1. **Разработка маршрутного технологического процесса**

Для разработки маршрутного технологического процесса изготовления детали составим план обработки элементарных поверхностей.

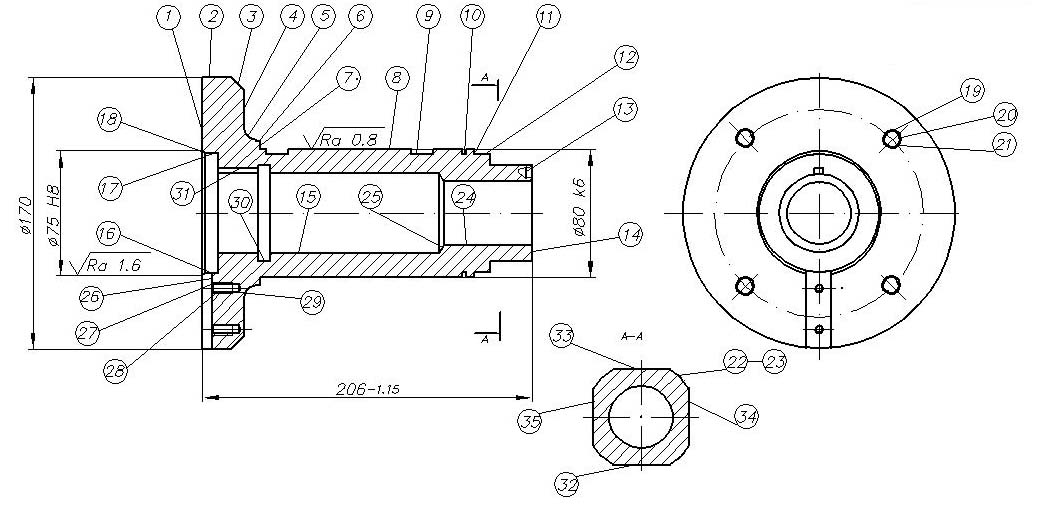


Рис.2.1 Обрабатываемые поверхности детали

Таблица 2.5 План обработки элементарных поверхностей

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер  поверхности | Вид  поверхности | Размер  поверхности,  мм | Квалитет  IT | Шероховатость  Ra, мкм | Окончательный метод и вид обработки | План обработки поверхностей | | | | | | |
| Этапы обработки детали | | | | | | |
| Эобд | Эчр | Эпч | Эч | Эп | Эв | Эов |
| 1 | НТП | 206-1,15 | 9 | 3,2 | Чистовое подрезание | Т | Т | Т | Т |  |  |  |
| 2 | НЦП | Ø170 | 12 | 12,5 | Черновое точение | Т | Т |  |  |  |  |  |
| 3 | Фн | 8×45О | 14 | 12,5 | Снятие фаски |  | Т |  |  |  |  |  |
| 4 | НТП | 26 | 12 | 12,5 | Черновое точение | Т | Т |  |  |  |  |  |
| 5 | R | 8 | 13 | 12,5 | Черновое точение | Т | Т |  |  |  |  |  |
| 6 | НЦП | Ø90 | 12 | 12,5 | Черновое точение | Т | Т |  |  |  |  |  |
| 7 | НТП | 170+0,4 | 6 | 0,8 | Шлифовальная высокой точночти | Т | Т | Т | Т | Ш | Ш |  |
| 8 | НЦП | Ø80к6 | 6 | 0,8 | Шлифовальная высокой точности | Т | Т | Т | Т | Ш | Ш |  |

Продолжение таблицы 2.5

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 9 | Шп | 6D10 | 10 | 6,3 | Получистовое фрезерование |  | Ф | Ф |  |  |  |  |
| 10 | Паз | 2,8+0,1 | 12 | 6,3 | Черновое точение |  |  |  | Т |  |  |  |
| 11 | НТП | 36 | 11 | 6,3 | Чистовое точение |  |  | Т | Т |  |  |  |
| 12 | НЦП | Ø74h9 | 9 | 3,2 | Чистовое точение |  | Т | Т | Т |  |  |  |
| 13 | Фп | 1,6×45о | 12 | 12,5 | Снятие фаски |  |  |  | Т |  |  |  |
| 14 | НТП | 206-1,15 | 11 | 12,5 | Получистовое точение | Т | Т | Т |  |  |  |  |
| 15 | ВЦП | Ø50H9 | 9 | 1,6 | Чистовое развертывание |  | С | З | Р |  |  |  |
| 16 | ВЦП | Ø75H8 | 8 | 1,6 | Повышенной точности растачивание |  | Р | Р | Р | Р |  |  |
| 17 | ВТП | 10±0,2 | 10 | 1,6 | Чистовое растачивание |  |  | Р | Р | Р |  |  |
| 18 | Фв | 1,6×45о | 12 | 12,5 | Снятие фаски |  |  |  | Р |  |  |  |
| 19 | ВЦП | Ø11H11 | 11 | 6,3 | Черновое сверление | Ц | С |  |  |  |  |  |
| 20 | Фв | 1,0×45о | 12 | 12,5 | Снятие фаски |  |  | З |  |  |  |  |
| 21 | ВРП | М12-7Н | 7 | 6,3 | Нарезание резьбы |  |  |  | НР |  |  |  |
| 22 | НЦП | Ø70 | 12 | 12,5 | Черновое точение |  | Т | Т |  |  |  |  |
| 23 | НТП | 25Н11 | 11 | 6,3 | Черновое точение |  | Т | Т |  |  |  |  |
| 24 | ВЦП | Ø40 | 12 | 12,5 | Черновое рассверление | Ц | С | РС |  |  |  |  |
| 25 | Фвн | 30о | 12 | 12,5 | Снятие фаски |  |  |  | Р |  |  |  |
| 26 | Паз | 6 | 12 | 6,3 | Получистовое фрезерование |  | Ф | Ф |  |  |  |  |
| 27 | ВРП | М6-7Н | 7 | 6,3 | Нарезание резьбы |  |  |  | НР |  |  |  |
| 28 | Фв | 1,0×45о | 12 | 12,5 | Снятие фаски |  |  | З |  |  |  |  |
| 29 | ВЦП | Ø5H11 | 11 | 6,3 | Черновое сверление | Ц | С |  |  |  |  |  |
| 30 | ВЦП | Ø60 | 12 | 12,5 | Черновое растачивание |  |  |  | Р |  |  |  |
| 31 | Шп | 4D10 | 10 | 6,3 | Получистовое долбление |  | Д | Д |  |  |  |  |
| 32-33 | НПП | кв 60d11 | 11 | 6,3 | Получистовое фрезерование |  | Ф | Ф |  |  |  |  |
| 34-35 | НПП | 11 | 6,3 |  | Ф | Ф |  |  |  |  |

Примечание: Т - точение, Рс – растачивание, НР – нарезание резьбы, С - сверление, З – зенкерование, Рз – развёртывание, Ф – фрезерование, Ш - шлифование;

НЦП – наружная цилиндрическая поверхность, ВЦП – внутренняя цилиндрическая поверхность, ТП – торцевая поверхность, ПП – плоские поверхности, ВРП, НРП – внутренние и наружные резьбовые поверхности, П – паз.

Таблица 2.6 Потенциальные операции обработки детали

| Этапы обработки детали | Содержание операции | Оборудование | Кол-во потенциальных установов | Установ | № опер. |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Эобд | Фцобд(1), Фцобд(14) |  | 1 | А | 010 |
| Эчерн | Тобд(2); Тчерн(1);Тчерн(2) | Токарный с ЧПУ | 1 | А | 015 |
| Эчерн | Тобд(3);Тобд(4); Тобд (5); Тобд (6); Тобд (7);Тобд (8); Тобд (12);Тобд (11); Тобд (14);  Тчерн(3);Тчерн(4); Тчерн(5); Тчерн(6); Тчерн(7);Тчерн(8); Тчерн(12);Тчерн(11); Тчерн(14); | Токарный с ЧПУ | 1 | А | 020 |
| Эп.чис | Тпч(6);Тпч (7); Тпч (8); Тпч (11); Тпч (12);Тпч (14); Тпч (9);Тпч (10); Тпч (32-35);Фпч(9);Фпч(32-35) | Многоцелевой станок с ЧПУ | 1 | А | 025 |
| Эчис | Тч(7);Тч(8); Тч (11); Тч(12)  Фч(32-35) | 1 | А | 025 |
| Эп.чис | Тпч(1); Счерн(24);РСчерн(24); Счерн(15); Спч(15); Рсчр(30);Рсчр(17);Рсп.чис(17); Рсчт(17);Рсчр(16); | Сверлильно-фрезерный станок с ЧПУ | 1 | А | 030 |

Продолжение таблицы 2.6

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Эчис | Тч(1);Тч(2); Разч(15); Рзчис(25);  Рзчис(17) Рсчт(17); Рзчис(16) Рсчт(16). |  | 1 | А | 030 |
| Эчр,Эпч,Эч | Фчр(26); Фпч(26);  Цч(29); Цч(21);Счр(21); Счр(29);  Зчр(19); Зчр(27); НРч(20); НРч(28) | Сверлильно-фрезерный станок с ЧПУ | 1 | А | 040 |
| Эпч | Дпч(31) | Долбежный станок | 1 | А | 050 |
| Эч | Дч(31) | 1 | А | 050 |
| Эв.точ | Шв.точ(7);Шв.точ(8) | Кругло-шлифовальный с ЧПУ | 1 | А | 055 |
| Эпв.точ | Шпв.точ(7);Шпв.точ(8) | 1 | А | 055 |

Учитывая принятый тип производства – серийное и поточную форму организации производства, были внесены изменения в действующий маршрут с учетом следующих моментов, лежащих в основе разработки маршрутной технологии.

* При данных условиях рационально применять в основном станки с ЧПУ.
* Количество установов может быть различным.

Вновь разработанный маршрут обработки после уточнения потенциальных операций обработки представлен в виде таблицы 2.7.

Таблица 2.7 Маршрут обработки детали

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № опер. | План обработки | База | Оборудование |
| 005 | Контрольная |  |  |
| 010 | Фрезерно-центровальная  Фцобд(1), Фцобд(14) | 7,8 | Фрезерно-центровальный |  |
| 015 | Токарная  А: Тобд(2); Тчерн(1);Тчерн(2); | 7,8,14 | Токарный с ЧПУ |

Продолжение таблицы 2.7

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 020 | А: Тобд(3);Тобд(4); Тобд (5); Тобд (6); Тобд (7);Тобд (8); Тобд (12);Тобд (11); Тобд (14);  Тчерн(3);Тчерн(4); Тчерн(5); Тчерн(6); Тчерн(7);Тчерн(8); Тчерн(12);Тчерн(11); Тчерн(14); | 1,2 | Токарный с ЧПУ |
| 025 | А: Тпч(6);Тпч (7); Тпч (8); Тпч (11); Тпч (12);Тпч (14); Тпч (9);Тпч (10); Тпч (32-35);  Тч(7);Тч(8); Тч (11); Тч(12); Фпч(9);Фпч(32-35);  Фпч(32-35) | 1,2 | Многоцелевой станок с ЧПУ |
| 030 | Токарная  А:Тпч(1);Тч(1);Тч(2);Счерн(24);РСчерн(24); Счерн(15); Спч(15); Разч(15); Рзчис(25);  Рсчр(30);Рсчр(17);Рсп.чис(17);Рзчис(17) Рсчт(17);  Рсчр(16);Рсп.чис(16);Рзчис(16) Рсчт(16). | 7,8 | Многоцелевой станок с ЧПУ |
| 040 | Сверлильно-фрезерная  А: Фчр(26); Фпч(26);  Цч(29); Цч(21);Счр(21); Счр(29);  Зчр(19); Зчр(27); НРч(20); НРч(28) | 8,14 | Сверлильно-фрезерный с ЧПУ |
| 045 | Слесарная |  |  |
| 050 | Долбежная  А: Дпч(31); Дч(31) | 8,14 | Долбежный станок |
| 055 | Круглошлифовальная  А: Шп.точ(7);Шп.точ(8);  Шп.точ(7); Шв.точ(8); | 1, 19 | Кругло-шлифовальный с ЧПУ |
| 040 | Промывочная |  | Моечная  машина |
| 045 | Контрольная |  | Стол  контрольный |

**8. Назначение оборудования**

Первой задачей проектирования операционного технологического процесса является уточнение назначенного оборудования для выполнения каждой операции, а именно выбор типоразмера, то есть конкретной модели. При этом учитываются назначенные базы, количество технологических переходов в установе. При выборе модели станка необходимо исходить из вида обработки, требований к точности размеров и точности расположения поверхностей. Исходя из этих критериев, назначается класс точности станка. При выборе оборудования также необходимо учитывать следующие условия: соответствие габаритных размеров обрабатываемой детали и основных размеров станка: обеспечение заданной производительности; наиболее полное использование станка по мощности и технологическим возможностям.

Учитывая все вышеперечисленное, были выбраны следующие модели станков, сведенные в таблицу 2.8.

Таблица 2.8 Модели станков

| № опер. | Тип станка | Модель станка | Класс точности станка |
| --- | --- | --- | --- |
| 010 | Фрезерно-центровальный | 2Г942Ф2 | H |
| 015 | Токарный станок с ЧПУ | 16К20Ф3 | H |
| 020 | Токарный станок с ЧПУ | 16К20Ф3 | H |
| 025 | Многоцелевой станок с ЧПУ | G 30HT | В |
| 030 | Многоцелевой станок с ЧПУ | М 680 | В |
| 040 | Сверлильно-фрезерный с ЧПУ | Е 320 | В |
| 050 | Долбежный станок | 7Д450 | Н |
| 055 | Круглошлифовальный с ЧПУ | 3В130Ф3 | В |

*Технические характеристики станка 16К20Ф3:*

1. Наибольший диаметр обрабатываемой заготовки, мм:

над станиной 400

над суппортом 800 2. Наибольшая длина обрабатываемой заготовки, мм: 1000

3. Частота вращения шпинделя, об/мин: 12,5-2000

4. Число скоростей шпинделя: 22 5. Мощность электродвигателя, кВт: 10

6. Габаритные размеры, мм (без ЧПУ): 3360х1710х1750

7. Масса, кг: 4000

*Технические характеристики станка G 30HT:*

1. Наибольший диаметр обрабатываемой заготовки, мм: 600

2. Наибольшая длина обрабатываемой заготовки, мм: 2600

3. Наибольший диаметр сверления, мм: 100

4. Наибольшая длина сверления, мм: 2600

5. Частота вращения шпинделя, об/мин: 1425

6. Мощность электродвигателя, кВт: 7,5

7. Габаритные размеры, мм: 8050х1600х1350

8. Масса, кг: 6500

*Технические характеристики станка M680:*

1. Наибольший диаметр обрабатываемой заготовки, мм: 610

2. Наибольшая длина обрабатываемой заготовки, мм: 1137

3. Частота вращения шпинделя, об/мин: 35-3000

4. Частота вращения инструмента, об/мин: 15-10000

5. Количество инструментов в револьверной головке, шт: 12 6. Мощность электродвигателя, кВт: 15

7. Габаритные размеры, мм (без ЧПУ): 5200х2500х2900

8. Масса, кг: 10000

*Технические характеристики станка 3В130Ф2:*

1. Наибольший диаметр обрабатываемой заготовки, мм: 280

2. Наибольшая длина обрабатываемой заготовки, мм: 1000

3. Частота вращения шлифовального круга, об/мин: 1500

4. Размеры шлифовального круга, мм: 600х80х63

5. Мощность электродвигателя, кВт: 18

6. Габаритные размеры, мм (без ЧПУ): 3410х2020х2290

7. Масса, кг: 10000

Уточнение технологического оборудования было произведено с учётом следующих принципов:

* соответствие оборудования принятому типу производства (среднесерийное);
* использование оборудования по основному назначению (по методам

обработки, по точности станка);

* наиболее полное использование технологических возможностей станков;

Следующей задачей проектирования операционного технологического процесса является уточнение последовательности формирования технологических переходов. При формировании технологических переходов необходимо осуществлять принцип максимально возможной концентрации элементарных переходов.

1. **Обоснование выбора станочных приспособлений.**

При разработке технологического процесса механической обработки дета­ли необходимо выбрать приспособления, которые должны способствовать повы­шению производительности труда, точности обработки, улучшению условий тру­да, ликвидации предварительной разметки заготовки и выверки их при установке на станке.

При разработке технологического процесса механической обработки дета­ли необходимо выбрать приспособления, которые должны способствовать повы­шению производительности труда, точности обработки, улучшению условий тру­да, ликвидации предварительной разметки заготовки и выверки их при установке на станке

Применение станочных приспособлений дает ряд преимуществ.

1) повышает качество и точность обработки детали;

1. сокращает трудоемкость обработки заготовок за счет резкого уменьшения времени, затрачиваемого на установку выверку и закрепление;
2. расширяют технологические возможности станков;
3. создает возможность одновременной обработки нескольких заготовок, закреп­ленном в общем приспособлении.

В спроектированном технологическом процессе изготовления детали «Вал» использованы исключительно универсальные крепежные и установочные приспособления.

Для токарной операции применяется трехкулачковый самоцентрирующий патрон с винтовым приводом. Для вертикально-сверлильных применяется специальное пневмоприспособление. Для круглошлифовальной операции используется центр вращающийся и инструментальная головка.

Выбранные приспособления обеспечивают надежное и жесткое базирование заготовки в процессе обработки, определяют удобство установки и снятие об­работанной детали, способствуют качественной обработке

1. **Обоснование выбора режущих и вспомогательных инструментов**

При выборе режущего инструмента, его конструкции и размеров значительную роль играет метод обработки, свойства обрабатываемого материала, требуемая точность обработки и качество обработанной поверхности. Твердость режущего инструмента должна превышать твердость обрабатываемого материала.

При выборе режущего инструмента необходимо принимать стандартный инструмент, но в отдельных случаях эффективнее применить специальный, комбинированный, фасонный инструмент, позволяющий совмещать обработку не­скольких поверхностей. Наиболее оправданным в данном случае представляется выбор цельно твердосплавного инструмента либо инструмента, оснащенного твердым сплавом, т.к. именно твердый сплав применяют для изготовления режу­щего инструмента, предназначенного для обработки металлов с высокими скоро­стями резания.

Правильный выбор режущей части инструмента имеет большое значение для повышения производительности и снижения себестоимости обработки.

Для токарной операции принимаем резец токарный проходной с механическим креплением твердосплавных трехгранных неперетачиваемых пластин с (µ= 60 °. Материал державки сталь 45. Основные размеры по ГОСТ 26611-85 b= 16 мм; h1= 16 мм; h2= 24 мм, l = 11 мм; l1 = 100 мм, l2 =25мм; f= 13 мм. Технические требования по ГОСТ26613-85. Режущие пластины по ГОСТ 19045-80.

Для первого перехода токарной операции с ЧПУ принимаем. Для первого токарной операции с ЧПУ принимаем резец отрезной сборный с пластинками из твердого сплава Т15К6. Материал державки сталь 45. Основные размеры: Н = 31,5ммВ = 19мм; L= 105 мм.

Для второго перехода токарной операции с ЧПУ принимаем сверло центро­вочное специальное цельное твердосплавное, доработанное по нерабочей цилиндрической поверхности стандартного центровочного комбинированного сверла ГОСТ 14952-75. Основные размеры d= 0,5мм, D= 2,4 мм:l= 1 мм; L=21мм;φ=60

Для третьего перехода токарной операции с ЧПУ принимаем сверло спи­ральное цельное твердосплавное укороченное ГОСТ 17273-71. Основные размеры, d= 8 мм l= 50мм; L= 70мм и сверло спиральное d= 14 мм l= 50мм; L= 70мм

Для четвертого перехода токарной операции с ЧПУ принимаем расточной резец SCLCR 2525M 12 с механическим креплением твердосплавных четырёхгранных неперетачиваемых пластин φ=60 ° Материал державки сталь 45. Основные размеры по ГОСТ 26611-85 h= 16 мм; в = 16 мм, h1= 16 мм, п2 = 24 мм; l = 11мм;l1 = 100 мм;b= 25мм f= 13 мм. Технические требования по ГОСТ 26613-85. Режущие пластины noГОСТ 19045-80.

Для круглошлифовальной операции принимаем шлифовальный круг 15А25НСМ27К6Б 35 м/с. Размеры круга: 450x63x200 мм; другие линейные размеры. 14,925мм, 2,35мм; радиусы округлений: 0,525мм, 0,225мм.

В качестве вспомогательного инструмента для технологического процесса обработки детали применяем револьверные головки с непосредственным креп­лением режущего инструмента в точных пазах головки, другой вспомогательный инструмент, предназначенный для установки инструмента в револьверной головке (с цилиндрическим хвостовиком и базирующей призмой), а также сменные ин­струментальные магазины. Для химикотермической обработки применяются крю­ки, захваты, кольца, вешалки, планки и др. Вспомогательным инструментом к токарным станкам являются пластины резцовые (подкладки) предназначенные для установки резцов по высоте относительно линии центров токарного станка. Пластины выполняются согласно нормали МН 2509-88 различной толщины в пре­делах от 1 до 5 мм, длиной 200 мм и шириной 40 мм.

**10. Обоснование выбора измерительных инструментов, приборов, приспособлений**

При проектировании технологического процесса механической обработки заготовки для межоперационного и окончательного контроля обрабатываемых поверхностей необходимо использовать стандартный измерительный инстру­мент, учитывая тип производства. Метод контроля должен способствовать повышению производительности труда и снижать ее себестоимость. В серийном производстве рекомендуется применять предельные калибры (скобы, пробки, шаблоны и т.п.) и методы активного контроля, которые получили широкое распро­странение во многих отраслях машиностроения.

Для контроля диаметра мм - применяем калибр-скобу. Берем листо­вые односторонние калибр-скобы. Односторонние двух предельные скобы удобны в работе и требуют меньшего времени на проверку детали, а так же легче по ве­су. Листовые односторонние скобы изготавливают для валов диаметром от 1 до 180 мм. На измерительных плоскостях одной из губок имеется канавка, которая определяет проходную сторону от непроходной. Такие скобы легче и удобны в эксплуатации. Для контроля диаметра мм также применяется калибр-скоба

Для контроля двух отверстий диаметром 6,15 применяем предельные ка­либры-пробки

При контроле диаметра отверстия 16+Q1используем калибр-пробку. Шероховатость поверхностей контролируем путем сравнивания с образца­ми. Сравнивание производят визуально невооруженным глазом или осязанием, проводя ногтем поперек следов обработки. Оба способа обеспечивают надежную оценку шероховатости поверхности 4-7классов.