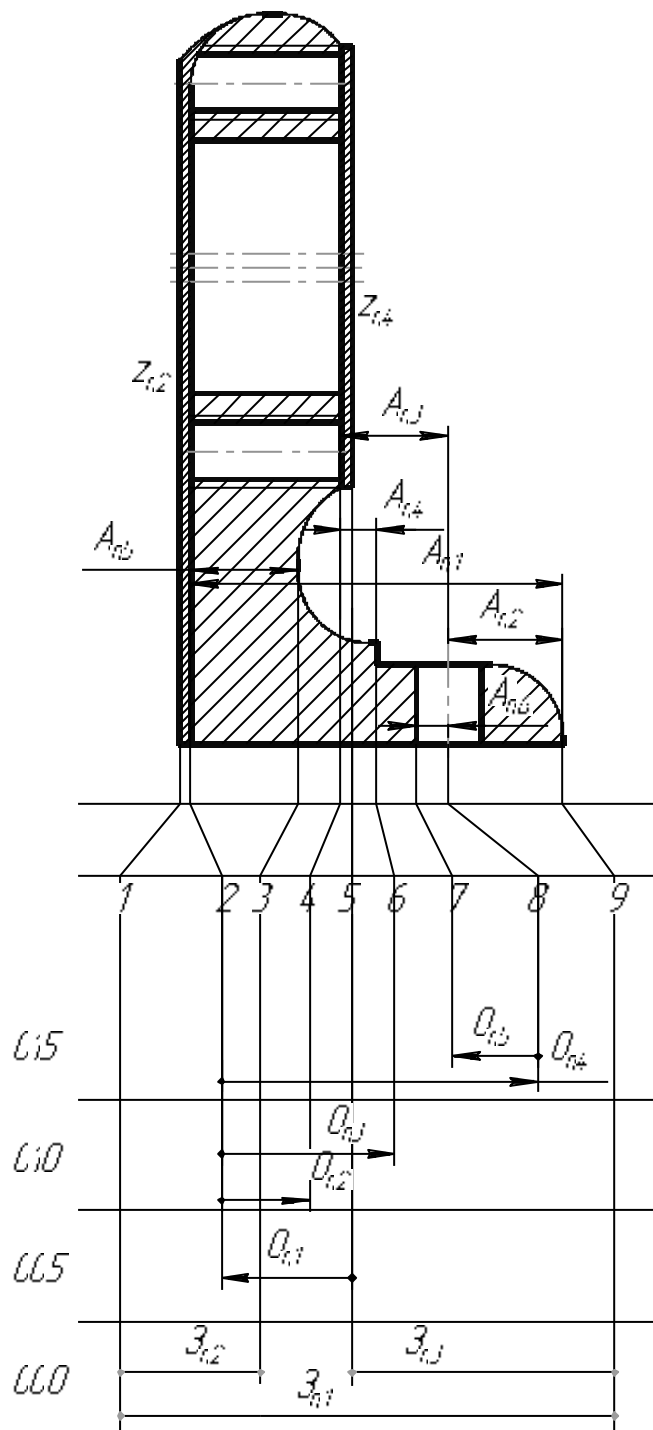


Рисунок 2.5— Размерная схема технологического процесса по оси N

Скорость резания зависит от выбранной глубины резания, подачи, качества и марки обрабатываемого материала, геометрических параметров режущей

части инструмента и ряда других факторов. Скорость резания рассчитывают по установленным для каждого вида обработки эмпирическим формулам, которые имеют следующий общий вид:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y}$$

Значения коэффициента  $C_v$ , характеризующие условия обработки, материал заготовки, глубину резания и подачу, и показателей степени, содержащихся в этих формулах, так же, как и период стойкости  $T$  инструмента, применяемого для данного вида обработки, выбираются из таблиц [2].

**Операция 005** – фрезерование плоскости и торца. Фрезерование осуществляется на вертикально-фрезерном станке 6Р12 торцевой фрезой. Размеры фрезы определяем исходя из размеров обрабатываемой поверхности и глубины срезаемого слоя.

Скорость резания при фрезеровании рассчитывается:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m t^x S_z^y B^u z^p} \cdot K_v,$$

где  $B=71$  мм – ширина фрезерования,

$C_v = 42$ ,  $q = 0,2$ ,  $x = 0,1$ ,  $y = 0,4$ ,  $u = 0,1$ ,  $p = 0,1$ ,  $m = 0,15$  [2, ч. 2, табл. 39 с. 288].

При торцевом фрезеровании диаметр фрезы должен быть больше ширины фрезерования, выбираем торцевую насадную фрезу со вставными ножами из быстрорежущей стали (ГОСТ 9304-69)

$D = (1,25 - 1,5)B = 1,3 \cdot 71 = 92,3$ , принимаем  $D=95$ , число зубьев  $z = 12$ ;  
[2, ч. 2, табл. 92 с. 187]

$T = 180$  мин – период стойкости фрезы [2, ч. 2, табл. 40 с. 290]

$t = 0,7$  мм – глубина резания

$s = 1,5$  мм/об,  $s_z = 0,08$  мм

Общий поправочный коэффициент на скорость резания:

$K_v = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{UV}$ , где

$$K_{MV} = \left( \frac{190}{HB} \right)^{n_v} = \left( \frac{190}{190} \right)^{1,25} = 1 \quad - \text{поправочный коэффициент, учитывающий}$$

влияние физико-механических свойств обработанного материала на скорость резания

$$HB = 190$$

$$n^v = 1,25 \quad - \text{для серого чугуна [2, ч. 2, табл. 2 с. 262];}$$

$K_{IV} = 0,8$  - поправочный коэффициент, учитывающий влияние состояния поверхности заготовки на скорость резания [2, ч. 2, табл. 5 с. 263];

$K_{UV} = 1$  - поправочный коэффициент, учитывающий влияние инструментального материала на скорость резания [2, ч. 2, табл. 6 с. 263];

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

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m t^x S_z^y B^u Z^p} \cdot K_v = \frac{42 \cdot 95^{0,2}}{180^{0,15} \cdot 0,7^{0,1} \cdot 0,08^{0,4} \cdot 71^{0,1} \cdot 10^{0,1}} \cdot 0,8 = 28,3 \text{ мм/мин};$$

**Операция 010** – комбинированная, включающая как фрезерование, так и зенкерование. Для фрезерования расчет аналогичен операции 005.

Зенкерование отверстия с цекованием. Выбираем зенкер цельный твердосплавный с коническим хвостовиком (ГОСТ 21544-76) диаметром  $D=36$  мм, длина рабочей части  $l = 30$  мм [2, ч. 2, табл. 47 с. 153]

Скорость резания при зенкеровании рассчитывается по формуле:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m t^x S^y} \cdot K_v, \text{ где}$$

По справочнику выбираем

$$C_v = 105 \quad q = 0,4 \quad x = 0,15 \quad y = 0,45 \quad m = 0,4 \quad [2, \text{ ч. 2, табл. 29 с. 279}]$$

$T$  – не нормируется

$$t = 0,5 \text{ мм}$$

$$s = 0,7 \text{ мм/об}$$

Общий поправочный коэффициент на скорость резания, учитывающий фактические условия резания

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{UV} \cdot K_{IV}, \text{ где}$$

$$K_{MV} = \left( \frac{190}{HB} \right)^{n_v} = \left( \frac{190}{190} \right)^{1,3} = 1 \text{ - коэффициент на обрабатываемый материал}$$

$n_v = 1,3$  - для чугуна [2, ч. 2, табл. 2 с. 262];

$K_{HV} = 0,83$  - коэффициент на инструментальный материал.

$K_{IV} = 1$  - коэффициент, учитывающий глубину сверления.

$K_{IIV} = 0,8$  - коэффициент, учитывающий влияние состояния поверхности заготовки на скорость резания.

$$K_v = 0,83 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,8 = 0,7$$

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m t^x S^y} \cdot K_v = \frac{105 \cdot 36^{0,4}}{0,5^{0,15} \cdot 0,7^{0,45}} \cdot 0,7 = 502 \text{ мм/мин}$$

**Операция 015** – сверление двух отверстий. Выбираем сверло (ГОСТ 4010-77), диаметр сверла  $d = 9$  мм, длина рабочей части  $l = 30$  мм.

Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m S^y} \cdot K_v$$

По справочнику [2, ч. 2, табл. 28 с. 278] выбираем:

$C_v = 14,7$ ,  $q = 0,25$ ,  $y = 0,55$ ,  $m = 0,125$ ,  $T = 15$  мин,  $t = 4,5$  мм,  $s = 0,1$  мм/об

Общий поправочный коэффициент на скорость резания, учитывающий фактические условия резания

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{HV} \cdot K_{IV} \cdot K_{IIV},$$

где  $K_{MV} = 1$   $K_{HV} = 0,83$   $K_{IV} = 1$   $K_{IIV} = 0,8$

$$K_v = 0,83 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,8 = 0,7$$

Скорость резания определяется:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m S^y} \cdot K_v = \frac{14,7 \cdot 9^{0,25}}{15^{0,125} \cdot 0,1^{0,55}} \cdot 0,7 = 21,2 \text{ мм/мин}$$

**Операция 020** – Зенкерование отверстия. Выбираем зенкер цельный твердосплавный с коническим хвостовиком (ГОСТ 21544-76) диаметром  $D=36$  мм, длина рабочей части  $l = 30$  мм [2, ч. 2, табл. 47 с. 153]

Скорость резания при зенкеровании рассчитывается по формуле:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m t^x S^y} \cdot K_v, \text{ где}$$

По справочнику выбираем

$$C_v = 105 \quad q = 0,4 \quad x = 0,15 \quad y = 0,45 \quad m = 0,4 \quad [2, \text{ ч. 2, табл. 29 с. 279}]$$

$T$  – не нормируется

$$t = 0,2 \text{ мм}$$

$$s = 0,7 \text{ мм/об}$$

Общий поправочный коэффициент на скорость резания, учитывающий фактические условия резания

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{IV} \cdot K_{IV}, \text{ где}$$

$$K_{MV} = \left( \frac{190}{HB} \right)^{n_v} = \left( \frac{190}{190} \right)^{1,3} = 1 - \text{коэффициент на обрабатываемый материал}$$

$n_v = 1,3$  - для чугуна [2, ч. 2, табл. 2 с. 262];

$K_{IV} = 0,83$  - коэффициент на инструментальный материал.

$K_{IV} = 1$  - коэффициент, учитывающий глубину сверления.

$K_{IV} = 0,8$  - коэффициент, учитывающий влияние состояния поверхности заготовки на скорость резания.

$$K_v = 0,83 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,8 = 0,7$$

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m t^x S^y} \cdot K_v = \frac{105 \cdot 36^{0,4}}{0,2^{0,15} \cdot 0,7^{0,45}} \cdot 0,7 = 678 \text{ мм/мин}$$

## 2.8 Нормирование технологического процесса

Под технически обоснованной нормой времени понимается время, необходимое для выполнения заданного объема работы (операции) при определенных организационно-технических условиях и наиболее эффективном использовании всех средств производства и передового опыта новаторов.

Норма времени на станочную операцию

$$T_{ш} = T_O + T_B + T_{OT} + T_{OEC}, \text{ где}$$

$T_O$  – основное (машинное время);

$T_B$  – вспомогательное время, состоящее из времени на установку и снятие детали, времени, связанного с переходом времени на измерение, смену инструмента и изменение режимов резания.

Основное время рассчитывается по формуле

$$T_O = \frac{L}{S_m} \cdot i, \text{ где}$$

$i$  – количество рабочих ходов

$L = l + l_1 + l_2$  – расчетная длина обработки в направлении подачи, здесь

$l$  – длина обработки по чертежу;

$l_1$  – дополнительная длина на врезание и перебег инструмента;

$l_2$  – дополнительная длина на взятие пробных стружек резания.

$S_m = s_0 \cdot n$  – минутная подача

Вспомогательное время  $T_B$  состоит из затрат времени на отдельные приемы:

$$T_B = t_{yc} + t_{с.оп.} + t_{контр}, \text{ где}$$

$t_{yc}$  – время на установку и снятие детали

$t_{с.оп.}$  – вспомогательное время, связанное с выполнением операции

$t_{контр}$  – время на контрольное измерение детали

Расчет нормы времени на операции 005

$L = 110$  мм,

$s_0 = 1,5$  мм/об,

примем  $n = 300$  об/мин,

$S_m = 1,5 \cdot 300 = 450$  мм/мин,

$$i = \frac{h}{t} = \frac{0,7}{0,7} = 1.$$

Тогда

$$T_O = \frac{L}{S_m} \cdot i = \frac{110}{450} \cdot 1 = 0,24 \text{ мин},$$

По таблицам [4, табл. 4.6-4.10 с. 159-163] выбираем:

$$t_{yc} = a \cdot Q^x = 0,235 \cdot 0,28^{0,21} = 0,18 \text{ мин},$$

$$t_{e.оп.} = 0,08 \text{ мин},$$

$$t_{контр} = 0,12 \text{ мин},$$

$$T_B = t_{yc} + t_{e.оп.} + t_{контр} = 0,18 + 0,08 + 0,12 = 0,38 \text{ мин}$$

$$T_{от} = 0,016 \text{ мин},$$

$$T_{обс} = 0,04 \text{ мин},$$

$$T_{ш} = T_O + T_B + T_{от} + T_{обс} = 0,24 + 0,38 + 0,016 + 0,04 = 0,676 \text{ мин}$$

Расчет нормы времени на операцию 010.

$$L = l + l_1 + l_2 = 22 + 8 + 8 = 38 \text{ мм},$$

$$s_0 = 0,7 \text{ мм/об},$$

$$\text{примем } n = 200 \text{ мин}^{-1},$$

$$S_m = 0,7 \cdot 200 = 140 \text{ мм/мин},$$

$$i = \frac{h}{t} = \frac{0,2}{0,2} = 1.$$

Тогда

$$T_O = \frac{L}{S_m} \cdot i = \frac{38}{140} \cdot 1 = 0,27 \text{ мин.}$$

По таблицам [4, табл. 4.6-4.10 с. 159-163] выбираем:

$$t_{yc} = a \cdot Q^x = 0,235 \cdot 0,28^{0,21} = 0,18 \text{ мин}$$

$$t_{e.оп.} = 0,078 \text{ мин},$$

$$t_{контр} = 0,117 \text{ мин},$$

$$T_B = t_{yc} + t_{e.оп.} + t_{контр} = 0,18 + 0,078 + 0,117 = 0,375 \text{ мин}$$

$$T_{от} = 0,0156 \text{ мин},$$

$$T_{обс} = 0,04 \text{ мин},$$

$$T_{ш} = T_O + T_B + T_{от} + T_{обс} = 0,27 + 0,375 + 0,0156 + 0,04 = 0,7 \text{ мин}$$

Расчет нормы времени на операцию 015.

$$L = l + l_1 + l_2 = 11 + 6 + 6 = 23 \text{ мм}$$

$$s_0 = 0,6 \text{ мм/об}$$

$$\text{примем } n = 300 \text{ об/мин}$$

$$S_m = 0,7 \cdot 300 = 210 \text{ мм/мин}$$

$$i = \frac{h}{t} = \frac{0,7}{0,7} = 1$$

Тогда

$$T_O = \frac{L}{S_m} \cdot i = \frac{23}{210} \cdot 1 = 0,11 \text{ мин}$$

По таблицам [4, табл. 4.6-4.10 с. 159-163] выбираем:

$$t_{yc} = a \cdot Q^x = 0,235 \cdot 0,28^{0,21} = 0,18 \text{ мин}$$

$$t_{e.оп.} = 0,11 \text{ мин},$$

$$t_{контр} = 0,165 \text{ мин},$$

$$T_B = t_{yc} + t_{e.оп.} + t_{контр} = 0,18 + 0,11 + 0,165 = 0,455 \text{ мин}$$

$$T_{от} = 0,016 \text{ мин}$$

$$T_{обс} = 0,04 \text{ мин}$$

$$T_{ш} = T_O + T_B + T_{от} + T_{обс} = 0,11 + 0,455 + 0,016 + 0,04 = 0,621 \text{ мин}$$

Расчет нормы времени на операцию 020.

$$L = l + l_1 + l_2 = 22 + 8 + 8 = 38 \text{ мм},$$

$$s_0 = 0,7 \text{ мм/об},$$

$$\text{примем } n = 200 \text{ об/мин},$$

$$S_m = 0,7 \cdot 200 = 140 \text{ мм/мин},$$

$$i = \frac{h}{t} = \frac{0,2}{0,2} = 1.$$

Тогда

$$T_O = \frac{L}{S_m} \cdot i = \frac{38}{140} \cdot 1 = 0,27 \text{ мин.}$$

По таблицам [4, табл. 4.6-4.10 с. 159-163] выбираем:

$$t_{yc} = a \cdot Q^x = 0,235 \cdot 0,28^{0,21} = 0,18 \text{ мин}$$

$$t_{e.оп.} = 0,078 \text{ мин},$$

$$t_{контр} = 0,117 \text{ мин},$$

$$T_B = t_{yc} + t_{e.оп.} + t_{контр} = 0,18 + 0,078 + 0,117 = 0,375 \text{ мин}$$

$$T_{от} = 0,0156 \text{ мин},$$

$$T_{обс} = 0,04 \text{ мин},$$

$$T_{ш} = T_O + T_B + T_{от} + T_{OEC} = 0,27 + 0,375 + 0,0156 + 0,04 = 0,7 \text{ мин}$$

На основании расчетов заполняются операционные карты (см. приложение)

### 3. КОНСТРУИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ УСТАНОВОЧНО-ЗАЖИМНОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

#### 3.1 Общие сведения о станочных приспособлениях

Станочными приспособлениями называют устройства, помещаемые на станки и служащие для установки и зажима обрабатываемых деталей, а также для направления режущих инструментов.

Приспособления, служащие для установки и закрепления режущих инструментов, обычно называют вспомогательным инструментом.

Приспособления подразделяются на следующие виды:

1. *Нормальные приспособления* или принадлежности к станкам (кулачковые патроны, тиски станочные, патроны для зажима сверл

2. *Нормализованные (специализируемые) приспособления*. Их изготавливают серийно (в определенной гамме типоразмеров), но в незаконченном полностью состоянии: для каждого из них требуется изготовление дополнительных специальных элементов, в зависимости от конструкции и размеров детали, подлежащей обработке в них, и от характера выполняемой операции.

3. *Специальные приспособления* — это приспособления, проектируемые для заданной операции по обработке данной конкретной детали и изготавливаемые в единичных экземплярах.

С применением приспособлений можно достигнуть следующего:

1) устранить разметку деталей до их обработки и, следовательно, исключить выверку деталей на станке по разметке;

|           |      |               |         |      |                                        |  |                                      |      |        |
|-----------|------|---------------|---------|------|----------------------------------------|--|--------------------------------------|------|--------|
|           |      |               |         |      | ВКР 23.03.03.015.18 УЗП 00.00.00 ПЗ    |  |                                      |      |        |
|           |      |               |         |      |                                        |  |                                      |      |        |
| Изм.      | Лист | № докум.      | Подпись | Дата |                                        |  |                                      |      |        |
| Разраб    |      | Аюлов Р.И.    |         |      | Установочно-зажимное<br>приспособление |  | Лит.                                 | Лист | Листов |
| Провер.   |      | Марданов Р.Х. |         |      |                                        |  |                                      | 1    | 33     |
|           |      |               |         |      |                                        |  | казанский ГАУ каф. ОИД<br>341 группа |      |        |
| Н. Кантр. |      | Марданов Р.Х. |         |      |                                        |  |                                      |      |        |
| Утвердил  |      | Якин С.М.     |         |      |                                        |  |                                      |      |        |

2) повысить точность обработки деталей за счет автоматического придания нужного положения обрабатываемой детали без выверки ее на станке и за счет направления режущего инструмента в приспособлении;

3) увеличить производительность обработки за счет увеличения числа одновременно обрабатываемых деталей или числа одновременно работающих инструментов, а также за счет сокращения вспомогательного времени, связанного с установкой детали и выверкой ее положения на станке;

4) увеличить производительность за счет повышения режимов резания, возможного при увеличении жесткости закрепления деталей при применении приспособлений.

### 3.2 Требования к приспособлениям

Каждое требование к приспособлению должно быть выполнено простейшими средствами. Поэтому предъявляемые требования определяют круг задач, разрешаемых при проектировании. Из общих требований к приспособлениям учитывают прежде всего следующие три:

1. Конструкция должна отвечать своему назначению — обеспечивать наибольшую производительность труда. Это требование выдвигает задачи технико-экономического характера.

2. Конструкция должна обеспечивать заданную точность обработки детали на операции. Это требование выдвигает задачи об ожидаемой точности, которую способно обеспечить приспособление, и о точности самого приспособления.

3. Конструкция должна быть удобной в эксплуатации. Это широкое требование охватывает ряд более узких:

- а) безопасность в работе;
- б) удобство установки и снятия детали;
- в) простота очистки от стружки;

|      |      |          |         |      |                                     |           |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------------------|-----------|
|      |      |          |         |      | ВКР 23.03.03.015.18 УЗП 00.00.00 ПЗ | Лист<br>5 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                     |           |

г) отсутствие отъемных частей, могущих теряться, и другие, выполняемые главным образом при разработке конструкции, после разрешения принципиальных задач.

### 3.3 Элементы приспособлений

Чрезвычайное разнообразие конструкций приспособлений в значительной мере обусловлено субъективным подходом каждого конструктора к решению одной и той же задачи. Многообразие обрабатываемых деталей и обилие непринципиальных особенностей конструкций приспособлений приводят к тому, что классификация приспособлений получается либо очень громоздкой и сложной, либо недостаточно полной и правильной. Лучшие основы для изучения конструкций и методики их проектирования дает классификация элементов приспособлений по выполняемым ими функциям.

Элементом называют деталь или простейший узел приспособления, предназначенные для (выполнения определенной функции).

Характерных функций немного, соответственно немногочисленны и элементы приспособлений. В рамках учебного курса рассматривают следующие группы элементов:

- 1) установочные;
- 2) зажимные;
- 3) самоцентрирующие зажимные устройства;
- 4) элементы, направляющие инструмент;
- 5) корпуса и другие элементы;
- 6) делительные устройства;
- 7) копировальные устройства).

Проектирование элемента базируется на удовлетворении требований к нему, вытекающих из выполняемой им функции. Общность функций обуславливает общность требований, а общность требований—общую методику проектирования элементов одной группы. Поэтому для выяснения общих принципов проектирования нет нужды рассматривать множество конструктивных вариантов элементов или конструкций приспособлений.

|      |      |          |         |      |                                     |      |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | ВКР 23.03.03.015.18 УЗП 00.00.00 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                     | 3    |

Расширение тематики в этом направлении означает увеличение количества частных примеров.

### **3.4 Установочные элементы**

Геометрическая определенность положения (установка) детали в направлении размера, координирующего обрабатываемую поверхность (исходного размера), достигается в результате придания некоторым из ее поверхностей (установочным базам) определенного положения относительно корпуса приспособления. Поэтому для обобщения многочисленных частных задач, относящихся к установке, далее будем рассматривать не установку каких-либо различных деталей, а установку различных поверхностей — различных установочных баз.

Напомним также, что геометрическая определенность положения установочной базы относительно корпуса приспособления получается при соприкосновении ее с установочной поверхностью приспособления. Последняя может быть предусмотрена не только на установочных элементах, но иногда и непосредственно на корпусе, выполняющем в таких случаях также и роль установочного элемента.

Объективным критерием для оценки качества установочных элементов служит величина погрешности установки. Она представляет собой наибольшее смещение установочной базы с ее номинального положения, возможное вследствие погрешностей самой базы и устанавливающих ее установочных элементов.

Очень важно, что в каждом (случае расчета приспособления на точность требуется, в конечном счете, знать собственно неожиданную погрешность установки детали (критерий качества установочных элементов), а ожидаемую в исходном размере погрешность обработки  $P$  связанную с установкой детали (критерий качества установки детали на данной операции).

Величина  $P$  представляет собой наибольшую ожидаемую разницу положений (смещение) исходной базы в направлении исходного размера.

|      |      |          |         |      |                                     |           |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------------------|-----------|
|      |      |          |         |      | ВКР 23.03.03.015.18 УЗП 00.00.00 ПЗ | Лист<br>4 |
|      |      |          |         |      |                                     |           |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                     |           |

Следовательно, для подсчета этой величины нужно знать: а) исходную базу, б) направление исходного размера.

При рассмотрении способов установки поверхностей (установочных баз), вместо способов установки деталей на определенных операциях, открывается возможность определять величину погрешности  $P$  одной формулой, пригодной для всех частных случаев применения рассматриваемого установочного средства.

Такая возможность обусловлена следующим.

Во-первых, в любом случае координации обрабатываемой поверхности относительно установочной базы (совмещение исходной базы с установочной или неполное совмещение этих баз) размер всегда задают в направлении нормали к установочной базе. Например, от плоских поверхностей размеры проставляют только в перпендикулярном направлении, от цилиндрических и сферических только в радиальном и т.п. Следовательно, зная форму устанавливаемой поверхности (установочной базы), мы знаем направления всех исходных размеров, которые могут быть от нее проставлены, а зная ее размеры (например, диаметр цилиндрической поверхности), знаем все возможные исходные базы. Задача заключается лишь в том, чтобы формула, определяющая величину погрешности  $P$  была пригодной для всех этих баз и соответственных направлений исходных размеров.

### 3.5 Элементы зажимных устройств

Контакт с установочными элементами ставит деталь в предусмотренное положение относительно корпуса приспособления. Назначение зажимного устройства — обеспечить этот контакт к концу установки и поддерживать его во время обработки детали. Отсюда — два общих, безусловно обязательных, требования к закреплению (зажатию) детали и соответственно к любому зажимному устройству.

1. Зажатие не должно нарушать положение детали, достигнутое при установке.

|     |      |         |         |      |                                     |      |
|-----|------|---------|---------|------|-------------------------------------|------|
|     |      |         |         |      | ВКР 23.03.03.015.18 4ЗП 00.00.00 ПЗ | Лист |
|     |      |         |         |      |                                     | 6    |
| Изм | Лист | № докум | Подпись | Дата |                                     |      |

2. Сила зажатия должна обеспечивать неизменность положения детали во время обработки.

Кроме этих обязательных, имеется еще много других требований, важность которых зависит от частных условий. Формулировать эти требования можно по-разному, но все они направлены на достижение следующих трех целей: а) уменьшить возможные деформации детали; б) уменьшить потребную силу зажатия; в) улучшить эксплуатационные качества приспособления. Пути к этим целям покажем для краткости с помощью простейших схем и отметим в виде некоторых общих правил. Выбор направления зажатия. Различают направление зажатия относительно детали и направление зажатия в рабочей зоне станка.

Выбирать первое можно и нужно, если установочные элементы имеют поверхности, различные по форме, размерам и положению, а также при возможности применения в приспособлении упоров. Очевидно, что наилучшим (!) является направление на плоскую поверхность, так как в этом случае давление на поверхности контакта будет меньшим. Отсюда правило: силу зажатия направляют туда, где она вызовет меньшее смятие поверхностей детали. Направление зажатия в рабочей зоне станка влияет на удобство установки детали и на величину необходимой силы зажатия. Поскольку сила направлена на установочный элемент, выбор ее направления в зоне станка представляет собой выбор положения установочных элементов.

Выбор места зажатия. Под точкой (местом) приложения силы зажатия понимают площадь достаточно малую по сравнению с размерами детали.

Положение этой точки выбирают, руководствуясь прежде всего первым обязательным требованием к закреплению детали.

Кроме того, силу зажатия надо прикладывать там, где она вызовет меньшие деформации детали. Нарушение этого правила иллюстрирует схема в на том же рисунке.

Вследствие нежесткости детали и некоторым другим причинам сила зажатия распределяется по площади соприкосновения детали с

|     |      |         |         |      |                                     |      |
|-----|------|---------|---------|------|-------------------------------------|------|
|     |      |         |         |      | ВКР 23.03.03.015.18 УЗП 00.00.00 ПЗ | Лист |
|     |      |         |         |      |                                     | 7    |
| Изм | Лист | № докум | Подпись | Дата |                                     |      |

приспособлением не вполне равномерно. При малой жесткости может даже случиться, что некоторые участки детали вообще не будут прижаты к поверхности приспособления. Отсюда еще одно правило: место зажатия следует выбирать возможно ближе к месту обработки детали.

Виды зажатия и зажимов. Зажимное устройство (зажим) приводят (в действие некоторой исходной силой. По источнику этой силы (различают два вида зажатия: ручное и механизированное. По числу деталей, закрепляемых зажимным устройством (зажимом), различают зажатие обыкновенное (закрепляется одна деталь) и многократное (закрепляется более одной детали).

Система закрепления детали (или деталей, если приспособление многоместное) может представлять собой одно или не сколько зажимных устройств (зажимов). Признаком, определяющим одно зажимное устройство (зажим), является наличие в системе только одного элемента, получающего исходную силу (рукоятка — при ручном зажатии, головка зажима—при механизированном).

Зажимы разделяются на следующие основные виды:

По виду зажатия – на ручные и механизированные;

По механизму, трансформирующему исходную силу в силу зажатия, приложенную к закрепляемой детали, – на простые и комбинированные.

К простым относятся:

а) зажимы, механизм которых не расчленяется на более простые; в названии зажима употребляют название механизма; винтовой, клиновый и т.п.

б) зажимы, не имеющие механизма, объединяемые общим названием «зажимы прямого действия»; таковы пружинные зажимы и простейшие конструкции, возможные в случае механизированного зажатия.

К комбинированным относятся зажимы с механизмами, представляющими собой комбинацию простых механизмов.

|      |      |          |         |      |                                     |      |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | ВКР 23.03.03.015.18 УЗП 00.00.00 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                     | 8    |

По числу элементов (башмаков), находящихся в контакте с точками приложения силы зажатия - на обыкновенные (один элемент) и многократные (несколько взаимоподвижных элементов).

Основными показателями, которыми характеризуются эксплуатационные качества зажима, служат:

- 1) быстрота действия зажима;
- 2) кратность зажима (число башмаков);
- 3) величина потребной исходной силы;
- 4) удобство установки и снятия детали.

Безусловно обязательным качеством является безопасность в работе. Элементы зажима, управляемые ручными приемами, должны быть удободоступны, располагаться достаточно далеко от движущегося инструмента, частей станка и приспособления, могущих мешать при закреплении.

### 3.6 Конструирование и расчет установочно-зажимного приспособления

Приспособление предназначено для установки и закрепления детали на комбинированной операции 010. Оно позволяет осуществить процесс базирования и фиксации детали в соответствии со схемой базирования (рисунок 3.1), разработанной при проектировании укрупненного маршрута.

|      |      |          |         |      |                                     |      |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | ВКР 23.03.03.015.18 43П 00.00.00 ПЗ | Лист |
|      |      |          |         |      |                                     | 10   |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                     |      |

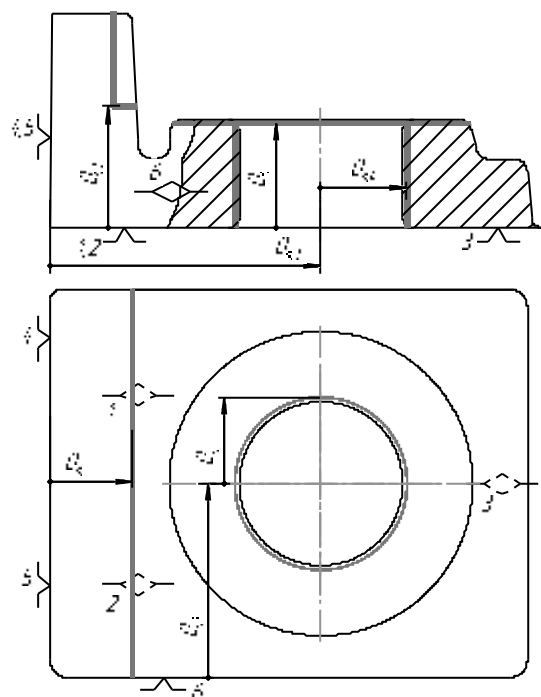


Рисунок 3.1 – Схема базирования на комбинированной операции 010

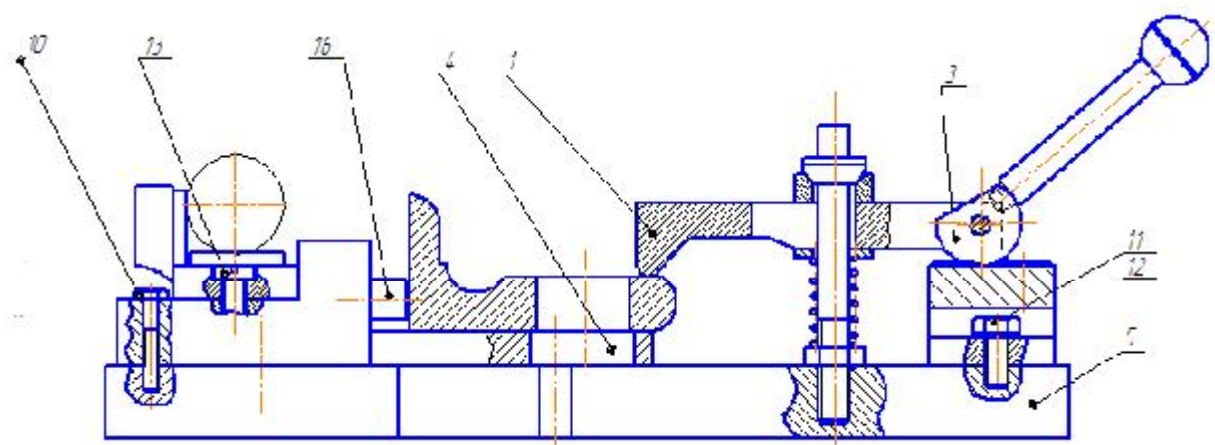


Рисунок 3.2 – Устройство приспособления

Заготовка устанавливается на основании поз. 5. Зажимается в приспособлении при помощи эксцентрикового зажима поз. 3. и прижима поз.1. При этом заготовка опирается на плиту поз. 4. и опоры поз. 16. Сверление отверстий в кронштейне производим по кондуктору. Это обеспечивает заданную точность расположения отверстий и сокращает время при сверлении.

В качестве зажима применяется зажим эксцентриковый (рисунок 3.3), для которого проведем расчет сил зажима.

|      |      |         |         |      |
|------|------|---------|---------|------|
|      |      |         |         |      |
| Изм. | Лист | № докум | Подпись | Дата |

ВКР 23.03.03.015.18 УЗП 00.00.00 ПЗ

Лист

9

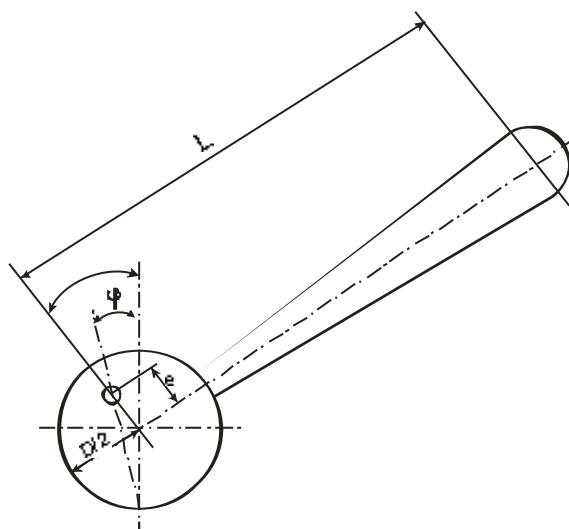


Рисунок 3.3 – Зажим эксцентриковый

Величина сил зажима определяется из условия равновесия сил, возникающих в процессе обработки, сил зажима и реакций опор. Причем основными силами процесса являются силы резания. Определяется требуемая сила зажима с учетом коэффициента запаса  $K$ , предусматривающего возможное увеличение силы резания вследствие затупления режущего инструмента, неоднородности обрабатываемого материала, неравномерности припуска и т.д.

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5;$$

где:  $K_0 = 1,5$  – гарантированный коэффициент запаса для всех случаев;

$K_1$  – коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовок,  $K_1 = 1,2$  (чистовая заготовка);

$K_2$  – коэффициент, учитывающий увеличение сил резания от прогрессирующего затупления инструмента,  $K_2 = 1,2$ ;

$K_3$  – коэффициент, учитывающий увеличение силы резания при прерывистом резании,  $K_3 = 1,0$ ;

$K_4$  – коэффициент, учитывающий постоянство силы зажима, развиваемой силовым приводом приспособления,  $K_4 = 1,3$ ;

$K_5$  – коэффициент, учитываемый только при наличии крутящих моментов, стремящихся повернуть обрабатываемую деталь,  $K_5 = 1,0$ .

$$K = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,3 \cdot 1,0 = 2,8.$$

Рассчитаем требуемое усилие зажима:

|      |      |          |         |      |                                     |           |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------------------|-----------|
|      |      |          |         |      | ВКР 23.03.03.015.18 УЗП 00.00.00 ПЗ | Лист<br>5 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                     |           |

$$W = K * \frac{P_2(b + a * f) + P_1 * Z_0}{f^2 * a + b * f + Z};$$

$$N_{рез} = (E * V * t * Z) / 1000 * K_1 * K_2 = 0,6 * (90 * 3,5 * 5) / 1000 * 1,1 * 1,0 = 1,04 \text{ Квт}$$

$$P = N_{рез} / V = 1000 * 1,04 / 90 = 11,5 \text{ Н}$$

где:  $P_1 = 11,5 \text{ Н}$ ;  $P_2 = 0,3 * P_1 = 3,46 \text{ Н}$ ; – силы резания;

$f = 0,25$  – коэффициент трения на рабочих поверхностях зажимов (для гладких поверхностей);

$K$  – коэффициент запаса;

$a = 80 \text{ мм}$ ;  $b = 30 \text{ мм}$ ;  $Z = 23 \text{ мм}$ ;  $Z_0 = 40 \text{ мм}$

$$W = 1,8 * \frac{3,46 * (30 + 80 * 0,25) + 11,5 * 40}{0,25^2 * 80 + 30 * 0,25 + 23} = 19,9 \text{ кгс}.$$

Возможное усилие зажима.

Усилие зажима круговым эксцентриком определяется по формуле:

$$W = \frac{Q * l}{p * [\tan(\alpha + \varphi) + \tan \varphi_1]};$$

где:  $Q = 15 \text{ кгс}$  – сила, приложенная к рукоятке эксцентрика;

$l$  – плечо приложения силы в мм;

$D = 32 \text{ мм}$  – диаметр кругового эксцентрика;

$p = 10 \text{ мм}$  – расстояние от оси вращения эксцентрика до точки соприкосновения его с изделием;

$\varphi = 5,7^\circ$  – угол трения между изделием и эксцентриком;

$\varphi_1 = 5,7^\circ$  – угол трения на оси эксцентрика;

$\alpha$  – угол подъема кривой эксцентрика.

$$l = l_1 + 0,5 * D;$$

где  $l_1 = 70 \text{ мм}$  – длина рукоятки.

$$l = 70 + 0,5 * 32 = 86 \text{ мм}.$$

Определяем угол подъема кривой эксцентрика  $\alpha$ .

Допускаемый угол поворота эксцентрика  $\gamma = 45^\circ$ .

$$\tan \alpha = \frac{e * \cos \beta}{0,5 * D - e * \sin \beta};$$

где:  $e = 1,7 \text{ мм}$  – эксцентриситет;

|      |      |          |         |      |                                     |      |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | ВКР 23.03.03.015.18 УЗП 00.00.00 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                     | 11   |

$$\beta = 90^\circ - \gamma = 90^\circ - 45^\circ = 45^\circ.$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{1.7 \cdot \cos 45^\circ}{0.5 \cdot 32 - 1.7 \cdot \sin 45^\circ} = 0.081;$$

$$\alpha = 4,64^\circ;$$

$$W = \frac{15 \cdot 86}{10 \cdot \left[ \operatorname{tg} 4,64^\circ + 5,7^\circ \right] + \operatorname{tg} 5,7^\circ} = 457,01 \text{ мм}.$$

Расчет болтового соединения

Материал болта Ст.3 класс прочности 3.6

Предел прочности  $\sigma_b = 3, 30 = 30 \text{ кг/мм}^2 = 30 \text{ МПа}$ .

Предел прочности  $\sigma_T = 3, 6 = 18 \text{ кг/мм}^2 = 180 \text{ МПа}$ .

Допускаемое напряжение на расстоянии определяем по формуле

$$[\sigma] = \frac{\sigma}{[n]},$$

где  $[n]$  - требуемый коэффициент запаса прочности;

$[n] = 5 \dots 4$  для болтов с диаметром резьбы  $b = 16 \text{ мм}$ .

$$[\sigma] = \frac{180}{4,5} = 40 \text{ МПа}$$

Болт поставлен с зазором в этом случае должно выполняться условно, определяем по формуле 10.16 [30]:

$$F_{\text{тр}} > Q,$$

$$F_{\text{тр}} = P \cdot f > Q,$$

где  $P$  - усилие затяжки;

$f$  - коэффициент скольжения,  $f = 0,1 \dots 0,5$  без смазки.

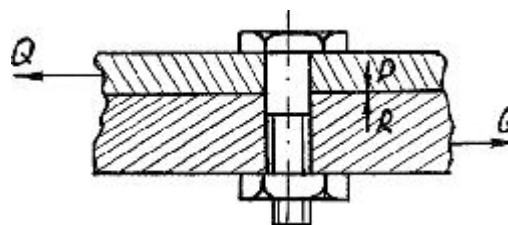


Рисунок 3.2 Болтовое соединение

$$f_p = K \cdot Q,$$

где  $K$  - коэффициент запаса прочности,  $K = 1,7$ ;

|      |      |          |         |      |                                     |            |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------------------|------------|
|      |      |          |         |      | ВКР 23.03.03.015.18 УЗП 00.00.00 ПЗ | Лист<br>12 |
| Изм. | Лист | № док-м. | Подпись | Дата |                                     |            |

$$P = \frac{K \cdot Q}{F \cdot i},$$

где  $i$  - число болтов.

$$P = \frac{1,2 \cdot 480}{0,2} = 2400 \text{ МПа.}$$

$$\zeta = [\zeta]_p < \frac{4P}{d}.$$

Отсюда: 
$$d_1 > \frac{4P \cdot 1,3}{\pi \cdot [\zeta_p]}.$$

Определим диаметр стержня  $d_1$  по формуле 10.17 [30]:

$$d > \frac{4 \cdot 2400 \cdot 1,3}{3,14 \cdot 40} = 99,3 = 9,9 \text{ мм.}$$

Диаметр стержня болта принимать  $d_1 = 10 \text{ мм}$ .

Проверку на прочность определяем по формуле 10.18 [30]:

$$\zeta_p < [\zeta_p] \cdot \frac{4 \cdot P}{\pi \cdot d_1^2};$$

$$\zeta_p < \frac{4 \cdot 2400}{3,14 \cdot 10^2} = 3,05 \text{ МПа;}$$

$$30,5 < 40.$$

Проверка на смятие определяется по формуле 10.19 [30]:

$$\zeta_{см} < [\zeta_{см}],$$

$$\zeta_{см} = \frac{Q}{F_{см}} = \frac{P \cdot i}{F_{см}},$$

где  $F_{см}$  - площадь опорной поверхности стыка, без учета отверстия, мм

$$F_{см} = 160 \cdot 50 = 800 \text{ мм}^2,$$

$$\zeta_{см} = \frac{2400 \cdot 2}{800} = 0,6.$$

$$0,6 < 14,4.$$

Проведенные конструктивные расчеты позволяют создать предложенную конструкцию

|      |      |          |         |      |                                     |      |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | ВКР 23.03.03.015.18 УЗП 00.00.00 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                     | 13   |

### 3.7 Организация техники безопасности и противопожарные мероприятия

#### 3.7.1 Анализ опасных и вредных факторов

Под опасными производственными факторами понимают факторы, воздействие которых на работающего в определенных условиях, приводит к травме или другому внезапному ухудшению здоровья.

При работе металлорежущих станках на рабочего могут воздействовать следующие опасные и вредные факторы:

- шум;
- вибрация;
- вредные вещества;

Также необходимо исключить производственный травматизм и обеспечить пожарную и взрывную безопасность при эксплуатации станков.

Источником опасности может быть и сам человек.

Теперь о каждом факторе подробнее.

#### 3.7.2 Шум.

Шум отрицательно влияет на организм человека, и в первую очередь на его центральную нервную и сердечно-сосудистые системы. Длительное воздействие шума снижает остроту слуха и зрения, повышает кровяное давление, утомляет центральную нервную систему, в результате чего ослабляет внимание, увеличивается количество ошибок в действиях работающего, снижается производительность труда. Воздействие шума приводит к появлению профессиональных заболеваний и может также явиться причиной производственного травматизма.

В нашем случае источниками шума являются гидроударное устройство, элементы ходовой части гусеничного движителя трактора, детали и узлы рыхлительного оборудования, корпус двигателя внутреннего сгорания (механические), системы выпуска и всасывания двигателя внутреннего

|      |      |         |         |      |                                     |      |
|------|------|---------|---------|------|-------------------------------------|------|
|      |      |         |         |      | ВКР 23.03.03.015.18 53П 00.00.00 ПЗ | Лист |
|      |      |         |         |      |                                     | 14   |
| Изм. | Лист | № докум | Подпись | Дата |                                     |      |

сторания (аэродинамические), элементы гидросистем (гидромеханические), генератор и элементы электросистемы (электромагнитные).

В России допустимые уровни шума на рабочих местах водителей и обслуживающего персонала строительных, дорожных и другого вида машин регламентируется ГОСТ 12.1.003. – 83 (СТСЭВ 1930 - 79) «Шум. Общие требования безопасности». Внешний шум определяется санитарными нормами 1102 – 73.

Для рабочих мест при работе оператора с дистанционным управлением спектры шума регламентируются: МС – 80, а допустимый УЗ – 91...93 дБ, т.е. превышение шума на 6...8 дБ.

Средства и методы защиты от шума оператора.

Классификация средств и методов защиты от шума установлены ГОСТ 12.1.029 – 88 «Средства и методы защиты от шума». Этот стандарт распространяется на рабочие места производственных, вспомогательных помещений, а также на территории промышленных предприятий.

Общая классификация средств, снижающих шум, приведена ниже:

1. Снижение шума в источнике его возникновения (механического, аэродинамического и структурного шумов). Установка глушителя на выпуск двигателя внутреннего сгорания рыхлителя активного действия.
2. Снижение шума на пути его распространения (передача воздушного и структурного шумов). Установка глушителя на источник шума, исключение люфтов отдельных узлов рыхлителя.
3. Акустические средства защиты от шума:
  - звукоизоляция (облицовка звукопоглощающим материалом кабины базовой машины);
  - звукопоглощение (облицовка капота с внутренней стороны, поглотителями звука);
  - виброизоляция кабины или места оператора (опоры ставятся под сиденье и под кабину оператора, прокладки, разрывы);

|      |      |          |         |      |                                      |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | БКР 23.03.03.015.18 53П 00.00.00 Г.З | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                      | 15   |

- демпфирование (с сухим трением, вязким трением, внутренним трением);

- глушители шума (реактивные, комбинированные) на выхлопные газы;

Существуют и методы защиты от шума:

Архитектурно-планировочные (рациональные акустические решения размещения рабочего места) и организационно-технические (рациональные режимы труда и отдыха работающих операторов рыхлителя).

### 3.7.3 Вибрация.

При воздействии вибрации на организм важную роль играют анализаторы центральной нервной системы – вестибулярный и другие аппараты.

Длительное воздействие ведет к развитию профессиональной вибрационной болезни. Вибрация может быть непреднамеренной (например, из-за плохой балансировки и центровки вращающихся частей) и специально используемой в технологических процессах (вибрация от гидроударного устройства).

Влияние вибрации на человека зависит от ее спектрального состава, направления, места приложения и продолжительности действия. Вибрация с частотой до 1 Гц может вызывать укачивание. Наиболее опасны вибрации в диапазоне 1–30 Гц, в которых находятся основные резонансы тела человека и его определенных органов. Так, собственные частоты большинства внутренних органов находятся в диапазоне 6–10 Гц, головы 20–30 Гц, позвоночника 4–6 Гц. Вредное влияние вибрации может проявиться как в воздействии на функциональное, так и на физиологическое состояние человека.

Нормы вибрации установлены ГОСТ 12.1.012-90, согласно которому гигиеническими характеристиками вибрации, определяющими ее воздействие на человека, являются средние квадратичные значения виброскорости или ее логарифмические уровни порога  $5 \cdot 10^{-1}$  м/с. Основными нормируемыми параметрами вибрации являются среднее квадратичные величины уровней виброскорости и виброускорения.

|      |      |          |         |      |                                    |      |
|------|------|----------|---------|------|------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | БКР 23.03.03.015:8 53П 00.00.00 ПЗ | Лист |
|      |      |          |         |      |                                    | 16   |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                    |      |

Под вибрационной защитой имеют в виду совокупность средств и методов уменьшения вибрации, воспринимаемыми объектами. Под уменьшением вибрации понимаем уменьшение значений каких-либо определенных величин, характеризующих вибрацию. Методы и средства вибрационной защиты изложены в ГОСТ 12.4.064-78.

### 3.7.4 Вредные вещества.

Наиболее вредна мелкая пыль размерами частиц до 10 мкм, так как она не задерживается в верхних дыхательных путях, проникает в легкие и вызывает заболевание различными видами пневмонии. Пыль более крупная задерживается на слизистых оболочках верхних дыхательных путей и оказывает раздражающее действие, вызывая хронические заболевания бронхов. Кроме того, при длительном пребывании в пыльной зоне у человека возникают заболевания кожи, ушей и глаз.

Нормирование пыли по ГОСТ 12.1.005-88 и ГОСТ 12.1.007-76. Вредные вещества. Концентрация пыли в кабине не должна превышать 10 мг/м<sup>3</sup>.

При содержании в пыли оксида кремния SiO<sub>2</sub> до 2% производит среднюю концентрацию пыли 10 мг/м<sup>3</sup>, свыше 2% - до 4 мг/м<sup>3</sup>, 10 – 70% - 2 мг/м<sup>3</sup>, более 70% - 1 мг/м<sup>3</sup>.

По характеру воздействия на организм человека яды делят на удушающие (оксид углерода, синильная кислота), раздражающие (бензол, бензин, фенол, метилакрилат).

Особенно вредны для организма человека вещества, выбрасываемые двигателем внутреннего сгорания в окружающую среду, оксид углерода СО (углекислый газ), вызывает в организме кислородное голодание. Концентрация СО в кабине не должна превышать 20 мг/м<sup>3</sup>; оксид азота приводит к отеку легких; альдегиды действуют как наркотики; углеводороды, канцерогены, в том числе наиболее активные – бензапирен, способствуют появлению злокачественных опухолей.

|      |      |          |         |      |                                     |      |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | БКР 23.03.03.015.18 53П 00.00.00 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                     | 17   |

Вредны для дыхания и взвешенные в воздухе капельки кислот, масел и других летучих жидкостей. Так, при зарядке кислотных аккумуляторов вблизи них образуется туман серной кислоты, при охлаждении эмульсий нагретых металлических изделий образуется туман от испарения масел.

Оптимальные и допустимые нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне производственных помещений установлены ГОСТ 12.1.005-88 «Воздух рабочей зоны». Классификация и предельно допустимое содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны изложены в ГОСТ 12.1.005-88 и ГОСТ 12.1.007-86 «Вредные вещества».

Защита человеческого организма от воздействия вредных веществ, выделяющихся в ходе технологических процессов, осуществляется следующим способом: удаление вредных веществ из рабочей зоны кабины или герметизацией ее, применением вентиляционных систем в частности местных защит, применением фильтров на выпуске. Для защиты от пыли применяются те же мероприятия, что для защиты от вредных веществ.

### 3.7.5 Правовые и организационные вопросы охраны труда

Правильная организация работы по охране труда снижает травматизм и профессиональную заболеваемость на производстве.

За безопасность труда на предприятии при отвечает главный инженер и инженер по технике безопасности.

Руководители и главные инженеры организаций в своей повседневной практической работе по охране труда обязаны:

— обеспечивать во вверенных им подразделениях исправность и безопасное состояние производственных и вспомогательных помещений, оборудования, инвентаря, транспортных средств, а также правильную организацию работ и рабочих мест;

|     |      |         |         |      |                                    |      |
|-----|------|---------|---------|------|------------------------------------|------|
|     |      |         |         |      | БКР 23.03.03.05:18 53П 00.00.00 ПЗ | Лист |
|     |      |         |         |      |                                    | 18   |
| Изм | Лист | № докум | Подпись | Дата |                                    |      |

— предусматривать и внедрять в производство технологические процессы и машины, облегчающие трудоемкие и тяжелые работы и обеспечивающие безопасность, улучшение условий и повышение производительности труда;

— организовывать и проводить обучение работающих правилам техники безопасности и производственной санитарии. Не допускать рабочих к самостоятельному выполнению работ без инструктажа, обучения и проверки знаний по безопасным приемам выполнения данной работы. Разрабатывать на все виды работ и обеспечивать ими работающих;

— своевременно рассматривать проекты и другую проектно-техническую документацию с проверкой отражения в них вопросов техники безопасности и производственной санитарии и внесением дополнительных решений, способствующих безопасному выполнению работ;

— своевременно расследовать несчастные случаи на производстве, выявлять причины, вызвавшие их, и принимать меры к предупреждению производственного травматизма;

— осуществлять контроль за правильным использованием санитарно-бытовых помещений, обеспечивать работающих спецодеждой, спецобувью и т.д.

— разрабатывать совместно с профсоюзными комитетами перспективные планы улучшения условий, охраны труда и санитарно-оздоровительных мероприятий.

Главный электромеханик и инженер несут ответственность за правильную организацию и своевременное проведение профилактических осмотров и планово-предупредительного ремонта машин, механизмов, оборудования, за организацию обучения персонала, занятого обслуживанием машин, механизмов; за своевременное расследование причин аварий и разработку мероприятий по их предупреждению

|      |      |          |         |      |                                     |      |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | БКР 23.03.03.015.18 53П 00.00.00 ПЗ | Лист |
|      |      |          |         |      |                                     | 19   |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                     |      |

### 3.7.6 Производственная санитария и гигиена труда

Основные санитарные требования, предъявляемые к генеральным планам предприятий гидромелиоративного производства, регламентируются СНиП 2.09.02-85, СНиП 2.04.05-86, СНиП 2.09.04-87 [18].

При выборе площадки под строительство учитываются направление и скорость ветра, рельеф местности, интенсивность прямого солнечного облучения, физико-технические свойства грунта и уровень состояния грунтовых вод, загрязненность воздуха, воды и почв в районе предполагаемого строительства, условия распределения по местности выделяемых вредных веществ.

Для строительства предприятий непригодны площадки со слабыми грунтами в виде плывунов и фильтрующих грунтов.

Для расположенных в населенных пунктах производственных зданий и сооружений предусматривают санитарно-защитные зоны, а на территории предприятия между зданиями – санитарные разрывы.

Для обоснования направления санитарно-защитных зон по отношению к источникам выбросов вредных веществ должен служить проект ПДВ (предельно допустимых выбросов). Территорию санитарно-защитной зоны озеленяют и благоустраивают

Санитарные разрывы устраивают исходя из условий естественного проветривания зданий и предупреждений затенения одних зданий другими.

На территории предприятия необходимо обеспечивать безопасность движения работающих. В местах пересечения автомобильных и железных дорог устраивают специальные переезды, которые оборудуют предупредительными знаками и светозвуковой сигнализацией. Пути движения людей не должны пересекаться с путями механизированного транспорта. При необходимости таких пересечений их оснащают туннелями, переходными мостами – при этом они должны быть хорошо обозначены и освещены.

|      |      |         |         |      |                                     |      |
|------|------|---------|---------|------|-------------------------------------|------|
|      |      |         |         |      | БКР 23.03.03.015:18 53П 00.00.00 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум | Подпись | Дата |                                     | 20   |

Место для отходов, мусора и отбросов должно быть согласовано с местными органами санитарно-эпидемиологической службы. Для их удаления и обезвреживания применяют канализационную и вывозную системы.

Свалки располагаются на расстоянии 500...1000 м от общественных и жилых построек, в стороне, противоположной направлению господствующих ветров.

Технологическое оборудование размещается исходя из условий возможности ремонта и технического обслуживания мелiorативной и поливной техники, ширины проездов в зависимости от вида транспортных средств, удобства монтажа и демонтажа оборудования и техники складирования материалов, узлов и деталей.

В состав санитарно-бытовых помещений в соответствии с СНиП 2.09.04-87 входят: гардеробные, душевые, уборные, курительные, устройства питьевого водоснабжения, помещений для обогрева или охлаждения, обработки, хранения и выдачи спецодежды.

Гардеробные для всех групп производственных процессов устроены общие при списочной численности работающих на предприятии до 50 чел. Общая уборная для мужчин и женщин предусмотрена при общей численности работающих в смену не более 15 чел.

Расстояние от рабочих мест до устройств питьевого водоснабжения, мест для курения и уборных составляет не более 75 м в помещениях и 150 м на площадках предприятий.

Для стирки спецодежды на предприятии предусмотрена прачечная с отделением химической чистки.

На предприятии есть медицинский пункт при 50 работающих человек. Его площадь составляет 12 м<sup>2</sup>.

По согласованию с местными советами профсоюзов устраиваются парильные (сауны), с обеспечением мер пожарной безопасности.

На предприятиях предусматриваются столовые, обеспечивающие работающих общим, диетическим и лечебно-профилактическим питанием.

|      |      |         |         |      |                                     |      |
|------|------|---------|---------|------|-------------------------------------|------|
|      |      |         |         |      | БКР 23.03.03.015.18 53П 00.00.00 ПЗ | Лист |
|      |      |         |         |      |                                     | 21   |
| Изм. | Лист | № докум | Подпись | Дата |                                     |      |

Комната приема пищи должна иметь умывальник, стационарный кипятильник, электрическую плиту и холодильник. Площадь комнаты определяют из расчета 1 м<sup>2</sup> на каждого посетителя.

### 3.8 Производственная гимнастика на рабочем месте

Производственная физическая культура - система методически обоснованных физических упражнений физкультурно-оздоровительных и спортивных мероприятий, направленных на повышение и сохранение устойчивой профессиональной дееспособности. Форма и содержание этих мероприятий определяются особенностями профессионального труда и быта человека. Заниматься ПФК можно как в рабочее, так и в свободное время.

В рабочее время производственная физическая культура (ПФК) реализуется через производственную гимнастику.

Производственная гимнастика - это комплексы специальных упражнений, применяемых в режиме рабочего дня, чтобы повысить общую и профессиональную работоспособность, а также с целью профилактики и восстановления.

Основная задача производственной гимнастики - повышение профессиональной работоспособности трудящихся за счет выполнения специально подобранных упражнений, направленных на восстановление работоспособности в процессе труда, снижение утомления. Одним из условий сохранения высокой профессиональной работоспособности является переключение деятельности. Таким переключением деятельности и является производственная гимнастика.

Ее гигиеническое значение заключается в оздоровительном эффекте, в улучшении функциональных показателей физического развития и физической подготовленности при систематическом применении в снижении нервно-психического напряжения. Осложняет проведение производственной

|      |      |          |         |      |                                     |      |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | БКР 23.03.03.015.18 53П 00.00.00 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                     | 23   |

гимнастики ограниченность во времени, выполнение физических упражнений непосредственно на рабочем месте, в рабочей одежде и т.д.

Производственная гимнастика имеет следующие основные формы.

Вводная гимнастика направлена на скорейшее включение организма в работу. С ее помощью достигается оптимальная возбудимость центральной нервной системы и привычный рабочий ритм, поэтому подбираются движения и ритм, соответствующие предстоящей деятельности. Комплексы вводной гимнастики состоят из 6- 8 упражнений, выполняемых в течение 5-7 мин в начале рабочего дня.

Физкультурная пауза, как форма активного отдыха, позволяет предупредить утомление и способствует поддержанию более высокой работоспособности. Она состоит из 5-7 упражнений и проводится в течение 5-7 мин при появлении первых отчетливых признаков наступающего утомления. Обычно это бывает во второй половине рабочего дня, за 2-2,5 ч до окончания работы. Упражнения для физкультпауз подбираются в зависимости от особенностей трудового процесса.

Физкультурные минутки относятся к малым формам активного отдыха и проводятся в течение 1-2 мин, состоят из 2-3 упражнений. Их целью является снижение местного утомления, возникающего, например, при длительном сидении в рабочей позе, сильном напряжении внимания, зрения и т.п. Чаще всего используются в режиме рабочего дня работников умственного труда - до 5 раз, по мере необходимости в активном отдыхе. Их использование не зависит от того, выполняется физкультпауза и вводная гимнастика или нет.

Микропаузы активного отдыха - самая короткая форма производственной гимнастики, длятся всего 20 - 30 с. Их цель - ослабить утомление.

Физическая нагрузка во время производственной гимнастики зависит от пола, возраста, состояния здоровья и степени подготовленности занимающихся. Поскольку производственный коллектив не однороден, следует ориентироваться на средние показатели по субъективным ощущениям занимающихся во время и после занятий. У них могут возникнуть жалобы на

|      |      |          |         |      |                                     |      |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | БКР 23.03.63.615.18 53П 00.00.00 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                     | 23   |

плохое самочувствие, усталость, сердцебиение, головокружение, головную боль и др., а также признаки утомления (покраснение лица, повышенная потливость, одышка и др.). При появлении тех или иных неблагоприятных симптомов необходимо изменить дозировку упражнений - уменьшить темп движений или количество повторений, а при выраженных случаях утомления и жалобах на сердцебиение и головокружение - направить на консультацию к врачу.

Организация занятий производственной гимнастикой во многом основывается на требованиях гигиены и физиологии труда. Кроме того, необходимы надлежащие гигиенические условия в местах занятий. Гимнастика проводится в цехах, непосредственно у рабочего места, в проходах или расположенных вблизи коридорах и подсобных помещениях, удовлетворяющих гигиеническим требованиям. В теплый период года занятия по возможности следует проводить на открытом воздухе.

Проведение гимнастики на рабочих местах экономит время, но не всегда возможно из-за неудовлетворительного санитарного состояния окружающей среды. Поэтому при организации производственной гимнастики предполагаемое место занятий обследуется в санитарном отношении с привлечением инженера по технике безопасности. Когда это необходимо, проводят специальные гигиенические исследования заводская лаборатория, здравпункт или санэпидемстанция. С целью оценки мест занятий и определения контингента занимающихся в паспортизации отделов и цехов принимают участие медицинский работник и санитарный врач.

При определении условий профессионального труда и наличия вредностей учитывают характер трудового процесса (рабочая поза, степень нервно-психического и мышечного напряжения), особенности технологического процесса и производственного оборудования (степень механизации и автоматизации производственных процессов, герметичность оборудования, удобство его обслуживания и т.п.) и санитарно-гигиеническую обстановку

|      |      |          |         |      |                                     |      |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | ВКР 23.03.03.015.18 УЗП 00.00.00 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                     | 24   |

(метеорологические условия, загрязнение воздуха пылью и газами, шум, вибрация, ионизирующая радиация, освещенность и др.).

Запрещается проводить занятия при температуре воздуха выше  $25^{\circ}\text{C}$  и влажности выше 70%, при наличии в воздухе даже незначительных количеств ядовитых веществ, при повышенном или пониженном барометрическом давлении, при шуме свыше 70дБ. Оценка степени загрязнения воздуха производственных помещений газами и пылью проводится на основании сравнения с предельно допустимыми концентрациями этих веществ в рабочей зоне (мг/м<sup>3</sup>): аммиак - 20, бензин - 300, окись углерода - 20, пары ртути - 0,01, сероводород - 10; пыль нетоксическая, не содержащая двуокиси кремния - до 10, содержащая двуокись кремния - 2, пыль стеклянная и минерального волокна - 4.

В помещениях, где проводится производственная гимнастика, необходимо постоянно поддерживать чистоту, перед занятиями проветривать. В помещениях должно быть достаточно свободной площади. Санитарными нормами на промышленных предприятиях предусматривается ширина проходов между станками не более 1,5 м. Такая же ширина считается минимальной для групповых занятий гимнастикой. В среднем на каждого занимающегося должно приходиться не менее 1,5 м<sup>2</sup> свободной площади пола.

Место, выбранное для занятий, должно быть безопасным. У станков и машин, находящихся рядом с местами для занятий гимнастикой, все открытые и движущиеся части (ребенки, зубчатые сегменты, маховые колеса и т.п.), а также открытые передачи (шкивы, ремни и др.) и вообще все опасные части должны иметь конструктивные ограждения.

На места занятий гимнастикой распространяются и другие правила безопасности: ограждение проводов высокого напряжения, ограждение от непосредственного влияния лучистой энергии и др.

Во избежание травм при занятиях гимнастикой полы должны быть гладкими, нескользкими, удобными для уборки. Перед занятиями (не позже чем

|      |      |          |         |      |                                     |      |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | БКР 23.03.03.015.18 537 00.00.00 ГЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                     | 25   |

за 30 мин) в производственном помещении следует произвести влажную уборку (перед подметанием посыпать пол влажными опилками).

При внедрении производственной гимнастики по предприятию издается приказ, в котором отражаются задачи медико-санитарной части, здравпункта, меры по контролю за санитарно-гигиеническим состоянием мест, отведенных для занятий производственной гимнастикой. В состав методического совета по производственной гимнастике обязательно включается заведующий медико-санитарной частью (здравпунктом) предприятия. В дальнейшем параллельно с изучением эффективности производственной гимнастики, обновлением и составлением заново комплексов продолжается изучение санитарно-гигиенических условий труда и принимаются меры по их улучшению.

Составной частью профилактической деятельности медицинских работников предприятий является разъяснительная работа среди трудящихся о влиянии на организм занятий гимнастикой; подготовка и инструктаж методистов и общественных инструкторов производственной гимнастики по санитарным и гигиеническим вопросам, ознакомление их, а также трудящихся с простейшими методами самоконтроля за состоянием здоровья.

Здоровье врача - педиатра рассматривается как абсолютная социальная ценность, так как характеризует не только состояние человека определенной профессиональной принадлежности, но и является обязательным условием воспитания здоровой личности.

Врачи испытывают в своей профессиональной деятельности значительное психическое и физическое напряжение. Воздействие дополнительных неблагоприятных факторов: невысокий социальный статус, недостаточный, для удовлетворения основных потребностей человека, уровень заработной платы, влияние экологической обстановки, а так же специфика труда (принудительный характер общения, большое количество контактов в течение дня, гиподинамия) - способствуют снижению функциональных резервов организма. Хроническое снижение функциональных резервов организма ведет к развитию утомления, а длительное отсутствие полноценного отдыха к переутомлению, что снижает

|      |      |          |         |      |                                      |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | БкР 23.03.03.015.18 53П 00.00.00 Г.З | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                      | 26   |

защитные силы организма и может способствовать возникновению различных заболеваний, снижению или потере трудоспособности.

Рациональный режим труда и отдыха позволяет сохранить здоровье и высокую трудоспособность в течение длительного времени. Поэтому врачи - педиатры обязаны делать короткие перерывы в течение рабочего дня для выполнения производственной гимнастики.

Производственная гимнастика - это комплексы несложных физических упражнений, ежедневно включаемых в режим рабочего дня с целью улучшения функционального состояния организма, поддержания высокого уровня трудоспособности и сохранения здоровья работающих.

Каждое предприятие практикует собственную форму производственной гимнастики и собственный регламент ее проведения. Для этой цели используют разные формы занятий производственной гимнастикой, физкультурную микропаузу (не более одной минуты), физкультурную паузу (выполняется в течение 5 мин.), физкультурную минутку (1,5-2 мин.). С их помощью оказывается разнообразное воздействие на организм занимающихся, предупреждается или снимается утомление, улучшается самочувствие.

### **3.9 Экономическое обоснование конструкции приспособления**

#### **3.9.1 Расчет балансовой стоимости приспособления**

Экономический эффект от применения приспособлений определяют путем сопоставления годовых затрат и годовой экономии для сравниваемых вариантов обработки деталей. Годовые затраты состоят из амортизационных отчислений и расходов на содержание и эксплуатацию приспособления. Годовая экономия получается за счет снижения трудоемкости изготовления обрабатываемых деталей, т. е. за счет сокращения затрат на заработную плату рабочих-станочников и уменьшения цеховых накладных расходов.

Применение приспособления экономически выгодно в том случае, если годовая экономия от его применения больше годовых затрат, связанных с его

|      |      |          |         |      |                                     |      |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | БКР 23.03.03.015.18 УЗП 00.00.00 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                     | 27   |



эксплуатацией. Экономическая эффективность применения любого приспособления определяется также величиной срока окупаемости, т. е. срока, в течение которого затраты на приспособление будут возмещены за счет экономии от снижения себестоимости обрабатываемых деталей.

Необходимо отметить, что в некоторых случаях с целью достижения высокой точности обрабатываемых деталей применяют приспособления независимо от их экономической эффективности.

При технико-экономических расчетах, производимых при выборе соответствующей конструкции приспособления, необходимо сопоставлять экономичность различных конструктивных вариантов приспособлений для конкретной операции обрабатываемой детали. Считая, что расходы на режущий инструмент, амортизацию станка и электроэнергию для этих вариантов одинаковы, определяют и сравнивают лишь те элементы себестоимости операции, которые зависят от конструкции приспособления.

Масса приспособления определяется по формуле:

(3.1)

где  $G_k$  – масса сконструированных деталей, узлов и агрегатов, кг.;

$G_T$  – масса готовых узлов и агрегатов, кг.;

$K$  – коэффициент учитывающий массу расходуемых на изготовление конструкций монтажных материалов

$K=1,05 \dots 1,15$

Массу сконструированных деталей, узлов и агрегатов заносим в таблице 3.1

Таблица 3.1- Расчет массы сконструированных узлов

| Наименование детали | Объем детали, см <sup>3</sup> | Удельный вес, кг/см <sup>3</sup> | Масса детали, кг |
|---------------------|-------------------------------|----------------------------------|------------------|
| 1                   | 2                             | 3                                | 4                |
| Плита               | 376                           | $7,8 \times 10^{-3}$             | 2,93             |
| Кронштейн           | 143                           | $7,8 \times 10^{-3}$             | 1,15             |
| Направляющая        | 52                            | $7,8 \times 10^{-3}$             | 0,405            |
| Зажим               | 96                            | $7,8 \times 10^{-3}$             | 0,748            |
| Всего               | -                             | —                                | 5,22             |

$$G_M = 6,22 + 3,88 \cdot 1,05 = 9,55 \text{ кг.}$$

Для определения стоимости конструкции машин воспользуемся способом аналогии по сопоставимости массы

$$C_{\sigma} = \frac{C_{стар} \cdot G_{стар} \cdot \sigma}{G_{нов}} \quad (3.2)$$

где  $C_{стар}$ ,  $C_{\sigma}$  – балансовая стоимость проектируемой и старой конструкции, руб. ;

$G_{стар}$ ,  $G_{нов}$  – масса старой и проектируемой конструкции ;

$\sigma$  – коэффициент удействия конструкции ( $\sigma = 0,9 \dots 0,95$ )

$$C_{\sigma} = \frac{45000 \cdot 17,6 \cdot 0,95}{9,55} = 75324,5 \text{ руб.}$$

Для расчетов принимаем  $C_{\sigma} = 75000 \text{ рублей.}$

### 3.9.2 Расчет технико-экономических показателей эффективности конструкции

Исходные данные для расчета заносим в таблицу 3.2

Таблица 3.2 -Исходные данные для расчета

| Наименование                                   | Исходные | Проект |
|------------------------------------------------|----------|--------|
| Масса конструкции $G$ , кг.                    | 17,6     | 9,55   |
| Балансовая стоимость $C_{\sigma}$ , руб.       | 45000    | 75000  |
| Количество обслуживающего персонала, чел.      | 1        | 1      |
| Разряд работы                                  | IV       | IV     |
| Тарифная ставка $З$ , руб. чел/ч               | 60       | 60     |
| Норма затрат на ремонт и ТО $A_{рто}$ , %      | 16       | 16     |
| Норма амортизации $a$ , %                      | 14,2     | 14,2   |
| Годовая загрузка $T_{год}$ , час.              | 1200     | 1200   |
| Часовая производительность $W_{\psi}$ , шт/час | 6,45     | 14,3   |
| Срок службы $T_{сл}$ , лет                     | 10       | 10     |

При расчетах показатели исходной конструкции обозначаем с индексом 0, а показатели проектируемой конструкции обозначаем индексом 1

Металлоемкость процесса определяется по формуле:

$$M_e = \frac{G}{W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}} \cdot T_{\text{сл.}}}, \text{ кг/шт.} \quad (3.4)$$

где  $G$  – масса, кг;

$N_{\text{год}}$  – годовая загрузка, шт./год;

$T_{\text{сл.}}$  – срок службы, лет.

$$M_e^0 = \frac{17,6}{6,45 \cdot 1200 \cdot 10} = 2,27 \cdot 10^{-4} \text{ кг/шт.}$$

$$M_e^1 = \frac{9,55}{14,3 \cdot 1200 \cdot 10} = 5,51 \cdot 10^{-5} \text{ кг/шт.}$$

Фондоемкость процесса (общая):

\_\_\_\_\_

где \_\_\_\_\_ – балансовая стоимость, руб

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

.Себестоимость работы выполняемой с помощью спроектированной конструкции и в исходном варианте:

$$C_{\text{зп}} = Z \cdot T_e, \quad (3.6)$$

где \_\_\_\_\_ – затраты на оплату труда, руб./шт.;

\_\_\_\_\_ – затраты на ремонт и техническое обслуживание, руб./шт

A– амортизационные отчисления по конструкции, руб./шт

Затраты на заработную плату определяется по формуле:

$$C_{\text{зп}} = Z \cdot T_e, \quad (3.7)$$

|      |      |          |         |      |                                     |      |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | БКР 23.03.03.015.18 53П 00.00.00 ПЗ | Лист |
|      |      |          |         |      |                                     | 30   |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                     |      |

$$T_e = \frac{n}{W_{\text{ч}}}, \quad (3.8)$$

где  $n$  – количество обслуживающего персонала

$$T_o = \frac{1}{6,4} = 0,156 \quad \text{чел.} \cdot \text{ч/шт.}$$

$$T_1 = \frac{1}{14,3} = 0,07 \quad \text{чел.} \cdot \text{ч/шт.}$$

9,36 руб./шт.;

руб./шт.

Затраты на ремонт и техническое обслуживание определяется из выражения:

\_\_\_\_\_

где \_\_\_\_\_ норма затрат на ремонт и техобслуживание, %

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Затраты на амортизацию определяется из выражения:

\_\_\_\_\_

где \_\_\_\_\_  $a$  – норма амортизации, %

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

|      |      |          |         |      |                                      |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | БКР 23.03.03.015.18 53П 00.00.00 1,3 | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                      | 32   |

Приведенные затраты определяются по формуле:

(3.11)

где — нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений,

удельные капитальные вложения, руб./шт .

;

Годовая экономия определяется по формуле:

(3.12)

Годовой экономический эффект:

(3.13)

руб.

Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений:

—

где балансовая стоимость спроектированной конструкции, руб.

—

Коэффициент эффективности дополнительных капитальных вложений:

—

—

Таблица 3.3 Сравнительные технико-экономические показатели эффективности конструкции

| Наименование показателей          | Базовый (исходный) | Проектируемый |
|-----------------------------------|--------------------|---------------|
| Часовая производительность, шт./ч | 6,45               | 14,3          |
| Фондоемкость процесса, руб./шт.   | 5,81               | 4,37          |

|      |      |          |         |      |                                     |      |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | БКР 23.03.03.05:18 53П 00.00.00 Г.З | Лист |
|      |      |          |         |      |                                     | 33   |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                     |      |

|                                                           |       |         |
|-----------------------------------------------------------|-------|---------|
| Металлоемкость, г/шт.                                     | 2,27  | 0,551   |
| Уровень эксплуатационных затрат, руб./шт.                 | 10,77 | 5,26    |
| Уровень приведенных затрат, руб./шт.                      | 11,64 | 5,92    |
| Годовая экономия, руб.                                    | —     | 98155,2 |
| Годовой экономический эффект, руб.                        | —     | 99303,6 |
| Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений, лет | —     | 0,76    |
| Коэффициент эффективности доп. капитальных вложений       | —     | 1,30    |

По результатам вычислений видно, что конструкция является экономически эффективной.