Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет»
Институт механизации и технического сервиса

Направление: *Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов*

Профиль: *Сервис транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования*

Кафедра: *Общеинженерные дисциплины*

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

На тему: Проект реконструкции участка разборки-сборки двигателей с разработкой приспособления для срезания гаек

Шифр: ВКР 23.03.03.433.21 ПСГ 00.00.00

Студент _____ (подпись) Щипалов Д.О. (Ф.И.О.)

Руководитель *доцент* (ученое звание) _____ (подпись) Марданов Р.Х. (Ф.И.О.)

Допущен к защите (протокол заседания кафедры № 9 от 09.03.2021)

Зав. кафедрой *доцент* (ученое звание) _____ (подпись) Пикмуллин Г.В. (Ф.И.О.)

Казань – 2021

АННОТАЦИЯ

к выпускной квалификационной работе Щипалова Дмитрия Олеговича на тему: «Проект реконструкции участка разборки-сборки двигателей с разработкой приспособления для срезания гаек»

Выпускная квалификационная работа состоит из пояснительной записки на 69 листах машинописного текста и графической части на 6 листах формата А1.

Записка состоит из введения, трех разделов, выводов и включает 10 рисунков, 5 таблиц, 1 приложение. Список использованной литературы содержит 55 наименований.

В первом разделе приводятся основы разработки технологических процессов.

Во втором разделе спроектирована технология изготовления шнеков.

В третьем разделе разработана конструкция захватно-транспортного 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.

ABSTRACT

to final qualification work of Schipalov Dmitrij Olegovich on a subject: "Design of manufacturing techniques of screws with development of gripping and transport adaptation"

Final qualification work consists of the explanatory note on 69 sheets of the typewritten text and a graphic part on 6 sheets of the A1 format.

The note consists of introduction, three sections, conclusions and includes 10 drawings, 5 tables, 1 application. The list of the used literature contains 55 names.

Bases of development of engineering procedures are given in the first section.

In the second section the manufacturing techniques of screws are designed.

In the third section the design of gripping and transport adaptation is developed. Necessary constructive and technological calculations are made. Actions for health and safety are developed, economic justification of use of the developed adaptation is given, economic effect of introduction and a payback period of capital investments is counted.

The note comes to the end with conclusions and offers.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 7

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О СБОРКЕ МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ.... 8

1.1. Понятие о процессах сборки машин и классификация видов сборки 8

1.2. Организационные формы сборки 13

2. ПРОЕКТ РЕКОНСТРУКЦИИ УЧАСТКА РАЗБОРКИ-СБОРКИ..... 20

2.1 Назначение участка 20

2.2. Режим работы 20

2.3. Расчёт годовой производственной программы участка 20

2.4 Расчёт состава работающих 21

2.5 Расчёт (подбор) технологического оборудования 22

2.6 Расчёт площадей 23

2.7 Организация рабочего места сборщика 24

3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ СРЕЗАНИЯ ГАЕК 28

3.1 Общие сведение о станочных приспособлениях 28

3.2 Проектирование приспособления для срезания гаек 30

3.2.1 Обзор существующих конструкций 30

3.2.2 Проектирование приспособления для разрезания гаек 34

3.2.3 Конструктивные расчеты 35

3.3 Планирование мероприятий по безопасности труда 41

3.3.1 Планирование организационных мероприятий 41

3.3.2. Планирование улучшений условий труда при работах связанных с металлообработкой 41

3.5.3 Расчет освещения 42

3.3.4 Расчет вентиляции 42

3.3.5 Инструкция по охране труда при сборочных работах 43

3.4 Производственная гимнастика на рабочем месте 50

3.5 Экономическое обоснование конструкции приспособления 53

3.5.1 Расчет балансовой стоимости приспособления..... 53

3.5.2 Расчет технико-экономических показателей эффективности конструкции..... 55

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ…..... 59

ПРИЛОЖЕНИЕ… ……..... 64

ВВЕДЕНИЕ

Процесс сборки является заключительным этапом изготовления машины, в значительной степени определяющим ее основные эксплуатационные свойства. Условия достижения высоких эксплуатационных свойств машины не ограничиваются созданием ее удачной конструкции или применением высококачественных материалов для изготовления ее деталей, не гарантирует этих качеств и высокоточное изготовление деталей с обеспечением оптимального состояния поверхностных слоев их сопряженных или рабочих поверхностей.

Процесс изготовления машины может гарантировать достижение всех требуемых эксплуатационных показателей, а также ее надежности и долговечности в эксплуатации лишь при условии высококачественного проведения всех этапов сборки машины (т.е. сборки и регулирования отдельных сборочных единиц — узлов и общей сборки и испытаний изготовленного изделия в целом).

Эффективность производства и качество выпускаемых изделий во многом зависят от уровня организации и состояния технологии производства в сборочных работах. Сборка машин и приборов — не только наиболее ответственная стадия их изготовления, поскольку именно от качества сборки зависит надежность и долговечность изделия, но и наиболее трудоемкая часть работы.

Повышение производительности труда в сборочном цехе и улучшение качества сборки машин и механизмов во многом зависят от квалификации слесарей-сборщиков, особенно сейчас, когда в сборочное производство все больше внедряется прогрессивная технология, оборудование, механизированный инструмент.

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О СБОРКЕ МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ

1.1. Понятие о процессах сборки машин и классификация видов сборки

Процесс сборки является заключительным этапом изготовления машин, в значительной степени определяющим ее основные эксплуатационные качества. Условия достижения высоких эксплуатационных качеств машины не ограничиваются созданием удачной конструкции или применением высококачественных материалов для изготовления ее деталей. Процесс изготовления машины может гарантировать достижение всех требуемых эксплуатационных показателей, а также ее надежности и долговечности в эксплуатации лишь при условии высококачественного проведения всех этапов сборки машины (т.е. сборки и регулировки отдельных единиц – узлов и общей сборки и испытаний изготовляемого изделия в целом).

Выполнение сборочных работ связано с большой затратой времени, составляющей значительную долю общей трудоемкости изготовления машины. В зависимости от типа производства затраты времени на сборочные работы составляют (в процентах от общей трудоемкости изготовления машин):

- в массовом и крупносерийном производствах ……20…30;
- в среднесерийном производстве ……...25…35;
- в единичном и мелкосерийном производствах ……35…40.

В машиностроении выполняется большой объем сборочных работ. Трудоемкость сборочных работ составляет около 25 % общей трудоемкости изделия, а по некоторым машинам может доходить до 60 %.

Следует также отметить, что основная часть (50…85 %) слесарно-сборочных работ представляет собой ручные работы, требующие больших затрат физического труда и высокой квалификации рабочих.

Технологический процесс сборки машин и механизмов представляет собой часть производственного процесса, включающего совокупность

операций по соединению деталей в определенной технически и экономически целесообразной последовательности для получения сборочных единиц и изделий, полностью отвечающих установленным для них требованиям.

Сборка может осуществляться простым соединением деталей, их запрессовкой, свинчиванием, сваркой, пайкой, клепкой и т.д. По своему объему сборка подразделяется на общую сборку, объектом которой является изделие в целом, и на узловую сборку, объектом которой является составная часть изделия, т.е. сборочная единица или узел.

В условиях единичного и мелкосерийного типов производств основная часть сборочных работ выполняется на общей сборке, и лишь малая их доля осуществляется с отдельными сборочными единицами. С увеличением серийности производства сборочные работы все больше раздробляются по отдельным сборочным единицам, и в условиях массового и крупносерийного типов производств объем узловой сборки становится равным или даже превосходит объем общей сборки.

По стадиям процесса сборка подразделяется на виды:

- *предварительная* сборка, т.е. сборка заготовок, составных частей или изделия в целом, которые в последующем подлежат разборке. Например, предварительная сборка узла с целью определения размера неподвижного компенсатора;

- *промежуточная* сборка, т.е. сборка заготовок, выполняемая для дальнейшей их совместной обработки. Например, предварительная сборка корпуса редуктора с крышкой для последующей совместной обработки отверстий под подшипники;

- *сборка под сварку*, т.е**.** сборка заготовок для их последующей сварки;

- *окончательная* сборка, т.е. сборка изделия или его составной части, после которой не предусмотрена его последующая разборка при изготовлении.

По методу образования соединений сборка подразделяется на:

- слесарную сборку, т.е. сборку изделия или его составной части при помощи слесарно-сборочных операций;

- монтаж, т.е. установку изделия или его составных частей на месте использования (например, монтаж станка с ЧПУ);

- электромонтаж, т.е. монтаж электроизделий или их составных частей, имеющих токоведущие элементы;

- сварку, пайку, клепку и склеивание.

В результате сборки должно быть такое положение деталей и сборочных единиц, чтобы исполнительные (функциональные) поверхности или сочетания этих поверхностей в своем относительном движении, а также стабильном состоянии не выходили за пределы установленных допусков не только в процессе сборки, но и в процессе эксплуатации машины. Одним из средств определения рациональных допусков, обеспечивающих наиболее экономичную обработку деталей и сборку машин, является расчет и анализ размерных цепей.

Поэтому при расчете размерных цепей с учетом типа производства применяют пять основных методов сборки (рис. 1.1).

Каждый из этих методов сборки обладает своими преимуществами и недостатками, и потому, в зависимости от характера производства, его организации, технической оснащенности и т.п., применяют тот или иной метод.

Метод полной взаимозаменяемости предусматривает сборку машин без какой-либо дополнительной обработки деталей с установкой и заменой любой детали без пригонки. Этот метод экономически целесообразен в массовом и крупносерийном производствах, где капитальные затраты на оснащение производства окупаются большим количеством изготовляемых машин. При этом методе благодаря отсутствию операций подбора или пригонки деталей ускоряется сборка машин, снижается трудоемкость и увеличивается выпуск продукции. Помимо этого, использование комплектов запасных деталей и узлов, изготовленных на основе полной

взаимозаменяемости, обеспечивает быструю замену в эксплуатационных условиях изношенных или поврежденных деталей, что повышает эффективность эксплуатации машин.

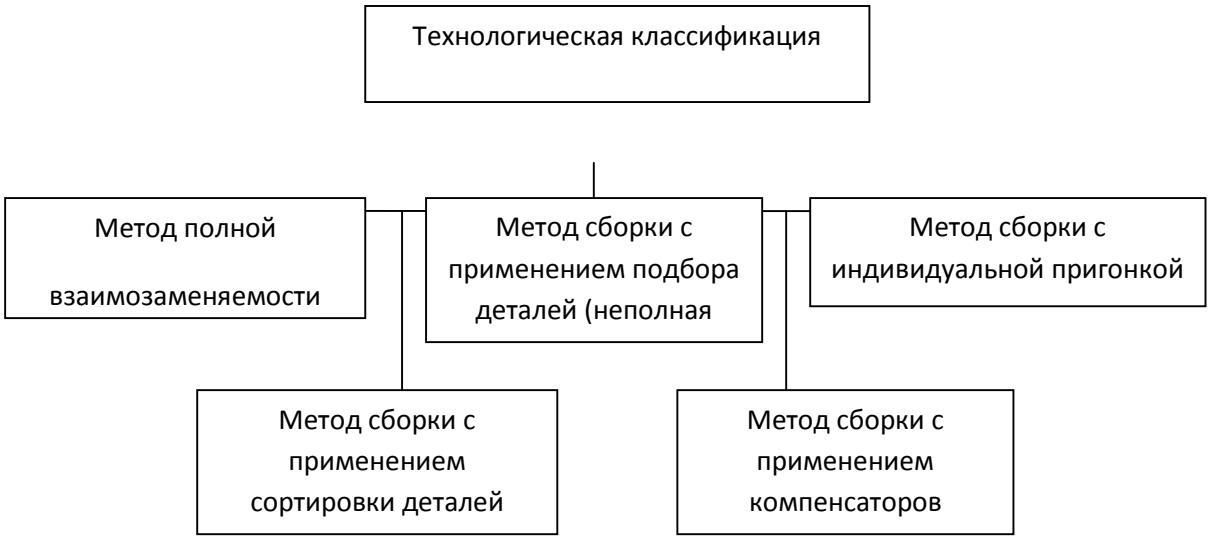


Рис. 1.1 Схема технологической классификации методов сборки

Метод сборки с применением сортировки деталей. Для осуществления высокой степени однородности посадок (без дополнительной пригонки деталей) и предотвращения увеличения затрат на производство при назначении излишне жестких допусков сборку ведут путем подбора (предварительной сортировки деталей).

Шлифование обычное является наиболее распространенным способом окончательной обработки точных поверхностей вращения. Этот способ обработки, как указывалось выше, имеет столько достоинств, что обработка поверхностей вращения, точность которых должна соответствовать 2-му классу, в машиностроении производится в большинстве случаев шлифованием. Шлифованием можно обрабатывать поверхности с точностью до 1-го класса, однако в условиях серийного и массового производства экономическая точность обычного круглого шлифования соответствует 2-му классу точности При Достигается чистота поверхности 8-9-го классов..

При тонком шлифовании даже в условиях массового производства экономическая точность обработки соответствует 1-му классу точности, а легко достижимая чистота обработки 10-му классу.

Особенности процесса шлифования на круглошлифовальных и бесцентровошлифовальных станках рассмотрены выше..

Правильное ведение этого процесса, применительно к шлифованию деталей класса валов, возможно лишь при хорошем состоянии центровых углублений, которыми деталь устанавливается в станке. Если шлифование производят после термической обработки деталей, то предварительно исправляют центровые углубления резцом или коническим шлифовальным кругом.

При шлифовании нежестких валов применяются люнеты, которые для этого располагаются против шлифовальных кругов и делаются открытыми (не охватывающими вал).

При скоростном шлифовании (с окружными скоростями шлифовального круга 50 *м/сек* и выше) весьма важным условием является

хорошая сбалансированность шлифовального круга, которую необходимо заполнить до проведения операции шлифования.

При скоростном шлифовании имеет большое значение также тщательная регулировка подшипников шпинделя во избежание вибраций, неизбежных при чрезмерно больших зазорах в этих подшипниках.

В последнее время находит применение метод подачи охлаждающей жидкости через поры шлифовального круга к месту его контакта с обрабатываемой деталью. В этом случае охлаждающая жидкость поступает через пустотелый шпиндель и под действием центробежных сил выбрасывается на периферию вращающегося круга через его поры. При таком способе подачи охлаждения исключается местный перегрев шлифуемой поверхности и образование «ожогов». Понятно, что охлаждающая жидкость должна хорошо фильтроваться (обычно это осуществляется в сепараторе центробежным способом).

Тонкое шлифование, при котором можно обеспечить точность обработки до 1-го класса и чистоту поверхности до 10-го класса, характеризуется следующими особенностями:

1) применением мягких мелкозернистых шлифовальных кругов,
2) малой глубиной резания
3) малой скоростью вращения обрабатываемой детали; .
4) большой скоростью вращения шлифовального круга
5) длительным процессом выхаживания;
6) применением интенсивного охлаждения;
7) другими особенностями, присущими скоростному шлифованию.

Тонкое шлифование производят и на бесцентрово-шлифовальных станках, специально предназначенных для этой цели.

В процессе шлифования вследствие износа и последующей правки шлифовального круга происходит изменение его размеров. Поэтому для достижения требуемого размера обрабатываемой поверхности необходимо либо периодически производить ее измерения, прекра щая вращение детали (что связано со значительной затратой времени), либо применять устройства для измерения в процессе шлифования.

Такие устройства широко применяются в крупносерийном и массовом производстве и подразделяются на индикаторные (механические), электроконтактные, электроиндуктивные, пневматические и фотоэлектрические. Наиболее распространены механические и электроконтактные.

Этот метод сборки применяют там, где по условиям работы деталей требуется зазор или натяг в более узких пределах, чем получаемый из основных размеров деталей с учетом допусков на их изготовление. В таком случае требуемые конструкцией зазор или натяг получают не за счет изготовления деталей с минимальными допусками, а путем соответствующего подбора охватывающих и охватываемых деталей, т.е. к отверстию с диаметром, близким к верхнему пределу, подбирают более

полный вал и, наоборот, к отверстию с диаметром близким к нижнему пределу, подбирают менее полный вал.

Подбор деталей значительно упрощается, если детали обоих наименований по размерам (в пределах допусков на их изготовление) разбирают на несколько групп.

Метод предварительной сортировки деталей на группы предусматривает разбивку полей допусков сопрягаемых деталей на несколько равных частей и подбора их таким образом, чтобы полномерные охватываемые детали сопрягались с полномерными охватывающими деталями.

Метод сборки с применением подбора деталей. Этот метод основан на учете вероятностей отклонений размеров, составляющих размерную цепь, причем возможно получение некоторого количества узлов, выходящих за установленные пределы точности. Сборка с применением подбора деталей, благодаря расширению допусков на все звенья размерной цепи, позволяет экономнее изготовлять детали.

Метод сборки с применением компенсаторов. При большом числе звеньев размерной цепи и малом допуске замыкающего звена (зазора или натяга) необходимая для полной взаимозаменяемости точность изготовления деталей может в значительной степени усложнить производство и далеко выйти за пределы экономически целесообразной точности. В таких случаях приходится либо отказаться от полной взаимозаменяемости, допуская пригонку деталей по месту, либо вводить в конструкцию механизма тот или другой вид компенсатора, позволяющего регулировать в определенных пределах один из размеров. Такую регулировку называют *компенсацией,* а деталь, подбираемую в размерной цепи или специально вводимую в цепь для уменьшения допуска замыкающего звена, - компенсатором.

Характерная особенность всех компенсаторов состоит в том, что сборка с их применением позволяет выдерживать установленные пределы точности в размерной цепи путем изменения величины одного из ранее намеченных звеньев. Обработка же всех остальных звеньев цепи

осуществляется по допускам, наиболее приемлемым для данных производственных условий.

Величину компенсирующего звена можно регулировать двумя способами: введением в размерную цепь специальной детали – прокладки, шайбы, промежуточного кольца и т.п. (неподвижные компенсаторы) и изменением положения одной из деталей, например клина, втулки, эластичной или пружинной муфты, эксцентрика и т.п. (подвижные компенсаторы).

Метод сборки с индивидуальной пригонкой деталей по месту. Сборка с пригонкой деталей по месту заключается в том, что установленный предел точности замыкающего звена в размерной цепи достигается изменением величины одного из заранее намеченных звеньев путем снятия дополнительного слоя материала. По существу, сборка с доделкой деталей по месту является методом неполной взаимозаменяемости с пригонкой деталей в тех случаях, когда размер замыкающего звена лежит за пределами допускаемых отклонений.

Чтобы производить пригонку за счет выбранного компенсирующего звена, необходимо: располагать поля допуска, подлежащей пригонке детали относительно номинала с таким расчетом, чтобы обеспечить на компенсирующем звене слой материала (припуск на пригонку), достаточный для компенсации величины превышения допускаемой погрешности замыкающего звена; выдерживать при обработке деталей, входящих в размерную цепь, установленные экономически приемлемые величины допусков, не выбирать в качестве компенсирующего звено, которое является общим для нескольких размерных цепей, так как изменение его величины вносит погрешности во все, связанные между собой, размерные цепи.

1.2. Организационные формы сборки

Выбор рациональной организации сборки определяет эффективность всего производства машин. При выборе организационной формы исходят из основных требований, предъявляемых к процессу сборки: экономия рабочего

времени и средств; сокращение продолжительности цикла сборки; рациональное использование производственных площадей.

Основными организационными формами сборки являются стационарная и подвижная (рис.1.2).

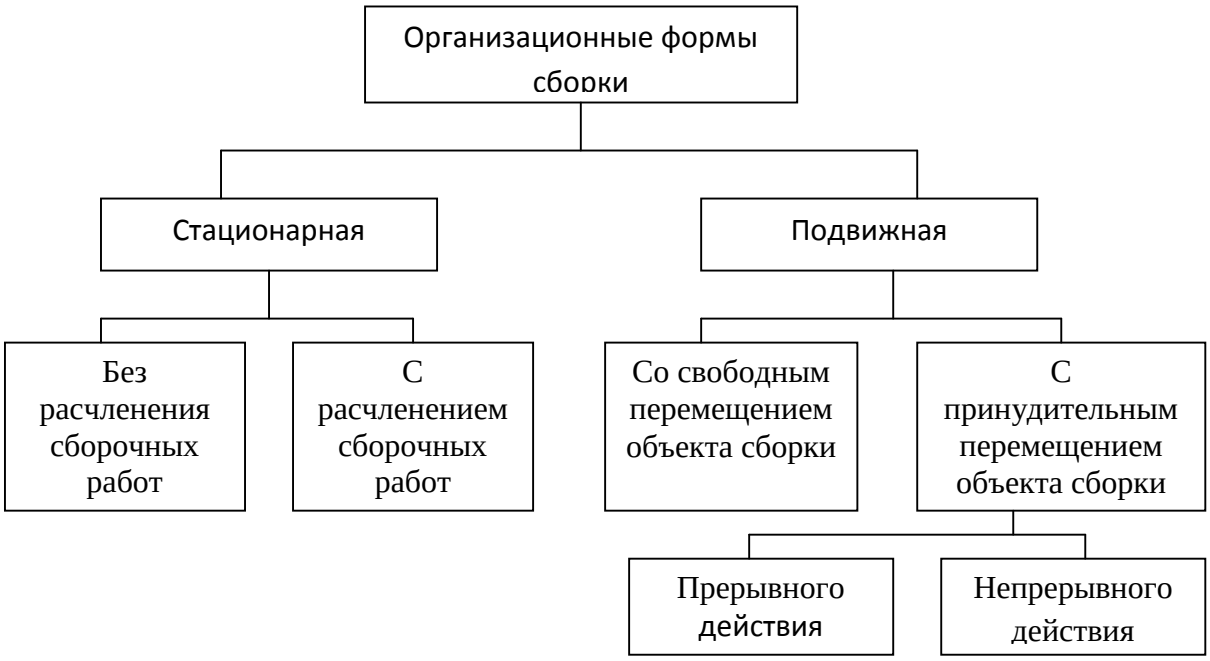


Рис. 1.2. Схема организационных форм сборки

При стационарной сборке изделия полностью собирают на одном сборочном посту. Все детали и узлы, требуемые для сборки изделия, поступают на этот пост.

При подвижной сборке собираемое изделие последовательно перемещается по всем сборочным постам, на каждом из которых выполняют определенную операцию. Каждый пост оборудуют приспособлениями и инструментами, предназначенными для выполнения данной операции. Детали и узлы для сборки поступают на соответствующие посты.

Стационарная сборка может быть осуществлена двумя методами:

1) без расчленения сборочных работ (принцип концентрации);

2) с расчленением (принцип дифференциации).

При стационарной сборке без расчленения сборочных работ сборку изделия практически должен выполнять один человек или бригада от начала до конца. Цикл сборки по этому методу при значительной трудоемкости сборочного процесса чрезвычайно продолжителен, и при большой программе выпуска изделий требуется большое количество сборочных площадей, инструмента, оборудования и пр.

Этот метод применяют в единичном или опытном производстве при сборке специальных, уникальных машин и приборов, а также в мелкосерийном производстве, когда весь процесс сборки изделия состоит из небольшого количества несложных операций. Широкого практического значения этот метод сборки в настоящее время не имеет.

Разновидностью метода сборки без расчленения процесса на операции является бригадный метод, когда сборку всего изделия выполняет бригада рабочих; но бригадный метод уже является первым шагом на пути расчленения сборочного процесса на части, ибо внутри бригады имеет место некоторая дифференциация работ, т.е. одни рабочие специализируются на одной группе сборочных операций, другие – на другой.

В ряде случаев за каждым рабочим бригады закрепляют один из узлов изделия, вследствие чего члены бригады специализируются на выполнении определенных сборочных работ. Однако по конструктивным условиям в большинстве случаев вести сборку всех узлов одновременно невозможно. В связи с этим при таком методе сборки большое значение имеет правильное планирование начала и конца сборочных работ по узлам с учетом их трудоемкости и последовательности установки на машину.

Бригадный метод сборки широко распространен в единичном и мелкосерийном производствах, а также при выполнении повторной сборки машины при ремонте.

Стационарная сборка с расчленением работ предусматривает деление процесса на узловую сборку основных групп и общую сборку изделия. В результате одновременного выполнения сборочных операций большим

количеством рабочих длительность процесса сборки значительно сокращается. Расчленение процесса сборки дает значительный экономический эффект. При этом сокращается потребность в рабочей силу и производственным площадях, увеличивается выпуск машин, уменьшается трудоемкость, снижается себестоимость сборочных работ.

При подвижной сборке рабочие, выполняющие отдельные операции, распределены по рабочим местам – постам, к которым подают соответствующие детали и узлы; объект же производства последовательно перемещается от одного поста к другому. Это перемещение может быть свободным, когда объект сборки располагается, например, на тележках, перемещаемых самими исполнителями, и принудительным, когда объекты сборки перемещают механическими транспортными устройствами непрерывного или прерывного действия (конвейер).

Преимущества этого способа состоят в том, что расчлененный сборочный процесс не требует высококвалифицированных исполнителей, так как закрепление за исполнителем одной или небольшого количества операций дает ему возможность приобрести в короткий срок необходимые навыки.

При расчлененном процессе сборки каждую операцию оснащают соответствующими приспособлениями и инструментом; в связи с этим время на сборку изделия и потребное количество рабочих при расчлененном процессе сборки меньше, чем при нерасчлененном, расчлененный процесс для заданной программы выпуска изделий требует значительно меньших производственных площадей благодаря сокращению производственного цикла сборки. Количество одновременно собираемых изделий при этом значительно меньше, чем при нерасчлененном процессе.

Процесс сборки может быть расчленен в условиях крупносерийного и массового производства таким образом, что каждую операцию будет выполнять только один исполнитель. В этом случае объект работы (узел или изделие) должен в процессе производства последовательно переходить от

одного рабочего места к другому, по потоку. Под этим понятием подразумевается движение собираемого изделия, обычно осуществляемое механическими транспортными средствами.

Шлифование обычное является наиболее распространенным способом окончательной обработки точных поверхностей вращения. Этот способ обработки, как указывалось выше, имеет столько достоинств, что обработка поверхностей вращения, точность которых должна соответствовать 2-му классу, в машиностроении производится в большинстве случаев шлифованием. Шлифованием можно обрабатывать поверхности с точностью до 1-го класса, однако в условиях серийного и массового производства экономическая точность обычного круглого шлифования соответствует 2-му классу точности При Достигается чистота поверхности 8-9-го классов..

При тонком шлифовании даже в условиях массового производства экономическая точность обработки соответствует 1-му классу точности, а легко достижимая чистота обработки 10-му классу.

Особенности процесса шлифования на круглошлифовальных и бесцентровошлифовальных станках рассмотрены выше..

Правильное ведение этого процесса, применительно к шлифованию деталей класса валов, возможно лишь при хорошем состоянии центровых углублений, которыми деталь устанавливается в станке. Если шлифование производят после термической обработки деталей, то предварительно исправляют центровые углубления резцом или коническим шлифовальным кругом.

При шлифовании нежестких валов применяются люнеты, которые для этого располагаются против шлифовальных кругов и делаются открытыми (не охватывающими вал).

При скоростном шлифовании (с окружными скоростями шлифовального круга 50 *м/сек* и выше) весьма важным условием является

хорошая сбалансированность шлифовального круга, которую необходимо заполнить до проведения операции шлифования.

При скоростном шлифовании имеет большое значение также тщательная регулировка подшипников шпинделя во избежание вибраций, неизбежных при чрезмерно больших зазорах в этих подшипниках.

В последнее время находит применение метод подачи охлаждающей жидкости через поры шлифовального круга к месту его контакта с обрабатываемой деталью. В этом случае охлаждающая жидкость поступает через пустотелый шпиндель и под действием центробежных сил выбрасывается на периферию вращающегося круга через его поры. При таком способе подачи охлаждения исключается местный перегрев шлифуемой поверхности и образование «ожогов». Понятно, что охлаждающая жидкость должна хорошо фильтроваться (обычно это осуществляется в сепараторе центробежным способом).

Тонкое шлифование, при котором можно обеспечить точность обработки до 1-го класса и чистоту поверхности до 10-го класса, характеризуется следующими особенностями:

1) применением мягких мелкозернистых шлифовальных кругов,
2) малой глубиной резания
3) малой скоростью вращения обрабатываемой детали; .
4) большой скоростью вращения шлифовального круга
5) длительным процессом выхаживания;
6) применением интенсивного охлаждения;
7) другими особенностями, присущими скоростному шлифованию.

Тонкое шлифование производят и на бесцентрово-шлифовальных станках, специально предназначенных для этой цели.

В процессе шлифования вследствие износа и последующей правки шлифовального круга происходит изменение его размеров. Поэтому для достижения требуемого размера обрабатываемой поверхности необходимо либо периодически производить ее измерения, прекра щая вращение детали

(что связано со значительной затратой времени), либо применять устройства для измерения в процессе шлифования.

Такие устройства широко применяются в крупносерийном и массовом производстве и подразделяются на индикаторные (механические), электроконтактные, электроиндуктивные, пневматические и фотоэлектрические. Наиболее распространены механические и электроконтактные.

Шлифование обычное является наиболее распространенным способом окончательной обработки точных поверхностей вращения. Этот способ обработки, как указывалось выше, имеет столько достоинств, что обработка поверхностей вращения, точность которых должна соответствовать 2-му классу, в машиностроении производится в большинстве случаев шлифованием. Шлифованием можно обрабатывать поверхности с точностью до 1-го класса, однако в условиях серийного и массового производства экономическая точность обычного круглого шлифования соответствует 2-му классу точности При Достигается чистота поверхности 8-9-го классов..

При тонком шлифовании даже в условиях массового производства экономическая точность обработки соответствует 1-му классу точности, а легко достижимая чистота обработки 10-му классу.

Особенности процесса шлифования на круглошлифовальных и бесцентровошлифовальных станках рассмотрены выше..

Правильное ведение этого процесса, применительно к шлифованию деталей класса валов, возможно лишь при хорошем состоянии центровых углублений, которыми деталь устанавливается в станке. Если шлифование производят после термической обработки деталей, то предварительно исправляют центровые углубления резцом или коническим шлифовальным кругом.

При шлифовании нежестких валов применяются люнеты, которые для этого располагаются против шлифовальных кругов и делаются открытыми (не охватывающими вал).

При скоростном шлифовании (с окружными скоростями шлифовального круга 50 *м/сек* и выше) весьма важным условием является

хорошая сбалансированность шлифовального круга, которую необходимо заполнить до проведения операции шлифования.

При скоростном шлифовании имеет большое значение также тщательная регулировка подшипников шпинделя во избежание вибраций, неизбежных при чрезмерно больших зазорах в этих подшипниках.

В последнее время находит применение метод подачи охлаждающей жидкости через поры шлифовального круга к месту его контакта с обрабатываемой деталью. В этом случае охлаждающая жидкость поступает через пустотелый шпиндель и под действием центробежных сил выбрасывается на периферию вращающегося круга через его поры. При таком способе подачи охлаждения исключается местный перегрев шлифуемой поверхности и образование «ожогов». Понятно, что охлаждающая жидкость должна хорошо фильтроваться (обычно это осуществляется в сепараторе центробежным способом).

Тонкое шлифование, при котором можно обеспечить точность обработки до 1-го класса и чистоту поверхности до 10-го класса, характеризуется следующими особенностями:

1) применением мягких мелкозернистых шлифовальных кругов,
2) малой глубиной резания
3) малой скоростью вращения обрабатываемой детали; .
4) большой скоростью вращения шлифовального круга
5) длительным процессом выхаживания;
6) применением интенсивного охлаждения;
7) другими особенностями, присущими скоростному шлифованию.

Тонкое шлифование производят и на бесцентрово-шлифовальных станках, специально предназначенных для этой цели.

В процессе шлифования вследствие износа и последующей правки шлифовального круга происходит изменение его размеров. Поэтому для

достижения требуемого размера обрабатываемой поверхности необходимо либо периодически производить ее измерения, прекра щая вращение детали (что связано со значительной затратой времени), либо применять устройства для измерения в процессе шлифования.

Такие устройства широко применяются в крупносерийном и массовом производстве и подразделяются на индикаторные (механические), электроконтактные, электроиндуктивные, пневматические и фотоэлектрические. Наиболее распространены механические и электроконтактные.

Шлифование обычное является наиболее распространенным способом окончательной обработки точных поверхностей вращения. Этот способ обработки, как указывалось выше, имеет столько достоинств, что обработка поверхностей вращения, точность которых должна соответствовать 2-му классу, в машиностроении производится в большинстве случаев шлифованием. Шлифованием можно обрабатывать поверхности с точностью до 1-го класса, однако в условиях серийного и массового производства экономическая точность обычного круглого шлифования соответствует 2-му классу точности При Достигается чистота поверхности 8-9-го классов..

При тонком шлифовании даже в условиях массового производства экономическая точность обработки соответствует 1-му классу точности, а легко достижимая чистота обработки 10-му классу.

Особенности процесса шлифования на круглошлифовальных и бесцентровошлифовальных станках рассмотрены выше..

Правильное ведение этого процесса, применительно к шлифованию деталей класса валов, возможно лишь при хорошем состоянии центровых углублений, которыми деталь устанавливается в станке. Если шлифование производят после термической обработки деталей, то предварительно исправляют центровые углубления резцом или коническим шлифовальным кругом.

При шлифовании нежестких валов применяются люнеты, которые для этого располагаются против шлифовальных кругов и делаются открытыми (не охватывающими вал).

При скоростном шлифовании (с окружными скоростями шлифовального круга 50 *м/сек* и выше) весьма важным условием является

хорошая сбалансированность шлифовального круга, которую необходимо заполнить до проведения операции шлифования.

При скоростном шлифовании имеет большое значение также тщательная регулировка подшипников шпинделя во избежание вибраций, неизбежных при чрезмерно больших зазорах в этих подшипниках.

В последнее время находит применение метод подачи охлаждающей жидкости через поры шлифовального круга к месту его контакта с обрабатываемой деталью. В этом случае охлаждающая жидкость поступает через пустотелый шпиндель и под действием центробежных сил выбрасывается на периферию вращающегося круга через его поры. При таком способе подачи охлаждения исключается местный перегрев шлифуемой поверхности и образование «ожогов». Понятно, что охлаждающая жидкость должна хорошо фильтроваться (обычно это осуществляется в сепараторе центробежным способом).

Тонкое шлифование, при котором можно обеспечить точность обработки до 1-го класса и чистоту поверхности до 10-го класса, характеризуется следующими особенностями:

1) применением мягких мелкозернистых шлифовальных кругов,
2) малой глубиной резания
3) малой скоростью вращения обрабатываемой детали; .
4) большой скоростью вращения шлифовального круга
5) длительным процессом выхаживания;
6) применением интенсивного охлаждения;
7) другими особенностями, присущими скоростному шлифованию.

Тонкое шлифование производят и на бесцентрово-шлифовальных станках, специально предназначенных для этой цели.

В процессе шлифования вследствие износа и последующей правки шлифовального круга происходит изменение его размеров. Поэтому для достижения требуемого размера обрабатываемой поверхности необходимо либо периодически производить ее измерения, прекра щая вращение детали (что связано со значительной затратой времени), либо применять устройства для измерения в процессе шлифования.

Такие устройства широко применяются в крупносерийном и массовом производстве и подразделяются на индикаторные (механические), электроконтактные, электроиндуктивные, пневматические и фотоэлектрические. Наиболее распространены механические и электроконтактные.

Шлифование обычное является наиболее распространенным способом окончательной обработки точных поверхностей вращения. Этот способ обработки, как указывалось выше, имеет столько достоинств, что обработка поверхностей вращения, точность которых должна соответствовать 2-му классу, в машиностроении производится в большинстве случаев шлифованием. Шлифованием можно обрабатывать поверхности с точностью до 1-го класса, однако в условиях серийного и массового производства экономическая точность обычного круглого шлифования соответствует 2-му классу точности При Достигается чистота поверхности 8-9-го классов..

При тонком шлифовании даже в условиях массового производства экономическая точность обработки соответствует 1-му классу точности, а легко достижимая чистота обработки 10-му классу.

Особенности процесса шлифования на круглошлифовальных и бесцентровошлифовальных станках рассмотрены выше..

Правильное ведение этого процесса, применительно к шлифованию деталей класса валов, возможно лишь при хорошем состоянии центровых углублений, которыми деталь устанавливается в станке. Если шлифование

производят после термической обработки деталей, то предварительно исправляют центровые углубления резцом или коническим шлифовальным кругом.

При шлифовании нежестких валов применяются люнеты, которые для этого располагаются против шлифовальных кругов и делаются открытыми (не охватывающими вал).

При скоростном шлифовании (с окружными скоростями шлифовального круга 50 *м/сек* и выше) весьма важным условием является

хорошая сбалансированность шлифовального круга, которую необходимо заполнить до проведения операции шлифования.

При скоростном шлифовании имеет большое значение также тщательная регулировка подшипников шпинделя во избежание вибраций, неизбежных при чрезмерно больших зазорах в этих подшипниках.

В последнее время находит применение метод подачи охлаждающей жидкости через поры шлифовального круга к месту его контакта с обрабатываемой деталью. В этом случае охлаждающая жидкость поступает через пустотелый шпиндель и под действием центробежных сил выбрасывается на периферию вращающегося круга через его поры. При таком способе подачи охлаждения исключается местный перегрев шлифуемой поверхности и образование «ожогов». Понятно, что охлаждающая жидкость должна хорошо фильтроваться (обычно это осуществляется в сепараторе центробежным способом).

Тонкое шлифование, при котором можно обеспечить точность обработки до 1-го класса и чистоту поверхности до 10-го класса, характеризуется следующими особенностями:

1) применением мягких мелкозернистых шлифовальных кругов,
2) малой глубиной резания
3) малой скоростью вращения обрабатываемой детали; .
4) большой скоростью вращения шлифовального круга
5) длительным процессом выхаживания;

6) применением интенсивного охлаждения;

7) другими особенностями, присущими скоростному шлифованию.

Тонкое шлифование производят и на бесцентрово-шлифовальных станках, специально предназначенных для этой цели.

В процессе шлифования вследствие износа и последующей правки шлифовального круга происходит изменение его размеров. Поэтому для достижения требуемого размера обрабатываемой поверхности необходимо либо периодически производить ее измерения, прекра щая вращение детали (что связано со значительной затратой времени), либо применять устройства для измерения в процессе шлифования.

Такие устройства широко применяются в крупносерийном и массовом производстве и подразделяются на индикаторные (механические), электроконтактные, электроиндуктивные, пневматические и фотоэлектрические. Наиболее распространены механические и электроконтактные.

Шлифование обычное является наиболее распространенным способом окончательной обработки точных поверхностей вращения. Этот способ обработки, как указывалось выше, имеет столько достоинств, что обработка поверхностей вращения, точность которых должна соответствовать 2-му классу, в машиностроении производится в большинстве случаев шлифованием. Шлифованием можно обрабатывать поверхности с точностью до 1-го класса, однако в условиях серийного и массового производства экономическая точность обычного круглого шлифования соответствует 2-му классу точности При Достигается чистота поверхности 8-9-го классов..

При тонком шлифовании даже в условиях массового производства экономическая точность обработки соответствует 1-му классу точности, а легко достижимая чистота обработки 10-му классу.

Особенности процесса шлифования на круглошлифовальных и бесцентровошлифовальных станках рассмотрены выше..

Правильное ведение этого процесса, применительно к шлифованию деталей класса валов, возможно лишь при хорошем состоянии центровых углублений, которыми деталь устанавливается в станке. Если шлифование производят после термической обработки деталей, то предварительно исправляют центровые углубления резцом или коническим шлифовальным кругом.

При шлифовании нежестких валов применяются люнеты, которые для этого располагаются против шлифовальных кругов и делаются открытыми (не охватывающими вал).

При скоростном шлифовании (с окружными скоростями шлифовального круга 50 *м/сек* и выше) весьма важным условием является

хорошая сбалансированность шлифовального круга, которую необходимо заполнить до проведения операции шлифования.

При скоростном шлифовании имеет большое значение также тщательная регулировка подшипников шпинделя во избежание вибраций, неизбежных при чрезмерно больших зазорах в этих подшипниках.

В последнее время находит применение метод подачи охлаждающей жидкости через поры шлифовального круга к месту его контакта с обрабатываемой деталью. В этом случае охлаждающая жидкость поступает через пустотелый шпиндель и под действием центробежных сил выбрасывается на периферию вращающегося круга через его поры. При таком способе подачи охлаждения исключается местный перегрев шлифуемой поверхности и образование «ожогов». Понятно, что охлаждающая жидкость должна хорошо фильтроваться (обычно это осуществляется в сепараторе центробежным способом).

Тонкое шлифование, при котором можно обеспечить точность обработки до 1-го класса и чистоту поверхности до 10-го класса, характеризуется следующими особенностями:

1) применением мягких мелкозернистых шлифовальных кругов,
2) малой глубиной резания

3) малой скоростью вращения обрабатываемой детали; .

4) большой скоростью вращения шлифовального круга

5) длительным процессом выхаживания;

6) применением интенсивного охлаждения;

7) другими особенностями, присущими скоростному шлифованию.

Тонкое шлифование производят и на бесцентрово-шлифовальных станках, специально предназначенных для этой цели.

В процессе шлифования вследствие износа и последующей правки шлифовального круга происходит изменение его размеров. Поэтому для достижения требуемого размера обрабатываемой поверхности необходимо либо периодически производить ее измерения, прекра щая вращение детали (что связано со значительной затратой времени), либо применять устройства для измерения в процессе шлифования.

Такие устройства широко применяются в крупносерийном и массовом производстве и подразделяются на индикаторные (механические), электроконтактные, электроиндуктивные, пневматические и фотоэлектрические. Наиболее распространены механические и электроконтактные.

Шлифование обычное является наиболее распространенным способом окончательной обработки точных поверхностей вращения. Этот способ обработки, как указывалось выше, имеет столько достоинств, что обработка поверхностей вращения, точность которых должна соответствовать 2-му классу, в машиностроении производится в большинстве случаев шлифованием. Шлифованием можно обрабатывать поверхности с точностью до 1-го класса, однако в условиях серийного и массового производства экономическая точность обычного круглого шлифования соответствует 2-му классу точности При Достигается чистота поверхности 8-9-го классов..

При тонком шлифовании даже в условиях массового производства экономическая точность обработки соответствует 1-му классу точности, а легко достижимая чистота обработки 10-му классу.

Особенности процесса шлифования на круглошлифовальных и бесцентровошлифовальных станках рассмотрены выше..

Правильное ведение этого процесса, применительно к шлифованию деталей класса валов, возможно лишь при хорошем состоянии центровых углублений, которыми деталь устанавливается в станке. Если шлифование производят после термической обработки деталей, то предварительно исправляют центровые углубления резцом или коническим шлифовальным кругом.

При шлифовании нежестких валов применяются люнеты, которые для этого располагаются против шлифовальных кругов и делаются открытыми (не охватывающими вал).

При скоростном шлифовании (с окружными скоростями шлифовального круга 50 *м/сек* и выше) весьма важным условием является

хорошая сбалансированность шлифовального круга, которую необходимо заполнить до проведения операции шлифования.

При скоростном шлифовании имеет большое значение также тщательная регулировка подшипников шпинделя во избежание вибраций, неизбежных при чрезмерно больших зазорах в этих подшипниках.

В последнее время находит применение метод подачи охлаждающей жидкости через поры шлифовального круга к месту его контакта с обрабатываемой деталью. В этом случае охлаждающая жидкость поступает через пустотелый шпиндель и под действием центробежных сил выбрасывается на периферию вращающегося круга через его поры. При таком способе подачи охлаждения исключается местный перегрев шлифуемой поверхности и образование «ожогов». Понятно, что охлаждающая жидкость должна хорошо фильтроваться (обычно это осуществляется в сепараторе центробежным способом).

Тонкое шлифование, при котором можно обеспечить точность обработки до 1-го класса и чистоту поверхности до 10-го класса, характеризуется следующими особенностями:

1) применением мягких мелкозернистых шлифовальных кругов,
2) малой глубиной резания
3) малой скоростью вращения обрабатываемой детали; .
4) большой скоростью вращения шлифовального круга
5) длительным процессом выхаживания;
6) применением интенсивного охлаждения;
7) другими особенностями, присущими скоростному шлифованию.

Тонкое шлифование производят и на бесцентрово-шлифовальных станках, специально предназначенных для этой цели.

В процессе шлифования вследствие износа и последующей правки шлифовального круга происходит изменение его размеров. Поэтому для достижения требуемого размера обрабатываемой поверхности необходимо либо периодически производить ее измерения, прекра щая вращение детали (что связано со значительной затратой времени), либо применять устройства для измерения в процессе шлифования.

Такие устройства широко применяются в крупносерийном и массовом производстве и подразделяются на индикаторные (механические), электроконтактные, электроиндуктивные, пневматические и фотоэлектрические. Наиболее распространены механические и электроконтактные.

Шлифование обычное является наиболее распространенным способом окончательной обработки точных поверхностей вращения. Этот способ обработки, как указывалось выше, имеет столько достоинств, что обработка поверхностей вращения, точность которых должна соответствовать 2-му классу, в машиностроении производится в большинстве случаев шлифованием. Шлифованием можно обрабатывать поверхности с точностью до 1-го класса, однако в условиях серийного и массового производства экономическая точность обычного круглого шлифования соответствует 2-му классу точности При Достигается чистота поверхности 8-9-го классов..

При тонком шлифовании даже в условиях массового производства экономическая точность обработки соответствует 1-му классу точности, а легко достижимая чистота обработки 10-му классу.

Особенности процесса шлифования на круглошлифовальных и бесцентровошлифовальных станках рассмотрены выше..

Правильное ведение этого процесса, применительно к шлифованию деталей класса валов, возможно лишь при хорошем состоянии центровых углублений, которыми деталь устанавливается в станке. Если шлифование производят после термической обработки деталей, то предварительно исправляют центровые углубления резцом или коническим шлифовальным кругом.

При шлифовании нежестких валов применяются люнеты, которые для этого располагаются против шлифовальных кругов и делаются открытыми (не охватывающими вал).

При скоростном шлифовании (с окружными скоростями шлифовального круга 50 *м/сек* и выше) весьма важным условием является

хорошая сбалансированность шлифовального круга, которую необходимо заполнить до проведения операции шлифования.

При скоростном шлифовании имеет большое значение также тщательная регулировка подшипников шпинделя во избежание вибраций, неизбежных при чрезмерно больших зазорах в этих подшипниках.

В последнее время находит применение метод подачи охлаждающей жидкости через поры шлифовального круга к месту его контакта с обрабатываемой деталью. В этом случае охлаждающая жидкость поступает через пустотелый шпиндель и под действием центробежных сил выбрасывается на периферию вращающегося круга через его поры. При таком способе подачи охлаждения исключается местный перегрев шлифуемой поверхности и образование «ожогов». Понятно, что охлаждающая жидкость должна хорошо фильтроваться (обычно это осуществляется в сепараторе центробежным способом).

Тонкое шлифование, при котором можно обеспечить точность обработки до 1-го класса и чистоту поверхности до 10-го класса, характеризуется следующими особенностями:

1) применением мягких мелкозернистых шлифовальных кругов,
2) малой глубиной резания
3) малой скоростью вращения обрабатываемой детали; .
4) большой скоростью вращения шлифовального круга
5) длительным процессом выхаживания;
6) применением интенсивного охлаждения;
7) другими особенностями, присущими скоростному шлифованию.

Тонкое шлифование производят и на бесцентрово-шлифовальных станках, специально предназначенных для этой цели.

В процессе шлифования вследствие износа и последующей правки шлифовального круга происходит изменение его размеров. Поэтому для достижения требуемого размера обрабатываемой поверхности необходимо либо периодически производить ее измерения, прекра щая вращение детали (что связано со значительной затратой времени), либо применять устройства для измерения в процессе шлифования.

Такие устройства широко применяются в крупносерийном и массовом производстве и подразделяются на индикаторные (механические), электроконтактные, электроиндуктивные, пневматические и фотоэлектрические. Наиболее распространены механические и электроконтактные.

Шлифование обычное является наиболее распространенным способом окончательной обработки точных поверхностей вращения. Этот способ обработки, как указывалось выше, имеет столько достоинств, что обработка поверхностей вращения, точность которых должна соответствовать 2-му классу, в машиностроении производится в большинстве случаев шлифованием. Шлифованием можно обрабатывать поверхности с точностью до 1-го класса, однако в условиях серийного и массового производства

экономическая точность обычного круглого шлифования соответствует 2-му классу точности При Достигается чистота поверхности 8-9-го классов..

При тонком шлифовании даже в условиях массового производства экономическая точность обработки соответствует 1-му классу точности, а легко достижимая чистота обработки 10-му классу.

Особенности процесса шлифования на круглошлифовальных и бесцентровошлифовальных станках рассмотрены выше..

Правильное ведение этого процесса, применительно к шлифованию деталей класса валов, возможно лишь при хорошем состоянии центровых углублений, которыми деталь устанавливается в станке. Если шлифование производят после термической обработки деталей, то предварительно исправляют центровые углубления резцом или коническим шлифовальным кругом.

При шлифовании нежестких валов применяются люнеты, которые для этого располагаются против шлифовальных кругов и делаются открытыми (не охватывающими вал).

При скоростном шлифовании (с окружными скоростями шлифовального круга 50 *м/сек* и выше) весьма важным условием является

хорошая сбалансированность шлифовального круга, которую необходимо заполнить до проведения операции шлифования.

При скоростном шлифовании имеет большое значение также тщательная регулировка подшипников шпинделя во избежание вибраций, неизбежных при чрезмерно больших зазорах в этих подшипниках.

В последнее время находит применение метод подачи охлаждающей жидкости через поры шлифовального круга к месту его контакта с обрабатываемой деталью. В этом случае охлаждающая жидкость поступает через пустотелый шпиндель и под действием центробежных сил выбрасывается на периферию вращающегося круга через его поры. При таком способе подачи охлаждения исключается местный перегрев шлифуемой поверхности и образование «ожогов». Понятно, что

охлаждающая жидкость должна хорошо фильтроваться (обычно это осуществляется в сепараторе центробежным способом).

Тонкое шлифование, при котором можно обеспечить точность обработки до 1-го класса и чистоту поверхности до 10-го класса, характеризуется следующими особенностями:

1) применением мягких мелкозернистых шлифовальных кругов,
2) малой глубиной резания
3) малой скоростью вращения обрабатываемой детали; .
4) большой скоростью вращения шлифовального круга
5) длительным процессом выхаживания;
6) применением интенсивного охлаждения;
7) другими особенностями, присущими скоростному шлифованию.

Тонкое шлифование производят и на бесцентрово-шлифовальных станках, специально предназначенных для этой цели.

В процессе шлифования вследствие износа и последующей правки шлифовального круга происходит изменение его размеров. Поэтому для достижения требуемого размера обрабатываемой поверхности необходимо либо периодически производить ее измерения, прекра щая вращение детали (что связано со значительной затратой времени), либо применять устройства для измерения в процессе шлифования.

Такие устройства широко применяются в крупносерийном и массовом производстве и подразделяются на индикаторные (механические), электроконтактные, электроиндуктивные, пневматические и фотоэлектрические. Наиболее распространены механические и электроконтактные.

Шлифование обычное является наиболее распространенным способом окончательной обработки точных поверхностей вращения. Этот способ обработки, как указывалось выше, имеет столько достоинств, что обработка поверхностей вращения, точность которых должна соответствовать 2-му классу, в машиностроении производится в большинстве случаев

шлифованием. Шлифованием можно обрабатывать поверхности с точностью до 1-го класса, однако в условиях серийного и массового производства экономическая точность обычного круглого шлифования соответствует 2-му классу точности При Достигается чистота поверхности 8-9-го классов..

При тонком шлифовании даже в условиях массового производства экономическая точность обработки соответствует 1-му классу точности, а легко достижимая чистота обработки 10-му классу.

Особенности процесса шлифования на круглошлифовальных и бесцентровошлифовальных станках рассмотрены выше..

Правильное ведение этого процесса, применительно к шлифованию деталей класса валов, возможно лишь при хорошем состоянии центровых углублений, которыми деталь устанавливается в станке. Если шлифование производят после термической обработки деталей, то предварительно исправляют центровые углубления резцом или коническим шлифовальным кругом.

При шлифовании нежестких валов применяются люнеты, которые для этого располагаются против шлифовальных кругов и делаются открытыми (не охватывающими вал).

При скоростном шлифовании (с окружными скоростями шлифовального круга 50 *м/сек* и выше) весьма важным условием является

хорошая сбалансированность шлифовального круга, которую необходимо заполнить до проведения операции шлифования.

При скоростном шлифовании имеет большое значение также тщательная регулировка подшипников шпинделя во избежание вибраций, неизбежных при чрезмерно больших зазорах в этих подшипниках.

В последнее время находит применение метод подачи охлаждающей жидкости через поры шлифовального круга к месту его контакта с обрабатываемой деталью. В этом случае охлаждающая жидкость поступает через пустотелый шпиндель и под действием центробежных сил выбрасывается на периферию вращающегося круга через его поры. При

таком способе подачи охлаждения исключается местный перегрев шлифуемой поверхности и образование «ожогов». Понятно, что охлаждающая жидкость должна хорошо фильтроваться (обычно это осуществляется в сепараторе центробежным способом).

Тонкое шлифование, при котором можно обеспечить точность обработки до 1-го класса и чистоту поверхности до 10-го класса, характеризуется следующими особенностями:

1) применением мягких мелкозернистых шлифовальных кругов,
2) малой глубиной резания
3) малой скоростью вращения обрабатываемой детали; .
4) большой скоростью вращения шлифовального круга
5) длительным процессом выхаживания;
6) применением интенсивного охлаждения;
7) другими особенностями, присущими скоростному шлифованию.

Тонкое шлифование производят и на бесцентрово-шлифовальных станках, специально предназначенных для этой цели.

В процессе шлифования вследствие износа и последующей правки шлифовального круга происходит изменение его размеров. Поэтому для достижения требуемого размера обрабатываемой поверхности необходимо либо периодически производить ее измерения, прекра щая вращение детали (что связано со значительной затратой времени), либо применять устройства для измерения в процессе шлифования.

Такие устройства широко применяются в крупносерийном и массовом производстве и подразделяются на индикаторные (механические), электроконтактные, электроиндуктивные, пневматические и фотоэлектрические. Наиболее распространены механические и электроконтактные.

Шлифование обычное является наиболее распространенным способом окончательной обработки точных поверхностей вращения. Этот способ обработки, как указывалось выше, имеет столько достоинств, что обработка

поверхностей вращения, точность которых должна соответствовать 2-му классу, в машиностроении производится в большинстве случаев шлифованием. Шлифованием можно обрабатывать поверхности с точностью до 1-го класса, однако в условиях серийного и массового производства экономическая точность обычного круглого шлифования соответствует 2-му классу точности При Достигается чистота поверхности 8-9-го классов..

При тонком шлифовании даже в условиях массового производства экономическая точность обработки соответствует 1-му классу точности, а легко достижимая чистота обработки 10-му классу.

Особенности процесса шлифования на круглошлифовальных и бесцентровошлифовальных станках рассмотрены выше..

Правильное ведение этого процесса, применительно к шлифованию деталей класса валов, возможно лишь при хорошем состоянии центровых углублений, которыми деталь устанавливается в станке. Если шлифование производят после термической обработки деталей, то предварительно исправляют центровые углубления резцом или коническим шлифовальным кругом.

При шлифовании нежестких валов применяются люнеты, которые для этого располагаются против шлифовальных кругов и делаются открытыми (не охватывающими вал).

При скоростном шлифовании (с окружными скоростями шлифовального круга 50 *м/сек* и выше) весьма важным условием является

хорошая сбалансированность шлифовального круга, которую необходимо заполнить до проведения операции шлифования.

При скоростном шлифовании имеет большое значение также тщательная регулировка подшипников шпинделя во избежание вибраций, неизбежных при чрезмерно больших зазорах в этих подшипниках.

В последнее время находит применение метод подачи охлаждающей жидкости через поры шлифовального круга к месту его контакта с обрабатываемой деталью. В этом случае охлаждающая жидкость поступает

через пустотелый шпиндель и под действием центробежных сил выбрасывается на периферию вращающегося круга через его поры. При таком способе подачи охлаждения исключается местный перегрев шлифуемой поверхности и образование «ожогов». Понятно, что охлаждающая жидкость должна хорошо фильтроваться (обычно это осуществляется в сепараторе центробежным способом).

Тонкое шлифование, при котором можно обеспечить точность обработки до 1-го класса и чистоту поверхности до 10-го класса, характеризуется следующими особенностями:

1) применением мягких мелкозернистых шлифовальных кругов,
2) малой глубиной резания
3) малой скоростью вращения обрабатываемой детали; .
4) большой скоростью вращения шлифовального круга
5) длительным процессом выхаживания;
6) применением интенсивного охлаждения;
7) другими особенностями, присущими скоростному шлифованию.

Тонкое шлифование производят и на бесцентрово-шлифовальных станках, специально предназначенных для этой цели.

В процессе шлифования вследствие износа и последующей правки шлифовального круга происходит изменение его размеров. Поэтому для достижения требуемого размера обрабатываемой поверхности необходимо либо периодически производить ее измерения, прекра щая вращение детали (что связано со значительной затратой времени), либо применять устройства для измерения в процессе шлифования.

Такие устройства широко применяются в крупносерийном и массовом производстве и подразделяются на индикаторные (механические), электроконтактные, электроиндуктивные, пневматические и фотоэлектрические. Наиболее распространены механические и электроконтактные.

Переход на поточный метод производства позволяет увеличить выпуск продукции, снизить себестоимость изделия, сократить длительность производственного цикла, уменьшить незавершенное производство, увеличить производительность труда, облегчить и улучшить условия труда, учет и планирование производства, укрепить трудовую дисциплину.

Под поточной линией сборки понимают ряд рабочих мест, участвующих в сборке узла или машины, расположенных соответственно последовательности операций технологического процесса сборки (рис. 3).

Непрерывность процесса при поточной сборке достигается благодаря равенству или кратности времени выполнения операций на всех рабочих местах линии сборки, т.е. длительность любой сборочной операции на линии сборки должны быть равна или кратна такту сборки изделия.

Тактом сборки называется промежуток времени между выходом со сборки двух смежных готовых изделий. Номинальный такт сборки (мин/шт)

$$\tau_H = 60F / N , \qquad (1)$$

где F – годовой фонд рабочего времени, ч; N – годовая производственная программа, шт.

Годовой фонд рабочего времени

$$F = DmT_{CM}\eta , \qquad (2)$$

где D – число рабочих дней в году; m – число рабочих смен в сутки; T_{CM} – длительность рабочей смены, ч; η - коэффициент, учитывающий потери времени на ремонт оборудования (η = 0,98 при односменной и η = 0,97 по двухсменной работе).

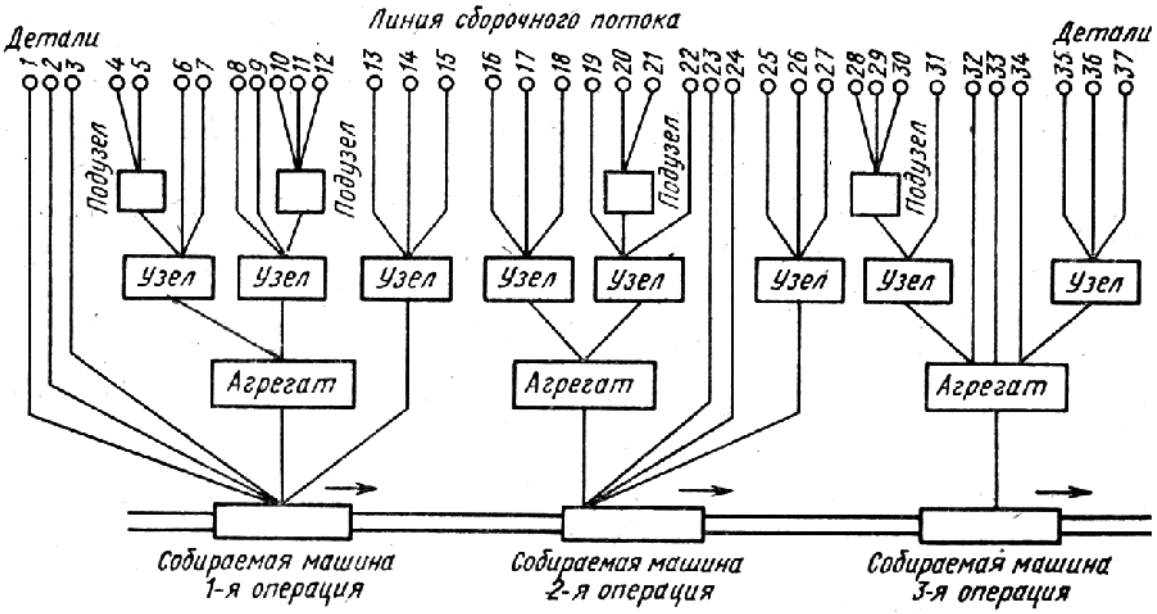


Рис. 1.3. Схема поточной сборки с подвижным объектом

Действительный такт отличается от нормального, так как при его определении учитывают потери времени на перерывы в работе и обслуживание рабочих мест.

Действительный такт

$$t_q = 60Dm(T_{СМ}\eta - T_{ОБС} - T_П)/N, \qquad (3)$$

где $T_{ОБС}$ – потери времени в течение смены на обслуживание рабочих мест, ч; $T_П$ – потери времени на перерывы в работе для отдыха и естественных надобностей рабочих в течение смены, ч.

Количество изделий, собираемых в единицу времени, называется *темпом сборки*. Номинальный темп сборки (шт/мин)

$$t_H = 1/\tau_H . \qquad (4)$$

Действительный темп сборки

$$t_q = 1/\tau_q . \qquad (5)$$

Продолжительность сборки машины (узла) на поточной линии (мин)

$$t = n_П \tau_q , \qquad (6)$$

где $n_П$ – число постов на поточной линии.

Время от момента поступления деталей на сборку до выпуска собранной машины (агрегата) называется *циклом сборки* (мин) и определяется по формуле

$$z = \tau_q n_П + (f - 1)\tau_q - \sum n_П^{/} \tau_q \,, \qquad (7)$$

где а – число компонентов узлов, собираемых в запас вне главного потока для бесперебойной работы поточной линии; $\sum n_П^{/} \tau_q$ – число постов, на которых время выполнения одних сборочных операций перекрывается временем выполнения других операций. Например, на одном сборочном посту выполняются две операции длительностью, равной одному такту и 0,7 такта.

Для этого случая $n_П^{/}$ = 0,3.

Скорость непрерывно движущегося конвейера

$$v = l / \tau_q \,, \qquad (8)$$

где l – длина рабочего места, м.

Скорость перемещения собираемого объекта принимают равной 10…15 м/мин при ручном перемещении, до 20 м/мин при перемещении по рольгангу, 30…40 м/мин при использовании транспортных конвейеров, 15…20 м/мин для конвейера периодического действия и 0,25…3,5 м/мин для непрерывного конвейера (меньшее значение скорости выбирают для напольных сборочных конвейеров из условий техники безопасности).

Для большинства изделий машиностроения наиболее совершенной по технико-экономическим показателям является поточная сборка при расчлененном процессе с принудительным движением объекта и принудительно регулируемым тактом. Такт сборки на конвейере является планирующим началом всей работы не только сборочного цеха, но и др.

2. ПРОЕКТ РЕКОНСТРУКЦИИ УЧАСТКА РАЗБОРКИ-СБОРКИ

2.1 Назначение участка

Участок предназначен для разборки и сборки двигателей, которые в процессе эксплуатации изнашиваются или выходят из строя.

2.2. Режим работы

Участок работает в одну смену с пятидневной рабочей неделей. Принятые годовые фонды времени рабочих приведены в таблице 1

Таблица 1. Годовые нормы времени.

Продолжительность		$Ф_{нр}$/час	$Ф_{др}$/час	$Ф_{рм}$/час
Смены час.	Отпуска дни.			
8,2	18	2070	1840	2070

Действительный годовой фонд оборудования принимается:

$$Ф_{до} = 2025 \text{ час.}$$

2.3. Расчёт годовой производственной программы участка

По Таблице 3.[1. стр.17] удельная трудоёмкость для данного участка равна $T_{уд} = 12,87$ чел-ч.

По Таблице 5.[1. стр. 18] для программы 300 единиц ремонта следует принять поправочный коэффициент K=1,28

Годовая трудоемкость участка рассчитывается по формуле:

$$T_{уч}=T_{уд} \cdot N \cdot K \quad (1)$$

где $T_{уд}$ - Удельная трудоёмкость.

N - Количество ремонтов по заданию.

K - Поправочный коэффициент.

$$T_{уч} = 12,87 \cdot 300 \cdot 1,28 = 4942,08 \text{ чел·час}$$

2.4 Расчёт состава работающих

Явочноё количество рабочих рассчитывается по формуле:

$$m_{яв}=T_{уч}/Ф_{нр} \quad (2)$$

где $m_{яв}$ - Явочное количество производственных рабочих.

$T_{уч}$ - Годовая трудоёмкость работ по участку.

$Ф_{нр}$ - Номинальный годовой фонд времени рабочего.

$$m_{яв} = 4942.08 / 2070 = 2.39 \text{ чел.}$$

принимаем 2 человека.

Списочное количество рабочих рассчитывается по формуле:

$$m_{сп}=T_{уч} / Ф_{др} \quad (3)$$

где $T_{уч}$ - Годовая трудоёмкость работ по участку.

$Ф_{др}$ - Действительный годовой фонд времени рабочего.

$$m_{сп} = 4942,08 / 1840 = 2,69 \text{ чел.}$$

принимаем 3 человека.

Количество вспомогательных рабочих и ИТР рассчитывается по формуле:

$$m_{вс}=0,12 \cdot m_{сп} \quad (4)$$

где $m_{сп}$ - списочное количество рабочих

$$m_{вс} = 0,12 \cdot 3 = 0,36$$

вспомогательные рабочие на участке не предусмотрены.

$$m_{итр}=0,06 \cdot (m_{сп} + m_{вс}) \quad (5)$$

где $m_{сп}$ - Списочное количество рабочих

$m_{вс}$ - Количество вспомогательных рабочих

$$m_{итр} = 0,06 \cdot (3 + 0,36) = 0,2$$

ИТР на участке не предусмотрены.

Средний разряд рабочих рассчитывается по формуле:

$$R_{ср}=m_1 * R_1 + m_2 * R_2 / m_{сп} + m_{вс} \quad (6)$$

где m_1 - Первый рабочий

m_2 - Второй рабочий

R_1 - Разряд первого рабочего

R_2 - Разряд второго рабочего

$m_{сп}$ - Списочное количество рабочих

$m_{вс}$ - Количество вспомогательных рабочих

$$R_{ср} = 1 \cdot 3 + 1 \cdot 4 / 2 = 3,5$$

2.5 Расчёт (подбор) технологического оборудования

Количество рабочих мест рассчитывается по формулам:

$$X_{рм}=T_{уч}/Ф_{рм} \cdot m \cdot y \quad (7)$$

где $T_{уч}$ - Годовая трудоёмкость работ по участку.

$Ф_{рм}$ - Годовой фонд рабочего места в часах.

m - Количество рабочих работающих на одном рабочем месте

y - Число смен

$$X_{рм} = 4942,08 / 2070 \cdot 1 \cdot 1 = 2,39 \text{ чел.}$$

принимаем 2 человека.

$$X_о=T_{уч}/Ф_{до} \quad (8)$$

где $T_{уч}$ - Годовая трудоёмкость работ по участку.

$Ф_{до}$ - Действительный годовой фонд оборудования.

$$X_о = 4942,08 / 2025 = 2,44 \text{ чел.}$$

Принимаем 2 человека.

Таблица 3 – Оборудование.

Наименование	Тип или модель	Коли-чество	Габариты, мм	Общая площадь,м 2
1	2	3	4	
Универсальные центры для правки валов	НО-2Н	1	1566*666	1,043
Пресс гидравлический.	ГАРО, модель 2153	1	520*240	0,125

Вертикально-сверлильный станок.	2И118	1	900*600	0,54
Верстак слесарный	ОГГ-5365	2	1360*950	2,584
Лари для отходов.	Нестандартное оборудование	1	500*500	0,25
Стеллаж для деталей.	ОРГ-1468-05-320	1	1400*500	0,7
Слесарные тиски.	-	2	-	-
Универсально-фрезерный станок	Модели 6Н82	1	1250*320	0,4
Ванна для мойки мелких деталей	Нестандартное оборудование	1	600*400	0,24
Токарно-винторезный станок	модель 1К62Б	1	2522*1166	2,941
			Итого	15,418

2.6 Расчёт площадей

Коэффициент плотности расстановки оборудования для агрегатного участка принимается $K_п = 4$.

Площадь агрегатного участка рассчитывается по формуле:

$$F_{уч}=F_{об}\cdot K_п \quad (9)$$

где $K_п$ - Коэффициент плотности расстановки оборудования

$F_{об}$ - Площадь горизонтальной проекции технологического оборудования и организационной оснастки, м^2.

$$F_{уч} = 15{,}418 \cdot 4 = 61{,}676 \text{ м}^2$$

$$F_{уч} = 6\cdot 5\cdot 2 = 60 \text{ м}^2$$

Исходя из строительных требований принимается площадь агрегатного участка равной $F_{уч} = 60$ м^2, т.к. применяем при строительном задании сетку колонн размером 6·5·2.

Высоту здания выбираем 3 метров. Наружные стены выполняются толщиной 60 см.

Пол выбираем цементный на бетонном основании.

2.7 Организация рабочего места сборщика

Правильная планировка рабочего места является важнейшим звеном в организации рабочего процесса. Она создает условия для высокопроизводительной и безопасной работы.

Рабочее место — это наименьшая ячейка участка (цеха, предприятия), способная к производству, включающая зону приложения труда рабочего или группы рабочих и оснащенная всем необходимым для выполнения определенного круга операций производственного процесса.

Рациональная планировка рабочего места должна удовлетворять следующим требованиям: обеспечивать условия производительной работы при максимальной экономии сил и времени сборщика, рационально и экономно использовать производственную площадь; создавать условия для удобства обслуживания рабочего места, строго соблюдать правила и требования охраны труда и техники безопасности.

Шлифование обычное является наиболее распространенным способом окончательной обработки точных поверхностей вращения. Этот способ обработки, как указывалось выше, имеет столько достоинств, что обработка поверхностей вращения, точность которых должна соответствовать 2-му классу, в машиностроении производится в большинстве случаев шлифованием. Шлифованием можно обрабатывать поверхности с точностью до 1-го класса, однако в условиях серийного и массового производства экономическая точность обычного круглого шлифования соответствует 2-му классу точности При Достигается чистота поверхности 8-9-го классов..

При тонком шлифовании даже в условиях массового производства экономическая точность обработки соответствует 1-му классу точности, а легко достижимая чистота обработки 10-му классу.

Особенности процесса шлифования на круглошлифовальных и бесцентровошлифовальных станках рассмотрены выше..

Правильное ведение этого процесса, применительно к шлифованию деталей класса валов, возможно лишь при хорошем состоянии центровых углублений, которыми деталь устанавливается в станке. Если шлифование производят после термической обработки деталей, то предварительно исправляют центровые углубления резцом или коническим шлифовальным кругом.

При шлифовании нежестких валов применяются люнеты, которые для этого располагаются против шлифовальных кругов и делаются открытыми (не охватывающими вал).

При скоростном шлифовании (с окружными скоростями шлифовального круга 50 *м/сек* и выше) весьма важным условием является

хорошая сбалансированность шлифовального круга, которую необходимо заполнить до проведения операции шлифования.

При скоростном шлифовании имеет большое значение также тщательная регулировка подшипников шпинделя во избежание вибраций, неизбежных при чрезмерно больших зазорах в этих подшипниках.

В последнее время находит применение метод подачи охлаждающей жидкости через поры шлифовального круга к месту его контакта с обрабатываемой деталью. В этом случае охлаждающая жидкость поступает через пустотелый шпиндель и под действием центробежных сил выбрасывается на периферию вращающегося круга через его поры. При таком способе подачи охлаждения исключается местный перегрев шлифуемой поверхности и образование «ожогов». Понятно, что охлаждающая жидкость должна хорошо фильтроваться (обычно это осуществляется в сепараторе центробежным способом).

Тонкое шлифование, при котором можно обеспечить точность обработки до 1-го класса и чистоту поверхности до 10-го класса, характеризуется следующими особенностями:

1) применением мягких мелкозернистых шлифовальных кругов,
2) малой глубиной резания

3) малой скоростью вращения обрабатываемой детали; .
4) большой скоростью вращения шлифовального круга
5) длительным процессом выхаживания;
6) применением интенсивного охлаждения;
7) другими особенностями, присущими скоростному шлифованию.

Тонкое шлифование производят и на бесцентрово-шлифовальных станках, специально предназначенных для этой цели.

В процессе шлифования вследствие износа и последующей правки шлифовального круга происходит изменение его размеров. Поэтому для достижения требуемого размера обрабатываемой поверхности необходимо либо периодически производить ее измерения, прекра щая вращение детали (что связано со значительной затратой времени), либо применять устройства для измерения в процессе шлифования.

Такие устройства широко применяются в крупносерийном и массовом производстве и подразделяются на индикаторные (механические), электроконтактные, электроиндуктивные, пневматические и фотоэлектрические. Наиболее распространены механические и электроконтактные.

Шлифование обычное является наиболее распространенным способом окончательной обработки точных поверхностей вращения. Этот способ обработки, как указывалось выше, имеет столько достоинств, что обработка поверхностей вращения, точность которых должна соответствовать 2-му классу, в машиностроении производится в большинстве случаев шлифованием. Шлифованием можно обрабатывать поверхности с точностью до 1-го класса, однако в условиях серийного и массового производства экономическая точность обычного круглого шлифования соответствует 2-му классу точности При Достигается чистота поверхности 8-9-го классов..

При тонком шлифовании даже в условиях массового производства экономическая точность обработки соответствует 1-му классу точности, а легко достижимая чистота обработки 10-му классу.

Особенности процесса шлифования на круглошлифовальных и бесцентровошлифовальных станках рассмотрены выше..

Правильное ведение этого процесса, применительно к шлифованию деталей класса валов, возможно лишь при хорошем состоянии центровых углублений, которыми деталь устанавливается в станке. Если шлифование производят после термической обработки деталей, то предварительно исправляют центровые углубления резцом или коническим шлифовальным кругом.

При шлифовании нежестких валов применяются люнеты, которые для этого располагаются против шлифовальных кругов и делаются открытыми (не охватывающими вал).

При скоростном шлифовании (с окружными скоростями шлифовального круга 50 *м/сек* и выше) весьма важным условием является

хорошая сбалансированность шлифовального круга, которую необходимо заполнить до проведения операции шлифования.

При скоростном шлифовании имеет большое значение также тщательная регулировка подшипников шпинделя во избежание вибраций, неизбежных при чрезмерно больших зазорах в этих подшипниках.

В последнее время находит применение метод подачи охлаждающей жидкости через поры шлифовального круга к месту его контакта с обрабатываемой деталью. В этом случае охлаждающая жидкость поступает через пустотелый шпиндель и под действием центробежных сил выбрасывается на периферию вращающегося круга через его поры. При таком способе подачи охлаждения исключается местный перегрев шлифуемой поверхности и образование «ожогов». Понятно, что охлаждающая жидкость должна хорошо фильтроваться (обычно это осуществляется в сепараторе центробежным способом).

Тонкое шлифование, при котором можно обеспечить точность обработки до 1-го класса и чистоту поверхности до 10-го класса, характеризуется следующими особенностями:

1) применением мягких мелкозернистых шлифовальных кругов,
2) малой глубиной резания
3) малой скоростью вращения обрабатываемой детали; .
4) большой скоростью вращения шлифовального круга
5) длительным процессом выхаживания;
6) применением интенсивного охлаждения;
7) другими особенностями, присущими скоростному шлифованию.

Тонкое шлифование производят и на бесцентрово-шлифовальных станках, специально предназначенных для этой цели.

В процессе шлифования вследствие износа и последующей правки шлифовального круга происходит изменение его размеров. Поэтому для достижения требуемого размера обрабатываемой поверхности необходимо либо периодически производить ее измерения, прекра щая вращение детали (что связано со значительной затратой времени), либо применять устройства для измерения в процессе шлифования.

Такие устройства широко применяются в крупносерийном и массовом производстве и подразделяются на индикаторные (механические), электроконтактные, электроиндуктивные, пневматические и фотоэлектрические. Наиболее распространены механические и электроконтактные.

Шлифование обычное является наиболее распространенным способом окончательной обработки точных поверхностей вращения. Этот способ обработки, как указывалось выше, имеет столько достоинств, что обработка поверхностей вращения, точность которых должна соответствовать 2-му классу, в машиностроении производится в большинстве случаев шлифованием. Шлифованием можно обрабатывать поверхности с точностью до 1-го класса, однако в условиях серийного и массового производства экономическая точность обычного круглого шлифования соответствует 2-му классу точности При Достигается чистота поверхности 8-9-го классов..

При тонком шлифовании даже в условиях массового производства экономическая точность обработки соответствует 1-му классу точности, а легко достижимая чистота обработки 10-му классу.

Особенности процесса шлифования на круглошлифовальных и бесцентровошлифовальных станках рассмотрены выше..

Правильное ведение этого процесса, применительно к шлифованию деталей класса валов, возможно лишь при хорошем состоянии центровых углублений, которыми деталь устанавливается в станке. Если шлифование производят после термической обработки деталей, то предварительно исправляют центровые углубления резцом или коническим шлифовальным кругом.

При шлифовании нежестких валов применяются люнеты, которые для этого располагаются против шлифовальных кругов и делаются открытыми (не охватывающими вал).

При скоростном шлифовании (с окружными скоростями шлифовального круга 50 *м/сек* и выше) весьма важным условием является

хорошая сбалансированность шлифовального круга, которую необходимо заполнить до проведения операции шлифования.

При скоростном шлифовании имеет большое значение также тщательная регулировка подшипников шпинделя во избежание вибраций, неизбежных при чрезмерно больших зазорах в этих подшипниках.

В последнее время находит применение метод подачи охлаждающей жидкости через поры шлифовального круга к месту его контакта с обрабатываемой деталью. В этом случае охлаждающая жидкость поступает через пустотелый шпиндель и под действием центробежных сил выбрасывается на периферию вращающегося круга через его поры. При таком способе подачи охлаждения исключается местный перегрев шлифуемой поверхности и образование «ожогов». Понятно, что охлаждающая жидкость должна хорошо фильтроваться (обычно это осуществляется в сепараторе центробежным способом).

Тонкое шлифование, при котором можно обеспечить точность обработки до 1-го класса и чистоту поверхности до 10-го класса, характеризуется следующими особенностями:

1) применением мягких мелкозернистых шлифовальных кругов,
2) малой глубиной резания
3) малой скоростью вращения обрабатываемой детали; .
4) большой скоростью вращения шлифовального круга
5) длительным процессом выхаживания;
6) применением интенсивного охлаждения;
7) другими особенностями, присущими скоростному шлифованию.

Тонкое шлифование производят и на бесцентрово-шлифовальных станках, специально предназначенных для этой цели.

В процессе шлифования вследствие износа и последующей правки шлифовального круга происходит изменение его размеров. Поэтому для достижения требуемого размера обрабатываемой поверхности необходимо либо периодически производить ее измерения, прекра щая вращение детали (что связано со значительной затратой времени), либо применять устройства для измерения в процессе шлифования.

Такие устройства широко применяются в крупносерийном и массовом производстве и подразделяются на индикаторные (механические), электроконтактные, электроиндуктивные, пневматические и фотоэлектрические. Наиболее распространены механические и электроконтактные.

Шлифование обычное является наиболее распространенным способом окончательной обработки точных поверхностей вращения. Этот способ обработки, как указывалось выше, имеет столько достоинств, что обработка поверхностей вращения, точность которых должна соответствовать 2-му классу, в машиностроении производится в большинстве случаев шлифованием. Шлифованием можно обрабатывать поверхности с точностью до 1-го класса, однако в условиях серийного и массового производства

экономическая точность обычного круглого шлифования соответствует 2-му классу точности При Достигается чистота поверхности 8-9-го классов..

При тонком шлифовании даже в условиях массового производства экономическая точность обработки соответствует 1-му классу точности, а легко достижимая чистота обработки 10-му классу.

Особенности процесса шлифования на круглошлифовальных и бесцентровошлифовальных станках рассмотрены выше..

Правильное ведение этого процесса, применительно к шлифованию деталей класса валов, возможно лишь при хорошем состоянии центровых углублений, которыми деталь устанавливается в станке. Если шлифование производят после термической обработки деталей, то предварительно исправляют центровые углубления резцом или коническим шлифовальным кругом.

При шлифовании нежестких валов применяются люнеты, которые для этого располагаются против шлифовальных кругов и делаются открытыми (не охватывающими вал).

При скоростном шлифовании (с окружными скоростями шлифовального круга 50 *м/сек* и выше) весьма важным условием является

хорошая сбалансированность шлифовального круга, которую необходимо заполнить до проведения операции шлифования.

При скоростном шлифовании имеет большое значение также тщательная регулировка подшипников шпинделя во избежание вибраций, неизбежных при чрезмерно больших зазорах в этих подшипниках.

В последнее время находит применение метод подачи охлаждающей жидкости через поры шлифовального круга к месту его контакта с обрабатываемой деталью. В этом случае охлаждающая жидкость поступает через пустотелый шпиндель и под действием центробежных сил выбрасывается на периферию вращающегося круга через его поры. При таком способе подачи охлаждения исключается местный перегрев шлифуемой поверхности и образование «ожогов». Понятно, что

охлаждающая жидкость должна хорошо фильтроваться (обычно это осуществляется в сепараторе центробежным способом).

Тонкое шлифование, при котором можно обеспечить точность обработки до 1-го класса и чистоту поверхности до 10-го класса, характеризуется следующими особенностями:

1) применением мягких мелкозернистых шлифовальных кругов,
2) малой глубиной резания
3) малой скоростью вращения обрабатываемой детали; .
4) большой скоростью вращения шлифовального круга
5) длительным процессом выхаживания;
6) применением интенсивного охлаждения;
7) другими особенностями, присущими скоростному шлифованию.

Тонкое шлифование производят и на бесцентрово-шлифовальных станках, специально предназначенных для этой цели.

В процессе шлифования вследствие износа и последующей правки шлифовального круга происходит изменение его размеров. Поэтому для достижения требуемого размера обрабатываемой поверхности необходимо либо периодически производить ее измерения, прекра щая вращение детали (что связано со значительной затратой времени), либо применять устройства для измерения в процессе шлифования.

Такие устройства широко применяются в крупносерийном и массовом производстве и подразделяются на индикаторные (механические), электроконтактные, электроиндуктивные, пневматические и фотоэлектрические. Наиболее распространены механические и электроконтактные.

Шлифование обычное является наиболее распространенным способом окончательной обработки точных поверхностей вращения. Этот способ обработки, как указывалось выше, имеет столько достоинств, что обработка поверхностей вращения, точность которых должна соответствовать 2-му классу, в машиностроении производится в большинстве случаев

шлифованием. Шлифованием можно обрабатывать поверхности с точностью до 1-го класса, однако в условиях серийного и массового производства экономическая точность обычного круглого шлифования соответствует 2-му классу точности При Достигается чистота поверхности 8-9-го классов..

При тонком шлифовании даже в условиях массового производства экономическая точность обработки соответствует 1-му классу точности, а легко достижимая чистота обработки 10-му классу.

Особенности процесса шлифования на круглошлифовальных и бесцентровошлифовальных станках рассмотрены выше..

Правильное ведение этого процесса, применительно к шлифованию деталей класса валов, возможно лишь при хорошем состоянии центровых углублений, которыми деталь устанавливается в станке. Если шлифование производят после термической обработки деталей, то предварительно исправляют центровые углубления резцом или коническим шлифовальным кругом.

При шлифовании нежестких валов применяются люнеты, которые для этого располагаются против шлифовальных кругов и делаются открытыми (не охватывающими вал).

При скоростном шлифовании (с окружными скоростями шлифовального круга 50 *м/сек* и выше) весьма важным условием является

хорошая сбалансированность шлифовального круга, которую необходимо заполнить до проведения операции шлифования.

При скоростном шлифовании имеет большое значение также тщательная регулировка подшипников шпинделя во избежание вибраций, неизбежных при чрезмерно больших зазорах в этих подшипниках.

В последнее время находит применение метод подачи охлаждающей жидкости через поры шлифовального круга к месту его контакта с обрабатываемой деталью. В этом случае охлаждающая жидкость поступает через пустотелый шпиндель и под действием центробежных сил выбрасывается на периферию вращающегося круга через его поры. При

таком способе подачи охлаждения исключается местный перегрев шлифуемой поверхности и образование «ожогов». Понятно, что охлаждающая жидкость должна хорошо фильтроваться (обычно это осуществляется в сепараторе центробежным способом).

Тонкое шлифование, при котором можно обеспечить точность обработки до 1-го класса и чистоту поверхности до 10-го класса, характеризуется следующими особенностями:

1) применением мягких мелкозернистых шлифовальных кругов,
2) малой глубиной резания
3) малой скоростью вращения обрабатываемой детали; .
4) большой скоростью вращения шлифовального круга
5) длительным процессом выхаживания;
6) применением интенсивного охлаждения;
7) другими особенностями, присущими скоростному шлифованию.

Тонкое шлифование производят и на бесцентрово-шлифовальных станках, специально предназначенных для этой цели.

В процессе шлифования вследствие износа и последующей правки шлифовального круга происходит изменение его размеров. Поэтому для достижения требуемого размера обрабатываемой поверхности необходимо либо периодически производить ее измерения, прекра щая вращение детали (что связано со значительной затратой времени), либо применять устройства для измерения в процессе шлифования.

Такие устройства широко применяются в крупносерийном и массовом производстве и подразделяются на индикаторные (механические), электроконтактные, электроиндуктивные, пневматические и фотоэлектрические. Наиболее распространены механические и электроконтактные.

Шлифование обычное является наиболее распространенным способом окончательной обработки точных поверхностей вращения. Этот способ обработки, как указывалось выше, имеет столько достоинств, что обработка

поверхностей вращения, точность которых должна соответствовать 2-му классу, в машиностроении производится в большинстве случаев шлифованием. Шлифованием можно обрабатывать поверхности с точностью до 1-го класса, однако в условиях серийного и массового производства экономическая точность обычного круглого шлифования соответствует 2-му классу точности При Достигается чистота поверхности 8-9-го классов..

При тонком шлифовании даже в условиях массового производства экономическая точность обработки соответствует 1-му классу точности, а легко достижимая чистота обработки 10-му классу.

Особенности процесса шлифования на круглошлифовальных и бесцентровошлифовальных станках рассмотрены выше..

Правильное ведение этого процесса, применительно к шлифованию деталей класса валов, возможно лишь при хорошем состоянии центровых углублений, которыми деталь устанавливается в станке. Если шлифование производят после термической обработки деталей, то предварительно исправляют центровые углубления резцом или коническим шлифовальным кругом.

При шлифовании нежестких валов применяются люнеты, которые для этого располагаются против шлифовальных кругов и делаются открытыми (не охватывающими вал).

При скоростном шлифовании (с окружными скоростями шлифовального круга 50 *м/сек* и выше) весьма важным условием является

хорошая сбалансированность шлифовального круга, которую необходимо заполнить до проведения операции шлифования.

При скоростном шлифовании имеет большое значение также тщательная регулировка подшипников шпинделя во избежание вибраций, неизбежных при чрезмерно больших зазорах в этих подшипниках.

В последнее время находит применение метод подачи охлаждающей жидкости через поры шлифовального круга к месту его контакта с обрабатываемой деталью. В этом случае охлаждающая жидкость поступает

через пустотелый шпиндель и под действием центробежных сил выбрасывается на периферию вращающегося круга через его поры. При таком способе подачи охлаждения исключается местный перегрев шлифуемой поверхности и образование «ожогов». Понятно, что охлаждающая жидкость должна хорошо фильтроваться (обычно это осуществляется в сепараторе центробежным способом).

Тонкое шлифование, при котором можно обеспечить точность обработки до 1-го класса и чистоту поверхности до 10-го класса, характеризуется следующими особенностями:

1) применением мягких мелкозернистых шлифовальных кругов,
2) малой глубиной резания
3) малой скоростью вращения обрабатываемой детали; .
4) большой скоростью вращения шлифовального круга
5) длительным процессом выхаживания;
6) применением интенсивного охлаждения;
7) другими особенностями, присущими скоростному шлифованию.

Тонкое шлифование производят и на бесцентрово-шлифовальных станках, специально предназначенных для этой цели.

В процессе шлифования вследствие износа и последующей правки шлифовального круга происходит изменение его размеров. Поэтому для достижения требуемого размера обрабатываемой поверхности необходимо либо периодически производить ее измерения, прекра щая вращение детали (что связано со значительной затратой времени), либо применять устройства для измерения в процессе шлифования.

Такие устройства широко применяются в крупносерийном и массовом производстве и подразделяются на индикаторные (механические), электроконтактные, электроиндуктивные, пневматические и фотоэлектрические. Наиболее распространены механические и электроконтактные.

Шлифование обычное является наиболее распространенным способом окончательной обработки точных поверхностей вращения. Этот способ обработки, как указывалось выше, имеет столько достоинств, что обработка поверхностей вращения, точность которых должна соответствовать 2-му классу, в машиностроении производится в большинстве случаев шлифованием. Шлифованием можно обрабатывать поверхности с точностью до 1-го класса, однако в условиях серийного и массового производства экономическая точность обычного круглого шлифования соответствует 2-му классу точности При Достигается чистота поверхности 8-9-го классов..

При тонком шлифовании даже в условиях массового производства экономическая точность обработки соответствует 1-му классу точности, а легко достижимая чистота обработки 10-му классу.

Особенности процесса шлифования на круглошлифовальных и бесцентровошлифовальных станках рассмотрены выше..

Правильное ведение этого процесса, применительно к шлифованию деталей класса валов, возможно лишь при хорошем состоянии центровых углублений, которыми деталь устанавливается в станке. Если шлифование производят после термической обработки деталей, то предварительно исправляют центровые углубления резцом или коническим шлифовальным кругом.

При шлифовании нежестких валов применяются люнеты, которые для этого располагаются против шлифовальных кругов и делаются открытыми (не охватывающими вал).

При скоростном шлифовании (с окружными скоростями шлифовального круга 50 *м/сек* и выше) весьма важным условием является

хорошая сбалансированность шлифовального круга, которую необходимо заполнить до проведения операции шлифования.

При скоростном шлифовании имеет большое значение также тщательная регулировка подшипников шпинделя во избежание вибраций, неизбежных при чрезмерно больших зазорах в этих подшипниках.

В последнее время находит применение метод подачи охлаждающей жидкости через поры шлифовального круга к месту его контакта с обрабатываемой деталью. В этом случае охлаждающая жидкость поступает через пустотелый шпиндель и под действием центробежных сил выбрасывается на периферию вращающегося круга через его поры. При таком способе подачи охлаждения исключается местный перегрев шлифуемой поверхности и образование «ожогов». Понятно, что охлаждающая жидкость должна хорошо фильтроваться (обычно это осуществляется в сепараторе центробежным способом).

Тонкое шлифование, при котором можно обеспечить точность обработки до 1-го класса и чистоту поверхности до 10-го класса, характеризуется следующими особенностями:

1) применением мягких мелкозернистых шлифовальных кругов,
2) малой глубиной резания
3) малой скоростью вращения обрабатываемой детали; .
4) большой скоростью вращения шлифовального круга
5) длительным процессом выхаживания;
6) применением интенсивного охлаждения;
7) другими особенностями, присущими скоростному шлифованию.

Тонкое шлифование производят и на бесцентрово-шлифовальных станках, специально предназначенных для этой цели.

В процессе шлифования вследствие износа и последующей правки шлифовального круга происходит изменение его размеров. Поэтому для достижения требуемого размера обрабатываемой поверхности необходимо либо периодически производить ее измерения, прекра щая вращение детали (что связано со значительной затратой времени), либо применять устройства для измерения в процессе шлифования.

Такие устройства широко применяются в крупносерийном и массовом производстве и подразделяются на индикаторные (механические), электроконтактные, электроиндуктивные, пневматические и

фотоэлектрические. Наиболее распространены механические и электроконтактные.

Особое значение для хорошей организации труда на рабочем месте имеет правильный подбор оборудования, оргоснастки, механизированного инструмента, учитывающих антропометрические и психофизиологические требования человека.

Расположение оборудования и инструмента на рабочем месте должно обеспечить наиболее короткие и малоутомительные движения; до минимума снизить наклоны и повороты корпуса; исключить лишние перемещения и трудовые движения; обеспечить равномерное выполнение трудовых движений обеими руками.

Для создания таких условий необходимо, чтобы верстак или стол, приспособления, инструменты, стеллажи, а также детали и сборочные единицы, поступающие на сборку, и техническая документация были размещены на рабочем месте следующим образом:

- все предметы, которые рабочий берет только правой или только левой рукой, должны находиться соответственно справа или слева от него; ближе должны лежать предметы, которые требуются чаще всего; все, чем пользуется реже, следует располагать дальше;

- нельзя допускать скученности предметов оснащения, стесняющей действия рабочего, и разбросанности, вызывающей излишние движения;

- каждый предмет должен иметь свое постоянное место, что дает возможность сделать движения рабочего наиболее экономичными.

При размещении на рабочем месте специального оборудования и технологического оснащения необходимо учитывать пределы досягаемости и нормальные зоны движений рук сборщика в горизонтальной и вертикальной плоскостях (рисунок 2.2) и, в частности, слесаря-сборщика, выполняющего-операции запрессовки в крупносерийном и массовом производстве (рисунок 2.3). Наиболее удобная планировка рабочего места сборщика, собирающего изделие с комплектующими деталями весом более 1,6 кг (рисунок 2.4).

Детали и сборочные единицы поступают в стеллаж 1% затем слесарь с помощью электротельфера 2 на монорельсе устанавливает их на пресс 5, производит сборку и транспортирует собранное изделие на склиз 4. В стеллаже 5 расположены мелкие детали для сборки.

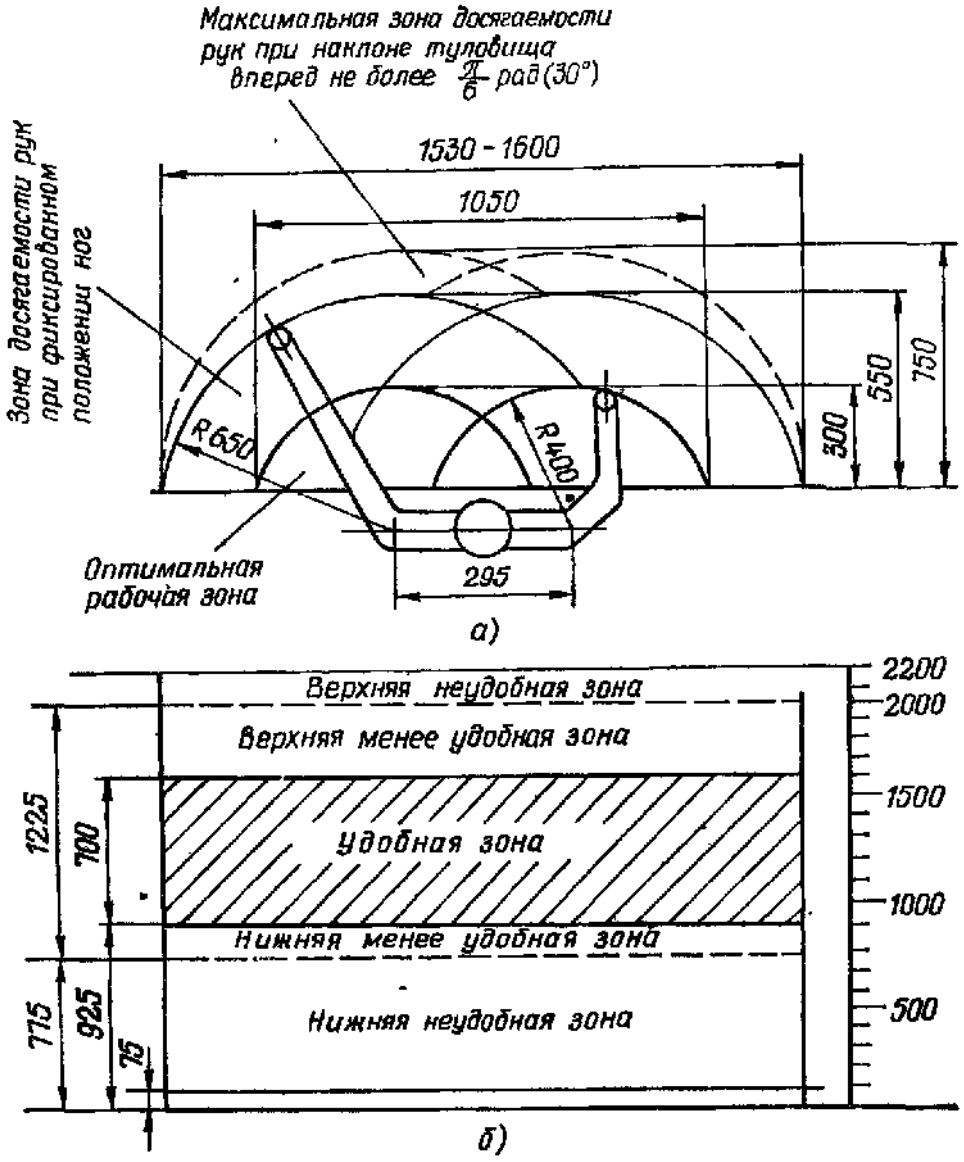


Рисунок 2.2 Пределы досягаемости рук в рабочей зоне слесаря-сборщика; а — оптимальная горизонтальная; б — оптимальная вертикальная

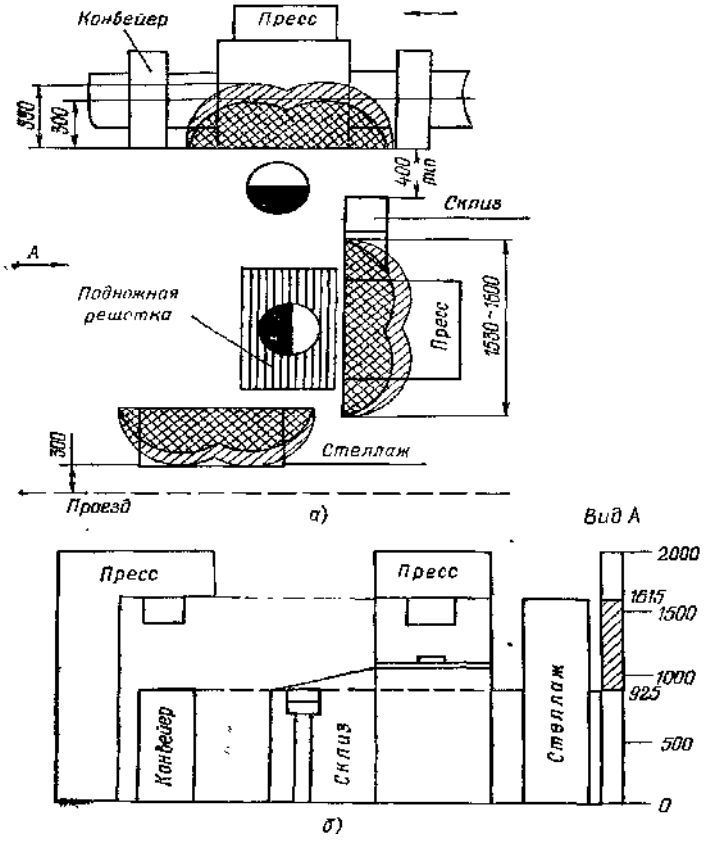


Рисунок 2.3 – Схема организации рабочего места сборщика с учетом оптимальных пределов досягаемости рук:
а — горизонтальная плоскость; б — вертикальная плоскость.

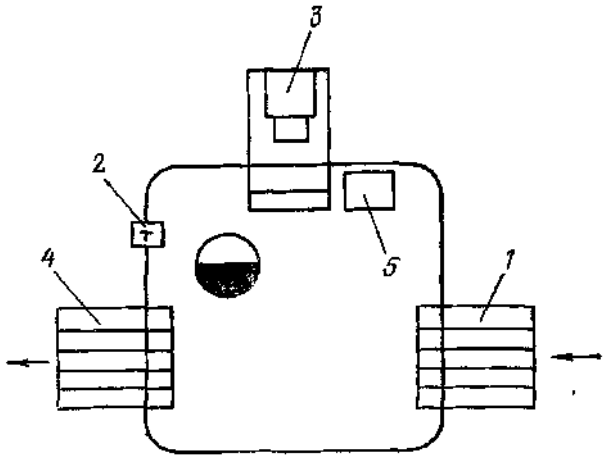


Рисунок 2.4 Планировка рабочего места сборщика, собирающего изделия весом более 16 кг.

3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ СРЕЗАНИЯ ГАЕК

3.1 Общие сведение о станочных приспособлениях

Станочные приспособления — дополнительные устройства к станкам, предназначенные для закрепления обрабатываемых деталей и инструмента. Устройства для крепления режущих инструментов называют также вспомогательным инструментом. К ним относятся различные резцедержатели, борштанги, переходные втулки для сверл и т. д.

Применение приспособлений при обработке деталей обеспечивает повышение точности обработки деталей; сокращение вспомогательного времени (на установку и снятие заготовки), что несколько повышает производительность обработки; устранение трудоемкой операции — разметки перед обработкой, что ускоряет и удешевляет процесс обработки детали.

Кроме того, снижаются требования к квалификации рабочего, что ведет к снижению затрат на рабочую силу; в некоторых случаях создаются условия для многостаночного обслуживания, т. е. повышается производительность обработки; появляется возможность увеличить число одновременно обрабатываемых на станке деталей путем использования многоместных приспособлений, что повышает производительность обработки; создается возможность совмещения вспомогательного времени (установка и снятие заготовки) с основным благодаря применению многоместных приспособлений, что существенно повышает производительность обработки.

Приспособления делятся на пять групп.

1. Станочные приспособления для установки и закрепления заготовок в зависимости от вида обработки для токарных, сверлильных, фрезерных, шлифовальных и других станков.

2. Станочные приспособления для установки и закрепления режущего инструмента. К ним относятся патроны для свёрл, разверток, метчиков, револьверные головки, многошпиндельные сверлильные и фрезерные головки и т. п.

3. Сборочные приспособления, используемые для соединения сопрягаемых деталей изделия, для обеспечения правильной установки соединяемых элементов изделия, для предварительной сборки упругих элементов (пружин, пружинных колец и т. п.).

4. Контрольные приспособления, используемые для проверки отклонения размеров, формы и взаимного расположения поверхностей сборочных единиц и изделий, а также для контроля конструктивных параметров изделия, получающихся в результате сборки.

5. Приспособления для захвата, перемещения и переворота заготовок и собираемых изделий. Эти приспособления часто используют в промышленных роботах, встраиваемых технологические линии при автоматизированном производстве.

К группе приспособлений к токарным и шлифовальным станкам относятся: патроны (ручные и механизированные), планшайбы, люнеты и другие. На плоскошлифовальных станках в качестве установочно-зажимных приспособлений широко используют электромагнитные плиты.

Со сверлильными и расточными станками широко используют машинные тиски с различными приводами зажима заготовок, призмы, угольники, кондукторы, поворотные столы, многошпиндельные сверлильные головки. На фрезерных станках используют разнообразные оправки, машинные тиски с различными приводами зажима заготовок, делительные головки, поворотные столы.

С зубофрезерными станками используют стойки для установки и закрепления заготовок, оправки для фрез, резцовые головки для установки и закрепления резцов при нарезании глобоидных червяков. Большинство из

таких приспособлений стандартизировано и выпускаются станкостроительными предприятиями.

Однако технологические возможности стандартизированных приспособлений ограничены; в реальном производстве весьма широко проектируются и изготовляются приспособления специализированные.

3.2 Проектирование приспособления для срезания гаек

3.2.1 Обзор существующих конструкций

В некоторых случаях из-за коррозии или по каким-либо другим причинам гайки невозможно отвернуть с помощью любых ключей и приспособлений.

Тогда единственное, что можно предпринять,— разрезать гайку, а уже после этого снять ее половинки с болта. Сделать это удобно специальными приспособлениями — ручными или пневматическими.

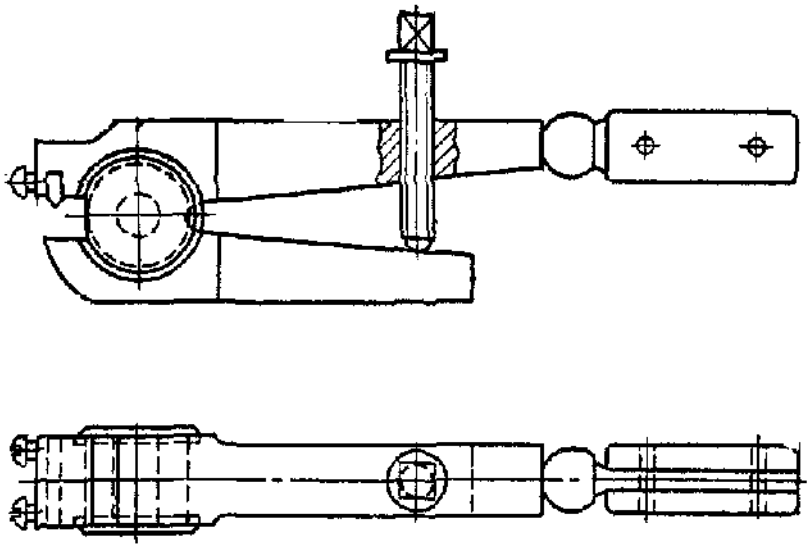
Применение приспособлений для разрезания гаек облегчит работу и обеспечит последующее неоднократное использование болтов.

На практике применяют следующие виды приспособлений для разрезания гаек:

1. **Ручные винтовые приспособления**

а)

б)



в)

Рисунок 3.1 Ручные приспособления для разрезания гаек

Ручные винтовые приспособления состоит из двух рычагов соединенных шарнирно осью.

В коротком конце рычага при помощи двух винтов закреплен резец из быстрорежущей стали РК-5, а в длинном находится силовой винт с квадратной головкой.

Чтобы разрезать гайку, нужно зажать ее между коротким концом рычага и резцом, а затем вращать гаечным ключом силовой винт до тех пор, пока гайка не будет разрезана.

Приспособление такой конструкции позволяет разрезать гайки на болтах диаметром до 12 мм.

2. Пневматические приспособления

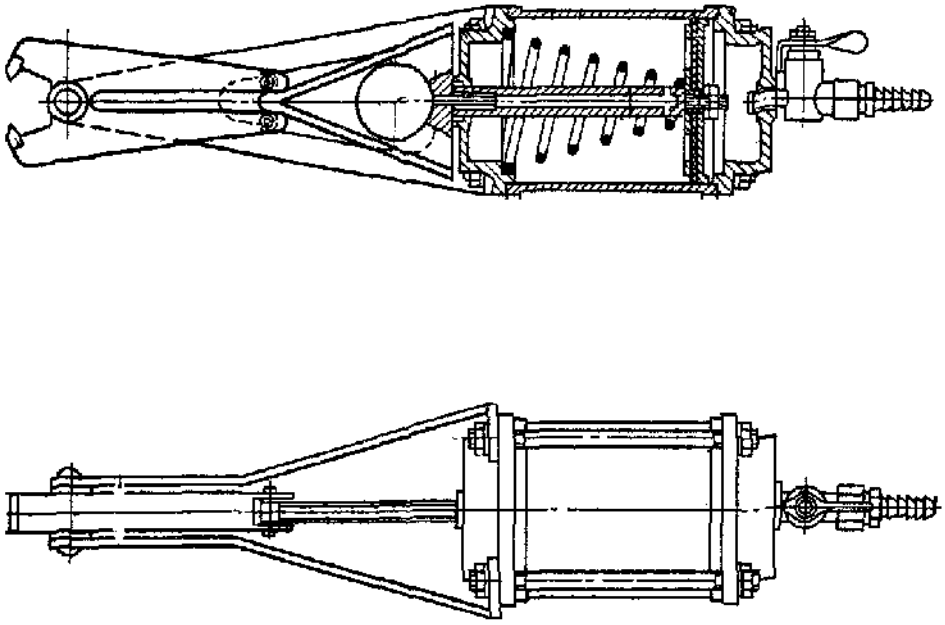


Рисунок 3.2 Пневматическое приспособление

Пневматическое приспособление состоит из цилиндра закрытого с обеих сторон крышками, которые могут быть заимствованы от компрессора автомобиля ЗИЛ-150. В крышку ввернут трехходовой кран от подогревателя автомобиля ГАЗ-53 со штуцером для присоединения к воздухолодающему шлангу.

Внутри цилиндра находится поршень со штоком, на конце которого помещен клин. На крышке стяжными шпильками укреплены две щеки. На концах щек шарнирно посажены два рычага. На концах длинных плеч для уменьшения трения с клином установлены ролики.

Для центрирования цилиндра на крышках и проточены канавки диаметром 83,5 мм на глубину 1,5 мм. Между крышками и цилиндром поставлены уплотнительные прокладки.

Действует это приспособление следующим образом. При открывании крана сжатый воздух под давлением в 6..9 10^5 Па (6—9 кгс/см^2) воздействует на поршень и перемещает его вместе со штоком влево. Находившийся в левой полости цилиндра воздух вытесняется через отверстие в пустотелом штоке и клине. Клин, закрепленный на конце штока, раздвигает рычаги, которые, поворачиваясь на оси резцами разрезают гайку.

После разрезания гайки нужно повернуть кран так, чтобы выпустить воздух из правой стороны цилиндра в атмосферу. При этом пружина переместит поршень в исходное положение.

Описанное пневматическое приспособление позволяет разрезать гайки с болтов диаметром до 22 мм.

3. Гидравлические приспособления

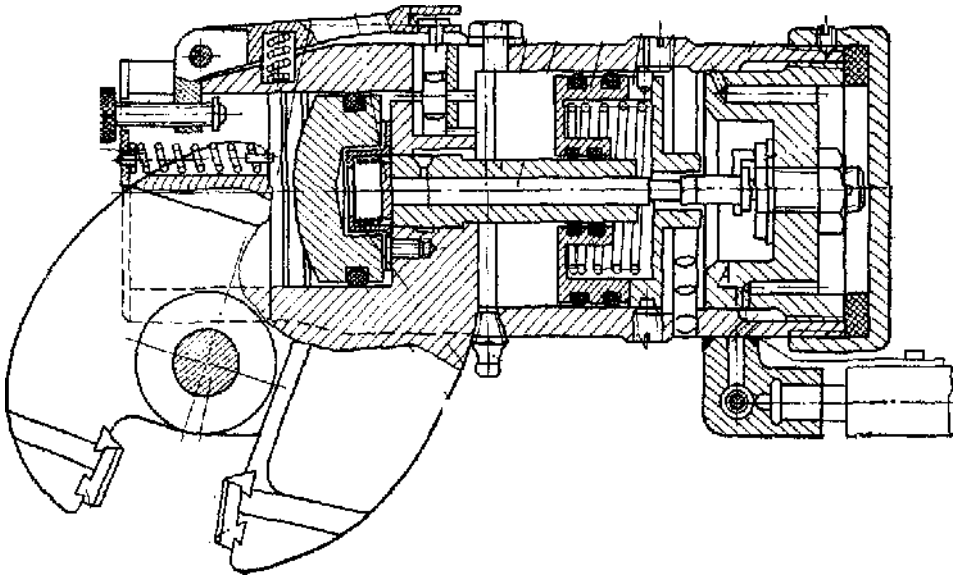


Рисунок 3.3. Гидравлическое приспособление для разрезания гаек

Действие приспособления сводится к следующему. Поршень под действием давления воздуха начнет возвратно-поступательно перемещаться в цилиндре и через поводок увлекать за собой плунжер масляного насоса. Плунжер будет засасывать масло через отверстие в гильзе из масляной

полости и подавать его в цилиндр гидропресса. Клапан при этом препятствует возвращению масла в полость.

Пульсирующие под большим давлением порции масла приведут в колебание поршень гидравлического пресса, одновременно перемещая его в осевом направлении.

Перемещаясь влево, поршень нажмет на подвижный рычаг, который, поворачиваясь вокруг пальца, разрежет гайку двумя клиньями. Когда поршень сожмет пружины (их две) и войдет в соприкосновение с винтом, который, повернувшись вокруг своей оси, утопит золотник и тем самым соединит полость Л с полостью гидропресса, масло начнет перетекать из гидропресса в полость Л и движение рычага прекратится. После прекращения подачи воздуха подвижный рычаг под действием пружины возвратится в исходное положение.

Рабочий ход поршня регулируют винтом в рычаге. Скорость разрезания можно изменить, если, повернуть плунжер вокруг его собственной оси, действуя на зубья поводка через открытое отверстие заглушки. На конце плунжера есть треугольное углубление, при помощи которого и-регулируется количество масла, подаваемого за один рабочий ход (принцип регулировки тот же, что и у топливных насосов дизельных двигателей).

3.2.2 Проектирование приспособления для разрезания гаек

Приспособление предназначено для легкого, быстрого и безопасного удаления повреждённых и заржавевших гаек, которые невозможно открутить гаечными ключами. При работе приспособление не повреждает резьбовую поверхность болта или шпильки. Приспособление работает от выносного гидравлического насоса (в комплект не входит). Небольшие габариты и вес позволяют работать в труднодоступных местах. Простая и надежная конструкция инструмента способствует безотказной и долговечной работе

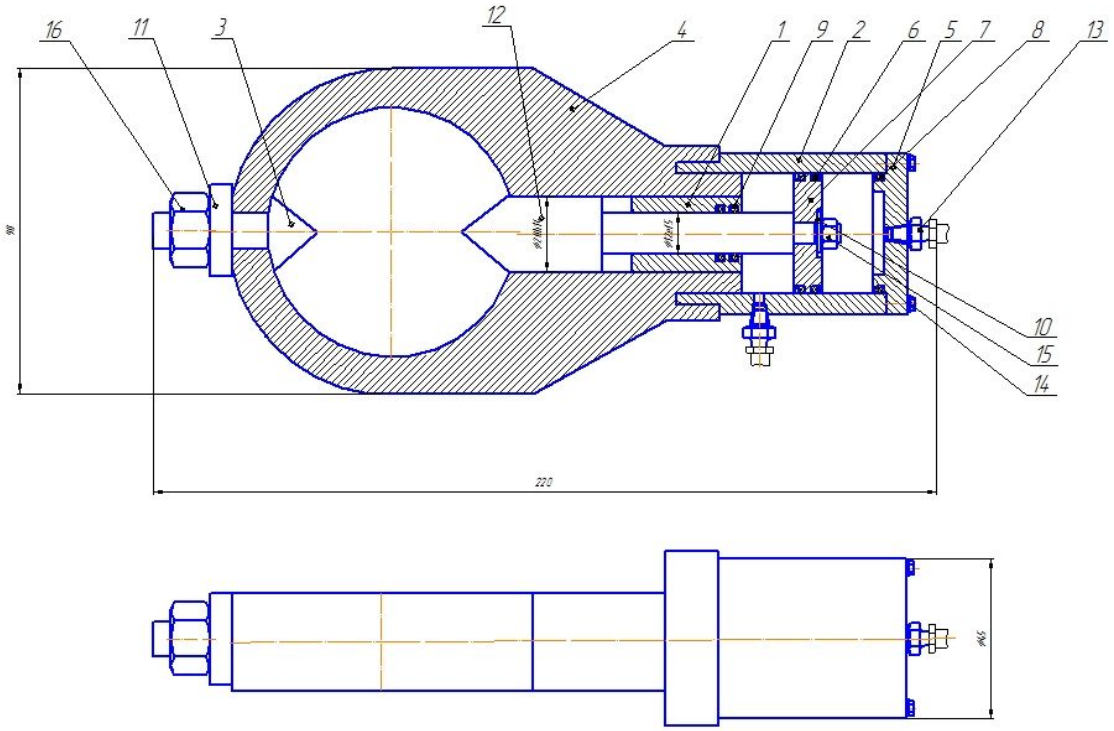


Рисунок 3.4 Приспособление для разрезания гаек

Приспособление работает следующим образом. При подаче давления в полость гильзы 2 поршень 8 перемещает шток 12 и тем самым зажимается гайку между клином 3. Благодаря оснащению штока клиновидным наконечником происходит срезание болта с обеих сторон.

3.2.3 Конструктивные расчеты

Расчет гидроцилиндра

Порядок расчета гидроцилиндра.

Определяем силу привода для зажима обрабатываемой заготовки, т. е. силу, передаваемую штоком гидроцилиндра:

$$Q = W_0 \cdot n \cdot K' \cdot \left(1 + \frac{3l}{l_1} f_1\right) \cdot \frac{a}{b}, \qquad (3.1)$$

где W — требуемая сила зажима на каждом кулачке:

$$W_0 = P_z \cdot \frac{\sin(\alpha/2) \cdot D_1}{n \cdot f \cdot D} \cdot K, \qquad (3.2)$$

где: n — количество кулачков (n = 3);

K’ = 1,05 - коэффициент, учитывающий дополнительные силы трения в патроне;

l — вылет кулачка от его опоры до центра приложения силы зажима (конструктивно *l* = 40 мм);

l_1 — длина направляющей части кулачка (при зажиме заготовки диаметром l_1 = 120 мм в патроне с наружным диаметром 250 мм l_1 = = 65 мм);

f_1 = 0,1 — коэффициент трения в направляющих кулачках;

a и b — плечи рычага привода до оси штока (конструктивно a — 20 мм и Ь=100 мм);

P = 840 Н—сила резания;

a = 90° — угол призмы кулачка (при радиусных кулачках sin *a*/2= 1);

D_1 —диаметр обрабатываемой поверхности (при подрезке торца D_{1max} = 120 мм);

f — коэффициент трения на рабочих поверхностях кулачков (с гладкой поверхностью *f* = 0,25; с кольцевыми канавками *f* = 0,35; с крестообразными канавками *f* = 0,45; с зубьями параллельно оси патрона *f* = = 0,8);

D=120 мм - диаметр зажимной поверхности;

к — коэффициент запаса, определяется применительно к конкретным условиям обработки по формуле:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4, \qquad (3.3)$$

где K_o = 1,5 — гарантированный коэффициент запаса;

K_1 — коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки (для необработанной заготовки K_1= 1,2; для предварительно обработанной заготовки K_1 = 1): принимаем K_1 = 1,2;

K_2 =1...1,9 — коэффициент, учитывающий увеличение сил резания от затупления инструмента: принимаем K_2 = 1;

K_3 =1...1,2 — коэффициент, учитывающий увеличение сил резания при прерывистом резании: принимаем K_3 = 1;

K_4 — коэффициент, учитывающий постоянство сил зажима (для механических, пневматических приводов K_4 = 1; для ручных тисков K_4 =1,3...1,6) откуда получаем:

$$K = 1{,}5 \cdot 1{,}2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1.$$

Подставив цифровые значения величин в формулы (3.1) и (3.2), получим

$$W_0 = 840 \cdot \frac{1 \cdot 120}{3 \cdot 0{,}35 \cdot 120} \cdot 1{,}8 = 1440H;$$

$$Q = 1440 \cdot 3 \cdot 1{,}05 \cdot \left(1 + \frac{3 \cdot 40}{65} 0{,}1\right) \cdot \frac{20}{100} = 1180H,$$

Передаваемая штоком сила (Н) в гидроцилиндрах двустороннего действия равна:

$$Q = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot p \cdot \eta, \qquad (3.4)$$

где D —диаметр поршня гидроцилиндра, мм;

p — давление воздуха в сети, МПа (принимаем p = 39,3 МПа);

η=0,85 — кпд.

Так как значение силы Q известно, определяем диаметр поршня цилиндра и выбираем ближайший больший стандартный размер пневматического вращающегося цилиндра по формуле

$$D = 1.44\sqrt{\frac{Q}{p}}. \qquad (3.5)$$

Выбираем ближайший больший цилиндр с диаметром D=40 мм.

Основные технические требования, предъявляемые к пневматическим цилиндрам, выбирают из справочника [14]

Расчет точности приспособления

При фрезеровании торца втулки требуется обеспечить отклонение от перпендикулярности поверхности относительно поверхности плиты приспособления. Для выполнения этого условия необходимо рассчитать с какой точностью должна быть выполнена при сборке приспособления параллельность поверхности приспособления относительно стола станка, т.е. с каким допуском должен быть выполнен параметр γ.

Расчет ведем по методике изложенной в [5].

Определяем необходимую точность приспособления по параметру у:

1. Определяем погрешность базирования

$$\omega_б = \frac{T}{2} \cdot \sin\frac{\alpha}{2} \qquad (3.6)$$

2. Погрешность закрепления $\omega_з$=0,04.

3. Погрешность установки фактическая $\omega_б + \omega_з$ = 0,15 мм.

4. Суммарная погрешность обработки:

$\omega_{т.с.}$ = 0,015/100 мм,

к·$\omega_б$ = 0,7·0,015 = 0,0105 мм.

5. Допустимая погрешность установки

$[\omega_y] = \sqrt{T^2 - \kappa^2 \cdot \omega^2_{mc}}$ = 0,04-0,00011 = 0,19 мм.

Т.к., $\cdot\omega_б < [\omega_y]$, то предлагаемая схема базирования и конструктивная схема приспособления приемлемы.

6. Суммарная погрешность приспособления

$\omega_{пр} = T - \sqrt{\omega_y - \kappa^2 \cdot \omega^2_{mc}}$ = 0,2 - 0,165 = 0,035 мм.

7. Погрешность собранного приспособления

$$T_c = \omega_{пр} - (\varepsilon_{уп} + \varepsilon_з + \varepsilon_н)$$

где $\varepsilon_{уп}$ - погрешность установки приспособления на станке определяют по формуле исходя из конструктивной схемы:

$$\varepsilon_{уп} = \frac{L \cdot S}{l};$$

где L - длина обрабатываемой заготовки, мм ;

S - максимальный зазор между направляющей шпонкой приспособления и пазом стола станка;

S= 0,07 мм для посадки 14H8/h9;

l- расстояние между шпонками; где *l* = 350мм;

$$\varepsilon_{уп} = \frac{0{,}07 \cdot 250}{350} = 0{,}051 мм$$

e_3 - погрешность закрепления равна нулю, т.к. установка заготовки производится без зазоров;

$e_н$ - погрешность настройки равна нулю.

$T_с$ = 0,2 - (0,051 + 0 + 0) = 0,034 мм .

На чертеже общего вида приспособления должно быть поставлено значение параметра γ = 0,15/100 мм.

Расчет болтов на срез и смятия

Чтобы надежность работы соответствовала нормам, проверяют на срез и смятие отверстия плеч по формулам:

$$\tau_{\max} = \frac{4 \times Q}{\pi \times d^2}, \qquad (3.7)$$

где $\tau_{\max}$ - максимальное усилие на срез болтов, мПа;

Q- усилие распрессовки, Н;

d- диаметр болта, мм;

d=10;

$$\delta_{см} = \frac{P}{\ell \times d}, \qquad (3.8)$$

где $\delta_{см}$ - усилие смятия на стенки отверстия плеча, мПа;

Р- усилие распрессовки, Н;

ℓ -толщина шарнира, мм;

ℓ =9, мм;

Подбираем подходящий диаметр болта стали 45 на срез.

$$\tau_{\max} \langle [\tau]; \quad [\tau] = 670 - 750 \text{ мПа}$$

$$\tau_{\max} = \frac{4 \times 61976}{3{,}14 \times 10^2} = 745{,}5 \text{ мПа};$$

Подбираем подходящую толщину шарнира стали 45 на смятие.

$$\delta_{см} \langle [\delta]; \quad [\delta] = 670\text{-}750 \text{ мПа}$$

$$\delta_{см} = \frac{61976}{10 \times 9} = 688{,}62 \text{ мПа}.$$

Определение фактического усилия создаваемого гидроцилиндром

Определим фактическое усилие создаваемое гидроцилиндром:

$$F_{Г.Ц.} = \frac{\pi * D^2}{4} * P_{КОМ}, \qquad (3.9)$$

где: D – из формулы (3.2), мм;

$P_{КОМ}$ – из формулы (6.2), МПа.

$$F_{Г.Ц.} = \frac{3.14 * 120^2}{4} * 6 = 67824 \text{ Н}.$$

Фактическое усилие выпрессовки рассчитывается по формуле:

$$F_{вып} = \frac{F_{г.ц.} * l_1}{l_2}, \quad (3.10)$$

где: $F_{Г.Ц.}$ – из формулы (3.3), Н;

l_1 и l_2 – из формулы (3.1), мм.

$$F_{вып} = \frac{67824 * 325}{155} = 89528 \text{ Н}.$$

3.3 Планирование мероприятий по безопасности труда

3.3.1 Планирование организационных мероприятий

1. Издать приказ о назначении лиц, ответственных за технику безопасности на всех участках и объектах.

Отв.: Руководитель предприятия Срок: 1.03.2021

2. Проведение дней очистки территории

Отв. : Гл. инженер Срок : ежемесячно

3.3.2. Планирование улучшений условий труда при работах связанных с металлообработкой

1. Установить дополнительные осветительные установки в сборочно-разборочном участке.

Отв.: гл . инженер Срок: с 5.03.2021

3.5.3 Расчет освещения

Расчет естественного и искусственного освещения.

Расчет естественного освещения сводится к определению числа окон при боковом освещении и фрамуг при верхнем освещении. Световая площадь оконных (световых) проемов участка:

$$F_{ок} = F_{уч} \cdot а, \text{ м}^2, \quad (3.11)$$

где $F_{уч}$ – площадь пола участка м^2;

а - световой коэффициент.

$$F_{ок} = 216 \cdot 0,35 = 75,6 м^2.$$

При расчете искусственного освещения надо подсчитать число ламп для одного участка, выбрать темп светильника, определить высоту светильника, разместить их по участку. Общая световая мощность ламп:

$$W_{0СВ} = R \cdot Q \cdot F_у, \text{ Вт.} \quad (3.12)$$

$$W_{0СВ} = 1080 \cdot 1820 \cdot 0,5 \cdot 216 = 212284800 \text{ Вт.}$$

Где R – норма расхода электроэнергии, Вт/кв·м·ч, при расчете принимается равной 15…20 Вт на 1 кв.м. площади пола.

Q — продолжительность работы электрического освещения в течение года, (принимается в среднем 1820·0,5ч);

$F_у$— площадь пола участка, м^2.

3.3.4 Расчет вентиляции

Во всех производственных помещениях ремонтного предприятия применяется естественная, а в некоторых отделениях также и искусственная вентиляция. Расчет естественной вентиляции сводится к определению площадей фрамуг или форточек.

При расчете искусственной вентиляции определяют необходимый воздухообмен, подбирают вентилятор и электродвигатель. Исходя из объема помещения и кратности обмена воздуха производительность вентилятора равна:

$$W = V \cdot k, \text{ ч}^{-1} \quad (3.13)$$

$$W = 216 \cdot 3 \cdot 4 = 2592 \text{ ч}^{-1}$$

V – объем участка, м^2;

K — кратность обмена воздуха, ч$^{-1}$.

В процессе расчетов была подобрана вентиляция модели ЦАГИ-6.

Техническая характеристика вентилятора ЦАГИ-6

Таблица 3.1– Технические данные вентилятора

модель	тип	Подача $м^3$/ч	Развиваемое давление Па	Частота вращения Об/мин	К.П.Д.
ЦАГИ-6	Осевой	5000	100	1000	0,62

3.3.5 Инструкция по охране труда при сборочных работах

«УТВЕРЖДАЮ»

Руководитель

ИНСТРУКЦИЯ
по охране труда для слесаря при механо-сборочных работ

1. Общие требования безопасности

1.1. К самостоятельной работе в качестве слесаря механо-сборочных работ допускаются лица, прошедшие:

- вводный инструктаж;
- инструктаж по пожарной безопасности;
- первичный инструктаж на рабочем месте;
- обучение безопасным методам и приемам труда не менее чем по 10 часовой программе (для работ, к которым предъявляются повышенные требования безопасности - 20 часовой программе);
- инструктаж по электробезопасности на рабочем месте и проверку усвоения его содержания.

Для выполнения обязанностей слесаря механосборочных работ могут быть приняты лица, не имеющие медицинских противопоказаний для данной профессии, прошедшие обучение и инструктаж по охране труда.

1.2. Слесарь должен проходить:

- повторный инструктаж по безопасности труда на рабочем месте не реже, чем через каждые три месяца;
- внеплановый инструктаж: при изменении технологического процесса или правил по охране труда, замене или модернизации производственного

оборудования, приспособлений и инструмента, изменении условий и организации труда, при нарушениях инструкций по охране труда, перерывах в работе более чем на 60 календарных дней (для работ, к которым предъявляются повышенные требования безопасности - 30 календарных дней);

- диспансерный медицинский осмотр –один раз в 2 года.

1.3. Слесарь обязан:

- соблюдать правила внутреннего трудового распорядка, установленные на предприятии;
- соблюдать требования настоящей инструкции, инструкции о мерах пожарной безопасности, инструкции по электробезопасности;
- соблюдать требования безопасности при использовании переносного электроинструмента; эксплуатации оборудования;
- использовать по назначению и бережно относиться к выданным средствам индивидуальной защиты.

1.4. Слесарь должен:

- уметь оказывать первую (доврачебную) помощь пострадавшему при несчастном случае;
- знать местоположение средств оказания доврачебной помощи, первичных средств пожаротушения, главных и запасных выходов, путей эвакуации в случае аварии или пожара;
- выполнять только порученную работу и не передавать ее другим без разрешения мастера или начальника цеха;
- во время работы быть внимательным, не отвлекаться и не отвлекать других, не допускать на рабочее место лиц, не имеющих отношения к работе;
- содержать рабочее место в чистоте и порядке.

1.5. Слесарь должен знать и соблюдать правила личной гигиены. Принимать пищу, курить, отдыхать только в специально отведенных для этого помещениях и местах. Пить воду только из специально предназначенных для этого установок.

1.6. При обнаружении неисправностей оборудования, приспособлений, инструментов и других недостатках или опасностях на рабочем месте немедленно сообщить мастеру или начальнику цеха. Приступить к работе можно только с их разрешения после устранения всех недостатков.

1.7. При обнаружении загорания или в случае пожара:

- отключить оборудование;
- сообщить в пожарную охрану и администрации;
- приступить к тушению пожара имеющимися в цехе первичными средствами пожаротушения в соответствии с инструкцией по пожарной безопасности.

При угрозе жизни - покинуть помещение.

1.8. При несчастном случае оказать пострадавшему первую (доврачебную) помощь, немедленно сообщить о случившемся мастеру или начальнику цеха, принять меры к сохранению обстановки происшествия (состояние оборудования), если это не создает опасности для окружающих.

1.9. За невыполнение требований безопасности, изложенных в настоящей инструкции, слесарь несет ответственность согласно действующему законодательству.

1.10. В соответствии с "Типовыми отраслевыми нормами бесплатной выдачи рабочим и служащим специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты" слесарю- ремонтнику полагается: костюм хлопчатобумажный - срок носки 12 месяцев и рукавицы комбинированные - срок носки 2 месяца. Постоянно занятые вне помещения сборкой и монтажом зимой дополнительно: куртка хлопчатобумажная на утепляющей прокладке - срок носки 30 месяцев; брюки хлопчатобумажные - срок носки 30 месяцев.

Хранить выданные средства индивидуальной защиты следует в гардеробной в шкафу, сдавать в стирку и ремонт в установленном порядке.

1.11. Основными опасными и вредными производственными факторами при определенных обстоятельствах могут быть:

- элементы производственного оборудования;
- детали;
- неисправные рабочий инструмент, приспособления и оборудование;
- электроток;
- электрооборудование или электропроводка;
- повышенная запыленность воздуха;
- повышенный уровень шума.

1.12. При нахождении на железной дороге слесарь обязан дополнительно соблюдать следующие требования:

-проходить к месту работы и с работы только установленными маршрутами;

-проходить вдоль путей только по обочине или посредине междупутья;

-проходить пути только под прямым углом, предварительно убедившись, что в этом месте нет движущегося состава;

-переходить путь, занятый подвижным составом, пользуясь тормозными площадками, убедившись в исправности поручней и подножек;

-при сходе с тормозной площадки вагона держаться за поручни, находясь лицом к вагону;

-обходить группы вагонов или локомотивов, стоящие на пути, на расстоянии не менее 5 м от автосцепки;

-проходить между расцепленными вагонами, если расстояние между автосцепками этих вагонов не менее 10 м ;

-обращать внимание на показания ограждающих светофоров.

2. Требования безопасности перед началом работы

2.1. Убедиться в исправности и надеть спецодежду, волосы убрать под берет или кепку.

2.2. Проверить свое рабочее место, оно должно быть равномерно освещено (без бликов), не загромождено посторонними предметами.

2.3. Проверить исправность инструмента и приспособлений при проведении механо-сборочных работ:

- электрического переносного инструмента;
- рукоятка ударного инструмента (молотка и т.д.) должна иметь овальную форму в поперечном сечении и быть прямой;
- поверхность бойка молотка должна быть выпуклой, гладкой, нескошенной, без заусенцев;
- веретено ручного инструмента с заостренным рабочим концом (напильники, отвертки и т.д.) должно надежно закрепляться в ровной, гладко зачищенной рукоятке, которая, для большей прочности, должна быть стянута с обоих концов металлическими бандажными кольцами;
- отвертки должны быть с неискривленными стержнями, так как возможно соскальзывание лезвия с головки винта или шурупа и травмирование рук;
- гаечные ключи должны соответствовать размерам болтов и гаек, зевы гаечных ключей должны иметь строго параллельные губки, расстояние между которыми должно соответствовать стандартному размеру, обозначенному на ключе;
- торцовые и накидные ключи не должны смещаться в соединенных подвижных частях.

3. Требования безопасности во время работы

3.1. Выполняй только ту работу, которую поручил мастер.

3.2. Детали располагают слева, а инструмент, необходимый для их сборки, - справа. Все предметы должны размещаться в зоне максимальной досягаемости рук рабочего, его руки должны быть свободны от выполнения поддерживающих движений (эти функции должны выполнять приспособления).

3.3. Выполняя механо-сборочные операции, соблюдать положения технологической карты.

3.4. При механо-сборочных работах необходимо соблюдать правила пожарной безопасности.

3.5. Работать только исправными инструментами..

3.6. Работу зубилом выполнять в защитных очках.

3.7. При использовании переносного электроинструмента (дрель, щлифмашинка и т.д.), при установке металлических дверей клиенту, пользоваться специальной электропроводкой на напряжение 42В и соблюдать следующие требования безопасности:

-перед включением убедиться в заземлении корпуса и исправной изоляции проводов;

-проверить инструмента на холостом ходу;

-при напряжении более 42В пользоваться индивидуальными средствами защиты (диэлектрические перчатки, коврики);

-при прекращении работы отключить инструмент.

3.8. При работе электродрелью предметы, подлежащие сверлению, необходимо надежно закрепить. Касаться руками вращающегося режущего инструмента запрещается.

3.9. Не удалять стружку или опилки руками во время работы инструмента. Стружка и опилки подлежат удалению после полной остановки электроинструмента специальными крючками или щетками.

3.10. Работать дрелью не более 2/3 длительности рабочего дня. В соответствии с санитарными нормами предусмотреть 10-15 минутные перерывы после каждого часа работы.

3.11. С целью защиты от поражения электротоком при работе с электроинструментом пользоваться резиновыми перчатками и резиновыми ковриками.

3.12. В целях безопасности следить за исправностью изоляции, не допускать механических повреждений кабеля.

3.13. При перерывах в работе отключать электроинструмент. Не производить подключение электроинструмента к электросети при отсутствии специального безопасного штепсельного разъема. Это должен сделать электромонтер.

3.14. При внезапной остановке электроинструмента он должен быть отключен выключателем.

3.15. Лицам, работающим с электроинструментом, самим не разбирать и не ремонтировать инструмент, кабель, штепсельные соединения, другие части.

3.16. При снятии или установке деталей и узлов на машине, пользоваться инструментом и приспособлениями, предусмотренными для выполнения данного вида работ.

4. Требования безопасности в аварийных ситуациях

4.1. При аварийных ситуациях приостановить работы, выйти из опасной зоны, при необходимости вывести работающих рядом. При опасности возникновения несчастного случая принять меры по его предупреждению (остановить оборудование или соответствующий механизм, оградить опасную зону). О случившемся поставить в известность руководителя работ.

4.2. При возникновении пожара немедленно вызвать пожарную охрану по телефону 01, удалить в безопасное место людей и по возможности горючие вещества, приступить к тушению огня имеющимися первичными средствами пожаротушения. О пожаре поставить в известность руководство.

4.3. Оказать доврачебную помощь пострадавшим при получении травмы и вызвать скорую помощь, поставить в известность руководителя работ.

5. Требования безопасности по окончании работы

5.1. Привести в порядок свое рабочее место. Инструменты, приспособления убрать в отведенное для них место.

5.2. Проверить рабочее место в противопожарном отношении.

5.3. Снять спецодежду, убрать ее в шкаф, вымыть руки и лицо с мылом, по возможности принять душ, применять для мытья химические вещества запрещается.

3.4 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.

Шлифование обычное является наиболее распространенным способом окончательной обработки точных поверхностей вращения. Этот способ обработки, как указывалось выше, имеет столько достоинств, что обработка поверхностей вращения, точность которых должна соответствовать 2-му классу, в машиностроении производится в большинстве случаев шлифованием. Шлифованием можно обрабатывать поверхности с точностью до 1-го класса, однако в условиях серийного и массового производства экономическая точность обычного круглого шлифования соответствует 2-му классу точности При Достигается чистота поверхности 8-9-го классов..

При тонком шлифовании даже в условиях массового производства экономическая точность обработки соответствует 1-му классу точности, а легко достижимая чистота обработки 10-му классу.

Особенности процесса шлифования на круглошлифовальных и бесцентровошлифовальных станках рассмотрены выше..

Правильное ведение этого процесса, применительно к шлифованию деталей класса валов, возможно лишь при хорошем состоянии центровых углублений, которыми деталь устанавливается в станке. Если шлифование производят после термической обработки деталей, то предварительно исправляют центровые углубления резцом или коническим шлифовальным кругом.

При шлифовании нежестких валов применяются люнеты, которые для этого располагаются против шлифовальных кругов и делаются открытыми (не охватывающими вал).

При скоростном шлифовании (с окружными скоростями шлифовального круга 50 *м/сек* и выше) весьма важным условием является

хорошая сбалансированность шлифовального круга, которую необходимо заполнить до проведения операции шлифования.

При скоростном шлифовании имеет большое значение также тщательная регулировка подшипников шпинделя во избежание вибраций, неизбежных при чрезмерно больших зазорах в этих подшипниках.

В последнее время находит применение метод подачи охлаждающей жидкости через поры шлифовального круга к месту его контакта с обрабатываемой деталью. В этом случае охлаждающая жидкость поступает через пустотелый шпиндель и под действием центробежных сил выбрасывается на периферию вращающегося круга через его поры. При таком способе подачи охлаждения исключается местный перегрев шлифуемой поверхности и образование «ожогов». Понятно, что охлаждающая жидкость должна хорошо фильтроваться (обычно это осуществляется в сепараторе центробежным способом).

Тонкое шлифование, при котором можно обеспечить точность обработки до 1-го класса и чистоту поверхности до 10-го класса, характеризуется следующими особенностями:

1) применением мягких мелкозернистых шлифовальных кругов,
2) малой глубиной резания
3) малой скоростью вращения обрабатываемой детали; .
4) большой скоростью вращения шлифовального круга
5) длительным процессом выхаживания;
6) применением интенсивного охлаждения;
7) другими особенностями, присущими скоростному шлифованию.

Тонкое шлифование производят и на бесцентрово-шлифовальных станках, специально предназначенных для этой цели.

В процессе шлифования вследствие износа и последующей правки шлифовального круга происходит изменение его размеров. Поэтому для достижения требуемого размера обрабатываемой поверхности необходимо либо периодически производить ее измерения, прекра щая вращение детали (что связано со значительной затратой времени), либо применять устройства для измерения в процессе шлифования.

Такие устройства широко применяются в крупносерийном и массовом производстве и подразделяются на индикаторные (механические), электроконтактные, электроиндуктивные, пневматические и фотоэлектрические. Наиболее распространены механические и электроконтактные.

Шлифование обычное является наиболее распространенным способом окончательной обработки точных поверхностей вращения. Этот способ обработки, как указывалось выше, имеет столько достоинств, что обработка поверхностей вращения, точность которых должна соответствовать 2-му классу, в машиностроении производится в большинстве случаев шлифованием. Шлифованием можно обрабатывать поверхности с точностью до 1-го класса, однако в условиях серийного и массового производства экономическая точность обычного круглого шлифования соответствует 2-му классу точности При Достигается чистота поверхности 8-9-го классов..

При тонком шлифовании даже в условиях массового производства экономическая точность обработки соответствует 1-му классу точности, а легко достижимая чистота обработки 10-му классу.

Особенности процесса шлифования на круглошлифовальных и бесцентровошлифовальных станках рассмотрены выше..

Правильное ведение этого процесса, применительно к шлифованию деталей класса валов, возможно лишь при хорошем состоянии центровых углублений, которыми деталь устанавливается в станке. Если шлифование производят после термической обработки деталей, то предварительно исправляют центровые углубления резцом или коническим шлифовальным кругом.

При шлифовании нежестких валов применяются люнеты, которые для этого располагаются против шлифовальных кругов и делаются открытыми (не охватывающими вал).

При скоростном шлифовании (с окружными скоростями шлифовального круга 50 *м/сек* и выше) весьма важным условием является

хорошая сбалансированность шлифовального круга, которую необходимо заполнить до проведения операции шлифования.

При скоростном шлифовании имеет большое значение также тщательная регулировка подшипников шпинделя во избежание вибраций, неизбежных при чрезмерно больших зазорах в этих подшипниках.

В последнее время находит применение метод подачи охлаждающей жидкости через поры шлифовального круга к месту его контакта с обрабатываемой деталью. В этом случае охлаждающая жидкость поступает через пустотелый шпиндель и под действием центробежных сил выбрасывается на периферию вращающегося круга через его поры. При таком способе подачи охлаждения исключается местный перегрев шлифуемой поверхности и образование «ожогов». Понятно, что охлаждающая жидкость должна хорошо фильтроваться (обычно это осуществляется в сепараторе центробежным способом).

Тонкое шлифование, при котором можно обеспечить точность обработки до 1-го класса и чистоту поверхности до 10-го класса, характеризуется следующими особенностями:

1) применением мягких мелкозернистых шлифовальных кругов,
2) малой глубиной резания
3) малой скоростью вращения обрабатываемой детали; .
4) большой скоростью вращения шлифовального круга
5) длительным процессом выхаживания;
6) применением интенсивного охлаждения;
7) другими особенностями, присущими скоростному шлифованию.

Тонкое шлифование производят и на бесцентрово-шлифовальных станках, специально предназначенных для этой цели.

В процессе шлифования вследствие износа и последующей правки шлифовального круга происходит изменение его размеров. Поэтому для достижения требуемого размера обрабатываемой поверхности необходимо либо периодически производить ее измерения, прекра щая вращение детали (что связано со значительной затратой времени), либо применять устройства для измерения в процессе шлифования.

Такие устройства широко применяются в крупносерийном и массовом производстве и подразделяются на индикаторные (механические), электроконтактные, электроиндуктивные, пневматические и фотоэлектрические. Наиболее распространены механические и электроконтактные.

Шлифование обычное является наиболее распространенным способом окончательной обработки точных поверхностей вращения. Этот способ обработки, как указывалось выше, имеет столько достоинств, что обработка поверхностей вращения, точность которых должна соответствовать 2-му классу, в машиностроении производится в большинстве случаев шлифованием. Шлифованием можно обрабатывать поверхности с точностью до 1-го класса, однако в условиях серийного и массового производства

экономическая точность обычного круглого шлифования соответствует 2-му классу точности При Достигается чистота поверхности 8-9-го классов..

При тонком шлифовании даже в условиях массового производства экономическая точность обработки соответствует 1-му классу точности, а легко достижимая чистота обработки 10-му классу.

Особенности процесса шлифования на круглошлифовальных и бесцентровошлифовальных станках рассмотрены выше..

Правильное ведение этого процесса, применительно к шлифованию деталей класса валов, возможно лишь при хорошем состоянии центровых углублений, которыми деталь устанавливается в станке. Если шлифование производят после термической обработки деталей, то предварительно исправляют центровые углубления резцом или коническим шлифовальным кругом.

При шлифовании нежестких валов применяются люнеты, которые для этого располагаются против шлифовальных кругов и делаются открытыми (не охватывающими вал).

При скоростном шлифовании (с окружными скоростями шлифовального круга 50 *м/сек* и выше) весьма важным условием является

хорошая сбалансированность шлифовального круга, которую необходимо заполнить до проведения операции шлифования.

При скоростном шлифовании имеет большое значение также тщательная регулировка подшипников шпинделя во избежание вибраций, неизбежных при чрезмерно больших зазорах в этих подшипниках.

В последнее время находит применение метод подачи охлаждающей жидкости через поры шлифовального круга к месту его контакта с обрабатываемой деталью. В этом случае охлаждающая жидкость поступает через пустотелый шпиндель и под действием центробежных сил выбрасывается на периферию вращающегося круга через его поры. При таком способе подачи охлаждения исключается местный перегрев шлифуемой поверхности и образование «ожогов». Понятно, что

охлаждающая жидкость должна хорошо фильтроваться (обычно это осуществляется в сепараторе центробежным способом).

Тонкое шлифование, при котором можно обеспечить точность обработки до 1-го класса и чистоту поверхности до 10-го класса, характеризуется следующими особенностями:

1) применением мягких мелкозернистых шлифовальных кругов,
2) малой глубиной резания
3) малой скоростью вращения обрабатываемой детали; .
4) большой скоростью вращения шлифовального круга
5) длительным процессом выхаживания;
6) применением интенсивного охлаждения;
7) другими особенностями, присущими скоростному шлифованию.

Тонкое шлифование производят и на бесцентрово-шлифовальных станках, специально предназначенных для этой цели.

В процессе шлифования вследствие износа и последующей правки шлифовального круга происходит изменение его размеров. Поэтому для достижения требуемого размера обрабатываемой поверхности необходимо либо периодически производить ее измерения, прекра щая вращение детали (что связано со значительной затратой времени), либо применять устройства для измерения в процессе шлифования.

Такие устройства широко применяются в крупносерийном и массовом производстве и подразделяются на индикаторные (механические), электроконтактные, электроиндуктивные, пневматические и фотоэлектрические. Наиболее распространены механические и электроконтактные.

Шлифование обычное является наиболее распространенным способом окончательной обработки точных поверхностей вращения. Этот способ обработки, как указывалось выше, имеет столько достоинств, что обработка поверхностей вращения, точность которых должна соответствовать 2-му классу, в машиностроении производится в большинстве случаев

шлифованием. Шлифованием можно обрабатывать поверхности с точностью до 1-го класса, однако в условиях серийного и массового производства экономическая точность обычного круглого шлифования соответствует 2-му классу точности При Достигается чистота поверхности 8-9-го классов..

При тонком шлифовании даже в условиях массового производства экономическая точность обработки соответствует 1-му классу точности, а легко достижимая чистота обработки 10-му классу.

Особенности процесса шлифования на круглошлифовальных и бесцентровошлифовальных станках рассмотрены выше..

Правильное ведение этого процесса, применительно к шлифованию деталей класса валов, возможно лишь при хорошем состоянии центровых углублений, которыми деталь устанавливается в станке. Если шлифование производят после термической обработки деталей, то предварительно исправляют центровые углубления резцом или коническим шлифовальным кругом.

При шлифовании нежестких валов применяются люнеты, которые для этого располагаются против шлифовальных кругов и делаются открытыми (не охватывающими вал).

При скоростном шлифовании (с окружными скоростями шлифовального круга 50 *м/сек* и выше) весьма важным условием является

хорошая сбалансированность шлифовального круга, которую необходимо заполнить до проведения операции шлифования.

При скоростном шлифовании имеет большое значение также тщательная регулировка подшипников шпинделя во избежание вибраций, неизбежных при чрезмерно больших зазорах в этих подшипниках.

В последнее время находит применение метод подачи охлаждающей жидкости через поры шлифовального круга к месту его контакта с обрабатываемой деталью. В этом случае охлаждающая жидкость поступает через пустотелый шпиндель и под действием центробежных сил выбрасывается на периферию вращающегося круга через его поры. При

таком способе подачи охлаждения исключается местный перегрев шлифуемой поверхности и образование «ожогов». Понятно, что охлаждающая жидкость должна хорошо фильтроваться (обычно это осуществляется в сепараторе центробежным способом).

Тонкое шлифование, при котором можно обеспечить точность обработки до 1-го класса и чистоту поверхности до 10-го класса, характеризуется следующими особенностями:

1) применением мягких мелкозернистых шлифовальных кругов,
2) малой глубиной резания
3) малой скоростью вращения обрабатываемой детали; .
4) большой скоростью вращения шлифовального круга
5) длительным процессом выхаживания;
6) применением интенсивного охлаждения;
7) другими особенностями, присущими скоростному шлифованию.

Тонкое шлифование производят и на бесцентрово-шлифовальных станках, специально предназначенных для этой цели.

В процессе шлифования вследствие износа и последующей правки шлифовального круга происходит изменение его размеров. Поэтому для достижения требуемого размера обрабатываемой поверхности необходимо либо периодически производить ее измерения, прекра щая вращение детали (что связано со значительной затратой времени), либо применять устройства для измерения в процессе шлифования.

Такие устройства широко применяются в крупносерийном и массовом производстве и подразделяются на индикаторные (механические), электроконтактные, электроиндуктивные, пневматические и фотоэлектрические. Наиболее распространены механические и электроконтактные.

Шлифование обычное является наиболее распространенным способом окончательной обработки точных поверхностей вращения. Этот способ обработки, как указывалось выше, имеет столько достоинств, что обработка

поверхностей вращения, точность которых должна соответствовать 2-му классу, в машиностроении производится в большинстве случаев шлифованием. Шлифованием можно обрабатывать поверхности с точностью до 1-го класса, однако в условиях серийного и массового производства экономическая точность обычного круглого шлифования соответствует 2-му классу точности При Достигается чистота поверхности 8-9-го классов..

При тонком шлифовании даже в условиях массового производства экономическая точность обработки соответствует 1-му классу точности, а легко достижимая чистота обработки 10-му классу.

Особенности процесса шлифования на круглошлифовальных и бесцентровошлифовальных станках рассмотрены выше..

Правильное ведение этого процесса, применительно к шлифованию деталей класса валов, возможно лишь при хорошем состоянии центровых углублений, которыми деталь устанавливается в станке. Если шлифование производят после термической обработки деталей, то предварительно исправляют центровые углубления резцом или коническим шлифовальным кругом.

При шлифовании нежестких валов применяются люнеты, которые для этого располагаются против шлифовальных кругов и делаются открытыми (не охватывающими вал).

При скоростном шлифовании (с окружными скоростями шлифовального круга 50 *м/сек* и выше) весьма важным условием является

хорошая сбалансированность шлифовального круга, которую необходимо заполнить до проведения операции шлифования.

При скоростном шлифовании имеет большое значение также тщательная регулировка подшипников шпинделя во избежание вибраций, неизбежных при чрезмерно больших зазорах в этих подшипниках.

В последнее время находит применение метод подачи охлаждающей жидкости через поры шлифовального круга к месту его контакта с обрабатываемой деталью. В этом случае охлаждающая жидкость поступает

через пустотелый шпиндель и под действием центробежных сил выбрасывается на периферию вращающегося круга через его поры. При таком способе подачи охлаждения исключается местный перегрев шлифуемой поверхности и образование «ожогов». Понятно, что охлаждающая жидкость должна хорошо фильтроваться (обычно это осуществляется в сепараторе центробежным способом).

Тонкое шлифование, при котором можно обеспечить точность обработки до 1-го класса и чистоту поверхности до 10-го класса, характеризуется следующими особенностями:

1) применением мягких мелкозернистых шлифовальных кругов,
2) малой глубиной резания
3) малой скоростью вращения обрабатываемой детали; .
4) большой скоростью вращения шлифовального круга
5) длительным процессом выхаживания;
6) применением интенсивного охлаждения;
7) другими особенностями, присущими скоростному шлифованию.

Тонкое шлифование производят и на бесцентрово-шлифовальных станках, специально предназначенных для этой цели.

В процессе шлифования вследствие износа и последующей правки шлифовального круга происходит изменение его размеров. Поэтому для достижения требуемого размера обрабатываемой поверхности необходимо либо периодически производить ее измерения, прекра щая вращение детали (что связано со значительной затратой времени), либо применять устройства для измерения в процессе шлифования.

Такие устройства широко применяются в крупносерийном и массовом производстве и подразделяются на индикаторные (механические), электроконтактные, электроиндуктивные, пневматические и фотоэлектрические. Наиболее распространены механические и электроконтактные.

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 (феномен активного отдыха И.М. Сеченова). 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 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.

В любом виде человеческого труда наблюдаются три фазы: врабатываемость, стабильна работоспособность и снижение

работоспособности. Это явление объясняется особенностями работы центральной нервной системы.

Вначале требуется определённое время на переключение внимания человека от домашних и прочих забот на трудовую деятельность, т. е. восстановление стереотипа рабочих движений. Продолжительность фазы врабатываемости зависит от характера труда и может составлять от 10-20 мин до 1 часа. При простых рабочих движениях этот период короче, при сложных, требующих значительного напряжения внимания, он длиннее.

Научная организация труда призвана уменьшить периоды пониженной производительности, т. е. уменьшить фазу врабатываемости и фазу снижения работоспособности. Это достигается разумным чередованием работы и отдыха, правильной организацией рабочих мест, использованием функциональной музыки, средств производственной гимнастики (утренней гимнастики, вводной гимнастики и физкультурной паузы).

Производственная гимнастика среди прочих средств сохранения здоровья занимает особое положение. Кроме активного отдыха она обеспечивает и физическое совершенствование работников, противодействует неблагоприятным воздействиям некоторых рабочих поз и нагрузок.

Физкультурная пауза, проводимая в начале периода снижения работоспособности, вовлекает в работу мышцы, не участвующие в производственной деятельности. Это приводит к возбуждению их центров, расположенных в коре головного мозга. По закону одновременной индукции в других участках коры головного мозга, в том числе в центрах, иннервирующих мышцы, выполнявшие основную производственную нагрузку, развивается торможение, которое и способствует быстрейшему восстановлению работоспособности утомлённых центров, предупреждая их от чрезмерного истощения и преждевременного изнашивания. Таким образом достигается оздоровительный эффект.

В зависимости от особенностей физического развития того или иного коллектива рабочих или служащих должны ставиться разные оздоровительные задачи.

Характерные профзаболевания: остеохондроз, радикулиты, пневмонии, аллергические заболевания, бронхиальная астма, дерматиты, нарушение иммунитета (снижение защитных сил организма на клеточном уровне).

Схема построения комплекса упражнений производственной гимнастики для профессии «Сборщик»:

1. Упражнения с чередованием напряжения и расслабления;

2. Дыхательная гимнастика.

3.Упражнения на координацию движений;

4.Упражнения для глаз.

5.Упражнения для нижних конечностей.

6.Упражнения для мышц спины.

7. Упражнения для мышц туловища, рук и ног.

3.5 Экономическое обоснование конструкции приспособления

3.5.1 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 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:

$$G_м = \left(G_к + G_р\right) \cdot K \text{ ,} \cdot кг \qquad (3.13)$$

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

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

K- коэффициент учитывающий массу расходуемых на изготовление конструкций монтажных материалов

K= 1,05…1,15

Массу сконструированных деталей, узлов и агрегатов заносим в таблице 3.1

Таблица 3.1-Расчет массы сконструированных узлов

Наименование детали	Объем детали, $см^3$	Удельный вес, $кг/см^3$	Масса детали, кг
1	2	3	4
Корпус	205,1	$7{,}8\times10^{-3}$	1,6
Рукоятка	66,6	$7{,}8\times10^{-3}$	0,520
Храповик	52	$7{,}8\times10^{-3}$	0,405
Обойма	96	$7{,}8\times10^{-3}$	0,748
Всего	-	–	3,273

$$G_M = (3{,}273 + 0{,}54) \cdot 1{,}05 = 4{,}05 кг.$$

Для определения стоимости конструкции машин воспользуемся способом аналогии по сопоставимости массы

$$C_б = \frac{C_{стар} \cdot G_{стар} \cdot \sigma}{G_{нов}} \quad (3.14)$$

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

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

σ – коэффициент удействление конструкции (σ = 0,9…0,95)

$$C_б = \frac{5000 \cdot 3{,}1 \cdot 0{,}95}{4{,}05} = 3676{,}54 руб.$$

Для расчетов принимаем $C_б$ = *3700 рублей*.

3.5.2 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.	3,1	4,05
Балансовая стоимость $C_б$, руб.	5000	3700
Количество обслуживающего персонала, чел.	1	1
Разряд работы	IV	IV
Тарифная ставка *З*, руб. чел/ч	200	200
Норма затрат на ремонт и ТО $A_{рто}$, %	16	16
Норма амортизации *а*, %	14,2	14,2
Годовая загрузка $T_{год}$, час.	1200	1200
Часовая производительность $W_ч$, шт/час	8,8	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:

$$M_e = \frac{G}{W_ч \cdot T_{год} \cdot T_{сл.}}, \text{ кг/шт.} \quad (3.15)$$

где G – масса, *кг*;

$N_{год}$ – годовая загрузка, *шт.*;

$T_{сл.}$ – срок службы, *лет*.

$$M_e^0 = \frac{3{,}1}{8{,}8 \cdot 1200 \cdot 10} = 2{,}9 \cdot 10^{-5} \text{ кг/шт.}$$

$$M_e^1 = \frac{4{,}05}{14{,}3 \cdot 1200 \cdot 10} = 2{,}36 \cdot 10^{-5} \text{ кг/шт.}$$

Фондоемкость процесса (общая):

$$F_e = \frac{C_б}{W_ч \cdot T_{год}}, \quad (3.16)$$

где $C_б$ − балансовая стоимость, руб

$$F_{c0} = \frac{5000}{8{,}8 \cdot 1200} = 0{,}47 \text{ руб/шт.};$$

$$F_{e1} = \frac{3700}{14{,}3 \cdot 1200} = 0{,}21 \text{ руб./шт.}$$

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

$$S = C_{зп} + C_{рто} + A \ , \quad (3.17)$$

где $C_{зп}$– затраты на оплату труда, руб./шт.;

$C_{рто}$ −затраты на ремонт и техническое обслуживание

А– амортизационные отчисления по конструкции, руб./т

Затраты на заработную плату определяется по формуле:

$$C_{зп} = Z \cdot T_e, \quad (3.18)$$

$$T_e = \frac{n}{W_ч}, \quad (3.19)$$

где n –количество обслуживающего персонала

$$T_0 = \frac{1}{8,8} = 0,11 \text{ чел.·ч/шт}$$

$$T_1 = \frac{1}{14,3} = 0,069 \text{ чел.·ч/шт}$$

$$С^0_{зп} = Z \cdot T_e = 200 \cdot 0,11 = 22 \text{ руб/шт};$$

$$С^1_{зп} = 200 \cdot 0,069 = 13,8 \text{ руб/шт.}$$

Затраты на ремонт и техническое обслуживание определяется из выражения:

$$C_{рто} = \frac{C_б \cdot H_{рто}}{100 \cdot W_ч \cdot T_{год}}, \quad (3.20)$$

где $H_{рто}$ –норма затрат на ремонт и техобслуживание, %

$$C^0_{рто} = \frac{5000 \cdot 14,2}{100 \cdot 8,8 \cdot 1200} = 0,067 \text{ руб./шт}$$

$$С^1_{рто} = \frac{3700 \cdot 14,2}{100 \cdot 14,3 \cdot 1200} = 0,03 \text{ руб./шт}$$

Затраты на амортизацию определяется из выражения:

$$A = \frac{C_б \cdot a}{100 \cdot W_ч \cdot T_{год}} \quad (3.21)$$

где а – норма амортизации, %

$$А^0 = \frac{5000 \cdot 10}{100 \cdot 8,8 \cdot 1200} = 0,047 \text{ руб/шт.}$$

$$A^1 = \frac{3700 \cdot 10}{100 \cdot 14,3 \cdot 1200} = 0,021 \text{ руб/шт}$$

$$S^0 = 22,2 + 0,067 + 0,047 = 22,114 \text{ руб/шт}$$

$$S^1 = 13{,}8 + 0{,}03 + 0{,}021 = 13{,}851\ руб/шт$$

Приведенные затраты определяются по формуле:

$$C_{прив} = S + E_н \cdot K_{уд} = S + E_н \cdot F_е\ , \qquad (3.22)$$

где $E_н$ – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений, $E_н = 0{,}15$;

$K_{уд}$ –удельные капитальные вложения, руб/ед .

$$C^0_{прив} = 22{,}114 + 0{,}15 \cdot 1{,}62 = 22{,}357\ руб/шт\ ;$$

$$C^1_{прив} = 13{,}851 + 0{,}15 \cdot 0{,}92 = 13{,}989\ руб/шт$$

Годовая экономия определяется по формуле:

$$Э_{год} = (S_0 - S_1) \cdot И_ч \cdot T_{год}\ \ ; \qquad (3.23)$$

$$Э_{год} = (22{,}114 - 13{,}851) \cdot 14{,}3 \cdot 1200 = 14179{,}37\ руб.$$

Годовой экономический эффект:

$$E_{год} = \left(C_{прив\,0} - C_{прив1}\right) \cdot И_ч \cdot T_{год}\ , \qquad (3.24)$$

$$E_{год} = (22{,}357 - 13{,}989) \cdot 14{,}3 \cdot 1200 = 14359{,}647\ \text{руб.}$$

Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений:

$$T_{ок} = \frac{C_{б_0}}{Э_{год}} \qquad (3.25)$$

где $C_{б_0}$ – балансовая стоимость спроектированной конструкции, руб

$$T_{ок} = \frac{3700}{14179} = 0{,}26$$

Коэффициент эффективности дополнительных капитальных вложений:

$$E_{эф} = \frac{Э_{год}}{C_{б_1}} \qquad (3.26)$$

$$E_{эф} = \frac{14359{,}647}{14179{,}37} = 1{,}012$$

Таблица 3.3 Сравнительные технико-экономические показатели эффективности конструкции

Наименование показателей	Базовый (исходный)	Проектируемый
Часовая производительность, шт./ч	8,8	14,3

Фондоемкость процесса, руб./шт.	0,47	0,21
Металлоемкость, г/шт.	2,9	2,36
Эксплуатационные затраты, руб./шт.	22,114	13,851
Приведенные затраты, руб./шт.	22,357	13,989
Годовая экономия, руб.	–	14179,37
Годовой экономический эффект, руб.	–	14359,647
Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений, лет	–	0,26
Коэффициент эффективности доп. капитальных вложений	–	1,012

По результатам вычислений видно, что конструкция является экономически эффективной.