

АННОТАЦИЯ

В дипломном проекте по теме **Объёмная горячая штамповка первичного вала** приведено что получение изделий и полуфабрикатов при обработке давлением осуществляется путем пластического деформирования (перераспределения) металла исходной заготовки или разрезанием его и снятия стружки под давлением рабочего инструмента: бойков, штампов, ножей и др. Объем металла и плотность его при этом практически не изменяются, поэтому объем исходной заготовки равняется объему полученного изделия плюс объем отходов металла данным процессе обработки очень хорошо проектировано.

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ

ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС

ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ

НАМАНГАН МУҲАНДИСЛИК ҚУРИЛИШ ИНСТИТУТИ

**5320200-"Машинасозлик технологияси, машинасозлик ишлаб
чиқаришини жиҳозлаш ва автоматлаштириш" таълим йўналиши**

ДИПЛОМ ЛОЙИҲА ИШИ

**Мавзу: ОБЪЁМНАЯ ГОРЯЧАЯ ШТАМПОВКА
ПЕРВИЧНОГО ВАЛА**

Диплом лойиҳа ишини бажарди:

5320200-Машинасозлик технологияси, машинасозлик ишлаб
чиқаришини жиҳозлаш ва автоматлаштириш йўналишининг
4-курс 41-МТ-14 гуруҳ талабаси

Икрамов Бехзод Эркин
ўғли

Кафедра мудири:

т.ф.д. Қ. Имомқулов

Диплом лойиҳа иши раҳбари:

к.ўқ. Ш.Бекмирзаев

Маслаҳатчилар:

Наманган– 2018 йил

Введение

Получение изделий и полуфабрикатов при обработке давлением осуществляется путем пластического деформирования (перераспределения) металла исходной заготовки или разрезанием его и снятия стружки под давлением рабочего инструмента: бойков, штампов, ножей и др. Объем металла и плотность его при этом практически не изменяются, поэтому объем исходной заготовки равняется объему полученного изделия плюс объем отходов металла данным процессе обработки.

Обработка является экономичным и прогрессивным отеческим процессом. Отходы металла при этом незначительны и не превышают обычно (за исключением свободнойковки) -25% от массы получаемого изделия или полуфабриката, ряде процессов, например при холодной штамповке, составляют всего 5—10%. В то же время при формообразовании изделий обработкой резанием отходы металла в виде стружки составляют свыше 50% от веса готовой детали; расходуются непроизводительно рабочая сила, энергия, материалы, инструмент. В стружку удаляются наиболее прочные периферийные слои металла прутковых заготовок, имеющие лучшую мелкокристаллическую структуру.

Объёмная горячая штамповка является одним из видов обработки металлов давлением. Объёмная горячая штамповка производится в кузнечном и прессово-кузнечном цехах, а также на специализированных кузнечных заводах. В современной металлообработке кузнечная промышленность занимает высокое место. Она является одним из основных способов изготовления заготовок и деталей. Объёмной штамповкой изготавливаются детали от нескольких грамм до десятков сотен тонн. Детали, полученные ковкой и объёмной штамповкой, имеют высокую прочность, ударную вязкость, поэтому ответственные детали машин делают штампованными.

Объёмная штамповка отличается высокой производительностью, по сравнению с другими методами обработки, благодаря высоким скоростям обработки и одновременному деформированию всего объема заготовки или значительной его части. Например, при прокатке скорость выпуска готовой продукции достигает 20—30 м/сек; при горячей штамповке за 1 мин на одном штамповочном молоте или прессе изготавливаются две-три поковки сложной формы при массе поковки до 20—50 кг; при холодной штамповке производится 1300—1500 мелких деталей в минуту на одном прессе-автомате.

Помимо высокой производительности штамповка обеспечивает получение поковок с высокой точностью размеров. Она позволяет заметно уменьшить расход металла на изготовление детали и снизить трудоёмкость при последующей обработке резанием. Кроме того, штамповка обеспечивает получение высокого качества поверхности поковок, при этом исключается необходимость последующей обработки резанием всей поковки, а обрабатывается только та часть, которая будет соприкасаться с другими деталями. Вместе с тем следует отметить, что штамповка обеспечивает получение деталей сложной формы, во многих случаях невыполнимых в условияхковки без припусков.

Процессы обработки металлов давлением развиваются и совершенствуются в направлении приближения формы и размеров заготовки к конфигурации и размерам готовой детали, что обеспечивает снижение трудоёмкости последующей их обработки давлением, себестоимости продукции и повышение коэффициент использования металла.

1. Назначение детали

Валы, как правило, предназначены для передачи крутящего момента и поддержания, установленных на них деталей, вращающихся вокруг оси вала. Опорами валов служат

подшипники и подпятники. Помимо крутящих моментов валы загружены поперечными силами и изгибающими моментами от усилий в зацеплениях, опорах, муфтах и рабочих органов машин-двигателей и орудий.

Основными критериями работоспособности валов и осей являются объемная прочность, износостойкость сопряженных поверхностей и жесткость. Наиболее полно всем этим требованиям удовлетворяют стали, и в ряде случаев высокопрочные чугуны. После токарной обработки валов и осей поверхности их, сопрягаемые с другими деталями, шлифуют.

Первичный вал- деталь ответственная. Вал постоянно вращается, следовательно, в процессе эксплуатации деталь подвергается напряжению кручения, трения- скольжения с переменной нагрузкой и ограниченной смазкой. Предполагаемые повреждения- усталостные изломы, изнашивание, трещины. Шлицы и канавки вала не должны иметь вмятин. Поэтому материал вала должен быть твердым, износостойким, выдерживать большие контактные нагрузки.

Для изготовления данной детали выбираем углеродистую качественную конструкционную сталь марки Сталь 45 ГОСТ 1050-88.

Таблица 3 - Химический состав стали 45 по ГОСТу 1050 – 88. ([9], стр. 102)

Марка стали	Массовая доля элементов					
	Углерода	Кремния	Марганца	Хрома не более	Никель	Другие элементы
45	0,42 – 0,50%	0,17 – 0,37%	0,50 – 0,80%	0,25%	-	-

Механические свойства стали 45 ГОСТ 1050 – 88 ([9], стр. 106).

Таблица 4

δ_T	$\delta_{ср}$	δ_B	Ψ	α_n	НВ не более	
кг/мм ²	кг/мм ²	%	%	кг/мм ²	Горячекатаная	Отожженная
Не более						
36	61	16	40	5	241	197

Эта сталь применяется при изготовлении деталей, работающих при больших скоростях, средних и высоких давлениях, при наличии ударных нагрузок. Также эта сталь удовлетворяет требованиям высокой поверхностной прочности и износоустойчивости.

Обладает следующими механическими свойствами: ударная вязкость

$\alpha_n = 59 \text{ кг см/см}^2$, относительное удлинение $\psi = 45\%$, Твердость по Бринеллю НВ $187 \div 229$.

2. Анализ технологичности детали и выбор метода изготовления

Конструкции детали должна быть технологична, т.е. должна быть приспособлена к определенной технологии производства. В связи с этим требуется определить место изготовления поковки и дать оценку технологичности детали.

Возможно изготовление поковки на паровоздушных штамповочных молотах (ПВШМ), горизонтально ковочных машинах (ГКМ) и на винтовом прессе с заготовкой в виде проката изготавливаемого на молотах или ковочных вальцах. Для изготовления поковок на этих видах оборудования необходимо выполнить следующие условия:

- материал детали должен обеспечить хорошую деформируемость заготовки;
- форма детали должна обеспечить возможность изготовления двух половинах штампа (чтобы не было больших отличий в форме между верхней и нижней части детали, т.е. чтобы не было больших выступов и деформация в верхней и нижней половинах штампа была примерно одинаковой);
- шероховатость не слишком маленькой;
- необходимость плавных переходов по сечению поковки;
- деталь должна свободно извлекаться из штампа.

Конструкция детали удовлетворяет всем выше перечисленным требованиям, следовательно, деталь технологична, для выбора оборудования необходимо сравнить достоинства и недостатки каждого способа штамповки.

Производим выбор способа штамповки на основании сравнительной оценки ряда показателей.

При выборе прессы исходят из следующих соображений:

- 1)тип прессы и величина хода ползуна должны соответствовать технологической операции;
- 2)номинальное усилие прессы должно быть больше усилия, требуемого для;
- 3)мощность прессы должна быть достаточной для выполнения работы, необходимой для данной операции;
- 4)пресс должен обладать достаточной жесткостью (малой упругой деформацией), а для разделительных операций - также повышенной точностью направляющих;
- 5)закрытая высота прессы должна соответствовать или быть больше закрытой высоты штампа;
- 6)габаритные размеры стола и ползуна прессы должны давать возможность установки и закрепления штампов и подачу заготовок, а отверстие в столе прессы - позволять свободное проваливание штампуемых деталей (при штамповке „на провал”);
- 7)число ходов прессы должно обеспечивать достаточно высокую производительность штамповки;

8) в зависимости от рода работы должно быть предусмотрено наличие специальных устройств и приспособлений (буфера, выталкиватели, механизмы подачи и т. п.);

9) удобство и безопасность обслуживания пресса должны соответствовать требованиям техники безопасности.

Таким образом, основными механическими параметрами для выбора пресса являются: усилие, работа, жесткость, величина хода, закрытая высота и размеры стола пресса.

3. Разработка чертежа поковки

Разработка чертежа поковки производится в соответствии с ГОСТ 7505-74 и сводится к определению:

1. припусков и допусков;
2. штамповочных уклонов;
3. радиусов закруглений контуров поковки;
4. допускаемых отклонений формы поковки.

Рис. 1. Эскиз детали.

3.1 Определение данных для расчета

Исходные данные на деталь:

Материал сталь 20ХГНМ (по ГОСТ 4543-71) 0,16-0,23% С; 0,17-0,37% Si; 0,70-1,00% Mn; 0,80-1,00% Mg.

Исходные данные для расчета:

Расчетная масса поковки.

$$M_{пр} = M_d \cdot K_p; M_d = V \cdot \rho$$

Рис. 2. Определение объема детали.

$$V = V_1 + V_2 + V_3 + V_4 + V_5 + V_6 + V_7 + V_8 + V_9 + V_{10} + V_{11}$$

Разбиваем деталь на 10 элементарных объемов, в данном случае это цилиндры (рис 2).

$$V_{um} = \pi \cdot R^2 \cdot H$$

$$V^1 = 3.14 \cdot 0,85^2 \cdot 0,4 = 0,907 \text{ (см}^3\text{)}$$

$$V^2=3.14*0,85^2* 1.7=3,86 (см^3)$$

$$V^3=3.14*1,1^2*1,8=6,18(см^3)$$

$$V^4=2,9^2*5,5=46,26(см^3)$$

$$V^5=3.14*1,1^2*7.8=29, 64 (см^3)$$

$$V^6=3.14*2^2*3.1=38, 94 (см^3)$$

$$V^7=3.14*3,0^2* 1,3=36, 74 (см^3)$$

$$V^8=3.14*2,25^2*0,4=6, 36 (см^3)$$

$$V^9=3.14*3,2^2*0,48=15, 43 (см^3)$$

$$V^{10}=V_{10}-V_{11}=3.14*2,5^2*1,1-3.14*2^2*1,1=7,77 (см^3)$$

$$V=V^1+V^2+V^3+V^4+V^5+V^6+V^7+V^8+V^9+V^{10}=0,907+3,86+6,18+46,26+29,64+38,94+36,74+6,36+15,43+7,77=192,09 (см^3)$$

$$M_{Д}=Y \cdot V = 7.85 \cdot 192,09 = 1.5 \cdot 2$$

$$M_{ИР} = 1.5 \cdot 1,5 = 2,25 \text{ кг}$$

Класс точности -Т4, т. к штамповку производят на ГКМ ([3],стр15), Группа стали-М1, т.к. используется материал. - сталь 20ХГНМ, где массовая доля углерода 0,16-0,23 ([3] стр.13, табл. 3.2).

Степень сложности С2 .

Конфигурация поверхности разъема штампа П (плоская). Исходный индекс-11 .

Основные припуски на размеры:

1,6 - диаметр 22,8 мм и чистота поверхности - 1,25 1,5 - диаметр 29 мм и чистота поверхности - 2,5

1,5 - диаметр 22 мм и чистота поверхности - 5,0

1,8 - диаметр 40 мм и чистота поверхности - 0,32

1,6 - диаметр 60,44 мм и чистота поверхности - 2,5

1,8 - диаметр 64 мм и чистота поверхности - 0,5

1,8 - диаметр 50 мм и чистота поверхности - 0,5

1,8 - длина 203,1 мм и чистота поверхности - 5,0

1,8 - длина 164,1 мм и чистота поверхности - 5,0

1,8 - длина 46,45 мм и чистота поверхности - 0,5

1,6 - длина 21 мм и чистота поверхности - 1,25

1,6 - длина 35 мм и чистота поверхности - 1,25

1,6 - длина 10 мм и чистота поверхности - 1,25

1,6 - длина 46 мм и чистота поверхности - 5,0

1,5 - длина 9 мм и чистота поверхности - 5,0

1,6 - длина 31 мм и чистота поверхности - 0,32

1,6 - длина 26,4 мм и чистота поверхности - 0,5

1,6 - длина 37,5 мм и чистота поверхности - 0,5

Дополнительные припуски учитывающие: отклонения от плоскостности, изогнутости и прямолинейности-0,5;

Смещение по поверхности разъёма штампа-0,4.

3.3 Размеры поковки и их допускаемые отклонения

Размеры поковки, мм.

Диаметр29: $+(1,5+0,4+0,3)*2=33,4$ мм принимается 33,5мм

Диаметр22: $22+(1,5+0,4+0,3)*2=26,5$ мм принимается 27 мм

Длина: $203,1+(1,8+0,4)* 2=207,5$ мм принимается 207,5 мм

Рабочие закругления наружных углов- 3 мм

1,4 Определение нормы расхода металла

Наиболее распространенным способом получения заготовок для горячей штамповки из прутков и штанг сортового проката является резка на пресс-ножницах, как наиболее дешевая и производительная.

На машиностроительные предприятия сортовой металлопрокат поставляется в основном интервальной, кратной и мерной длины.

Прутки стали горячекатаной (ГОСТ 2590-71) поставляют длиной: от 3 до Юм из углеродистой обыкновенного качества и низколегированной стали; от 2 до 6м из

качественной углеродистой и легированной стали; от 1,5 до 6м из высоколегированной стали.

Раскрой интервального проката

Поставляемые партии проката могут иметь значительные колебания длин штанг.

При резке такого проката на заготовки образуется торцевые (концевые) отходы, которые связаны с наличием металлургических дефектов (заусенцев) на концах штанг и отход, образующийся из-за колебаний длин штанг, который называется некратностью.

l_T	L_3	L_3	L_3	L_3	L_3	L_3	L_h
L_{PI}							

Рис.4. Схема раскроя металлопроката кратной длины

L_3 - длина заготовки;

L_H - длина некратности;

L_T - длина на торцевую обрезку. Если торцы не зачищены, то

$$L_r = 0,5D_3 \text{ при } D_3 < 50 \text{ мм} ; L_T = 0 \text{ при } D_3 > 50 \text{ мм} ,$$

где D_3 - диаметр заготовки.

$$l_T = 0,5 \cdot 30 = 15 \text{ мм.}$$

Длину некратности принимаю равной половине длины заготовки: $L_H = 0,5 \cdot L_3 = 0,5 \cdot 479 = 239,5 \text{ мм} .$

Расчетная интервальная длина штанг для качественной стали конструкционного назначения принимаю $L_{PI} = 3692 \text{ мм} .$

Расчетное количество отрезаемых заготовок при этом составляет:

$$N = (L_{PI} - l_T) / L_3 = (3692 - 15) / 479 = 7,6 ; \text{ Принимаю } 7 \text{ заготовок.}$$

Раскройный коэффициент:

$$K = (L_{PI} - L_r - L_H) / L_{PI} = (3692 - 115 - 239,5) / 3692 = 0,9 .$$

Раскрой кратного проката

Штанги кратного проката могут иметь различную длину в определенном интервале размеров. Однако, они должны удовлетворять условию двойной кратности: быть

кратными величине длины отрезаемых заготовок L_3 с учетом доли отхода на торцевой обрезок L_T и кратными длине L_K , которая не должна быть меньше L_{min} (минимально допустимая длина штанги интервального проката), определяемой по прейскуранту (для горячекатаной качественной стали всех сечений $L_{min} = 2000$ (мм)).

5.5 Расчет нормы расхода металла на поковку

Температурный интервал определяют по диаграмме состояния стали,

пластичности и рекристаллизации. Для стали 20ХГНМ температурный интервал составляет:

- max температура нагрева металла перед штамповкой - 1230°C;
- min температура окончания штамповки — 900°C. [1]

При выборе типа нагревательного устройства необходимо учитывать следующие требования:

- должна быть обеспечена требуемая температура;
- равномерный нагрев по поверхности и по сечению;
- минимальное окисление поверхности или образования угара и т.д.

В нашем случае необходимо применение индукционной нагревательной установки, т.к. она повышает производительность труда, позволяет провести полную автоматизацию и обеспечить высокую стабильность процесса, улучшить условия труда и сократить потери металла на окалинообразование. Индукционный нагрев концов заготовок целесообразно выполнять в специальных индукторах — щелевых.

1. Необходимая частота тока индуктора: 8000 Гц для $d_{заг} = 20...40$ мм;

2. Продолжительность нагрева (обычного): $t_n = 56$ сек

3. Напряжение на индукторе принимаю: 750В

4. Глубина проникновения тока в металл: $D = 6,2$ мм [1]

5. Размеры индуктора:

- внутренний диаметр индуктора:

$$d_{\text{вн}} = d_{\text{ЗАР}} + S,$$

где S — толщина тепло- и электроизоляции

$$d_{\text{вн}} = 30 + 14 = 44 \text{ мм};$$

- длина индуктора: $l_1 = n \cdot l_{\text{ЗАР}} + \Delta l$,

где Δl - компенсация краевого эффекта,

$$\Delta l = 1,5 \cdot d_{\text{ЗАР}} = 45 \text{ мм};$$

$$L_1 = 12 \cdot 479 + 45 = 5793 \text{ мм}.$$

6. Средняя мощность, развиваемая на нагревателе в процессе нагрева:

$$\frac{c \cdot t_{\text{H}} \cdot m_{\text{заг}} \cdot n}{t_{\text{п}}} = \frac{0,71 \cdot 1230 \cdot 2,5 \cdot 1}{56} = 38,98 \text{ кВт}$$

7. Мощность, подводимая к индуктору:

$$P_r = \frac{P_{\text{H}}}{\eta}$$

где $\eta = 0,6$;

$$P_v = \frac{38,98}{0,6} = 64 \text{ кВт}$$

В соответствии с данными техническими характеристиками подбираю кузнечный индукционный нагреватель, с пневматическим механизмом перемещения заготовок, с питанием от машинных преобразователей частоты по схеме централизованного питания: ИИ2-250/10 [1]

7. Расчет переходов штамповки

Определяем объём высаживаемой части.

$$V_n = V_{нок} - V1 - V2 - V3 - V4 = 321280 - 22320 - 45370 - 11720 - 40630 = 201240 \text{ мм}^3$$

Определяем длину высаживаемой части.

$$l_e = \frac{V_e}{F} = \frac{4V_e}{\pi \cdot D_{заг}^2} = \frac{4 \cdot 201240}{\pi \cdot 30^2} = 284,84 \text{ мм}$$

Проведем проверку на устойчивость.

$$\psi = \frac{l_e}{D_{заг}} = \frac{284,84}{30} = 9,49$$

$$\psi = 2 + 0,01d = 2,3$$

т.к. $2,3 < \psi = 9,49$ то , следовательно необходим наборный переход Определим размеры полости наборной части ручьев.

1 переход : набор в коническом пуансоне

Рис.7. Эскиз полуфабриката после первого перехода.

Диаметр меньшего основания

$$d_k = \eta \cdot D_{\text{заг}};$$

$$d_k = 1,04 \cdot 30 = 31,2 \text{ мм};$$

Диаметр большего основания

$$D_k = \varepsilon \cdot D_{\text{заг}}$$

$$D_k = 1,34 \cdot 30 = 40,2 \text{ мм}$$

L_k - Длина конуса

$$l_k = \frac{V_{\text{в}} \cdot 3,82 \cdot u}{(D_k^2 + D_k \cdot d_k + d_k^2)}$$

где u - коэффициент запаса пространства полости штампа, принимаем равным 1,09 следовательно

$$l_k = \frac{201240 \cdot 3,82 \cdot 1,09}{(40,2^2 + 40,2 \cdot 31,2 + 31,2^2)} = 217,99 \text{ мм}$$

Переходы 2,3,... необходимы, если $\psi_n > \psi_{\text{в}}$, где

$$\psi_n = \frac{l_{k(n-1)}}{d_{d(n-1)}} = \frac{217,99}{35,7} = 6,1$$

$$d_{d(n-1)} = \frac{D_{k(n-1)} + d_{k(n-1)}}{2} = \frac{40,2 + 31,2}{2} = 35,7$$

6,1 > 2,26 - необходим дополнительный переход

2 переход: набор в коническом пуансоне

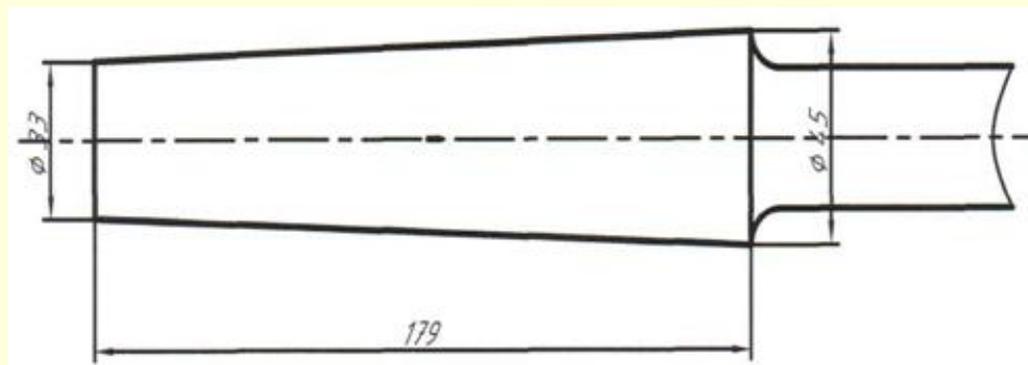


Рис.8. Эскиз полуфабриката после второго перехода.

Диаметр меньшего основания

$$d_k = \eta \cdot D_{заг};$$

$$d_k = 1,04 \cdot 31,2 = 32,45 \text{ мм};$$

Диаметр большего основания

$$D_k = \varepsilon \cdot D_{заг}$$

$$D_k = 1,25 \cdot 35,7 = 44 \text{ мм}$$

l_k - Длина конуса

$$l_k = \frac{V_{\phi} \cdot 3,82 \cdot u}{(D_k^2 + D_k - d_k + d_k^2)}$$

где u - коэффициент запаса пространства полости штампа, принимаем равным 1,06 следовательно

$$l_k = \frac{201240 \cdot 3,82 \cdot 1,06}{(44^2 + 44 \cdot 32,45 + 32,45^2)} = 179,5 \text{ мм}$$

Переходы 2,3,... необходимы, если $\psi_n > \psi_a$, где

$$\psi_n = \frac{l_{k(n-1)}}{d_{c(n-1)}} = \frac{179}{38} = 4,7$$

$$d_{c(n-1)} = \frac{D_{k(n-1)} + d_{k(n-1)}}{2} = \frac{44 + 32,45}{2} = 38$$

4,7 > 2,26 - необходим дополнительный переход

3 переход

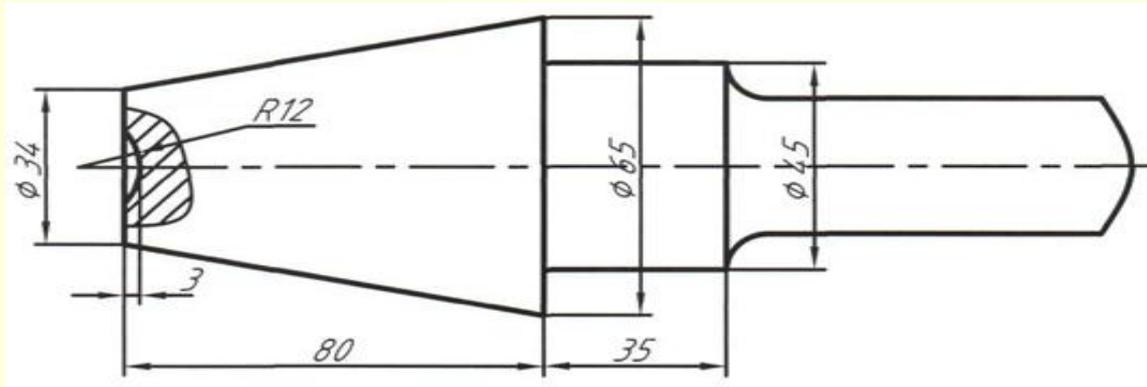


Рис.9. Эскиз полуфабриката после третьего перехода.

Диаметр меньшего основания

$d_k = \eta \cdot D_{заг}$,

$$d_k = 1,04 \cdot 32,5 = 33,8;$$

Диаметр большего основания

$D_k = \varepsilon \cdot D_{заг}$

$$D_k = 1,69 \cdot 38 = 64,6$$

l_k - Длина конуса

$$l_k = \frac{V_{св} \cdot 3,82 \cdot u}{(D_k^2 + D_k \cdot d_k + d_k^2)}$$

где u - коэффициент запаса пространства полости штампа, принимаем равным 1,05 следовательно

$$l_k = \frac{201240 \cdot 3,82 \cdot 1,05}{(65^2 + 65 \cdot 33,8 + 33,8^2)} = 80 \text{ мм}$$

Переходы 2,3,... необходимы, если $\psi_n > \psi_a$, где

$$\psi_n = \frac{l_{k(n-1)}}{d_{c(n-1)}} = \frac{80}{38,9} = 2,09$$

$$d_{c(n-1)} = \frac{D_{k(n-1)} + d_{k(n-1)}}{2} = \frac{33,8 + 44}{2} = 38,9$$

2,06 < 2,26 - переходов не требуется. 4й формовочный переход завершающий.

$$\psi = k \frac{\pi D^2}{4} \sigma = 4 \frac{3.14 \cdot 67^2}{4} 82 = 1155828 H$$

где $\sigma_T=82$ МПа- предел текучести металла при температуре штамповки ;

D- диаметр поковки;

K-коэффициент определяемый в зависимости от вида штамповки на ГКМ.

Высота штампа:

$$H = \sum D + 0.3 \sum (Dk + lk) + 10(k + 1) + 10(k + 1) = 40 + 45 + 65 + 69 + 0,3((382 + 40) + (352 + 45) + (288 + 65) + (259 + 69)) + 10(4 + 1) = 817,4 \text{ мм}$$

Где k-число переходов.

Выбираем ГКМ с усилием $P=8000 \text{ кН}=8 \text{ МН}$ ([1], с. 299, табл. 18).

1.4 Расчёт припусков

Общим припуском на обработку называется слой металла, удаляемый с поверхности исходной заготовки в процессе механической обработки с целью получения годной детали.

Операционный припуск – это слой материала, удаляемый с заготовки при выполнении одной технологической операции.

Операционный припуск равняется сумме промежуточных припусков, то есть припусков на отдельные переходы, входящие в операцию.

Из применяемых в машиностроении заготовок (проката, отливок, штамповок) в качестве заготовки для данного вала учитывая, что материал делали – сталь 45 ГОСТ1050 – 88 и типа производства массового; применяем заготовку - штамповку.

Данный тип заготовки получают на горизонтально ковочных машинах (ГКМ).

Такой вид заготовок наиболее применяем для получения требуемой детали.

Штамповка – потому, что допуски маленькие и отход металла будет минимальный.

Производим расчет припуска для самой точной поверхности детали $\varnothing 55$ согласно маршруту обработки.

Определение дефектного слоя:

Суммарные отклонения расположения штамповкой заготовки при обработки в патроне для наружной поверхности:

$$r = r_{\text{см}}^2 + r_{\text{кор}}^2, \text{ мкм. ([11], стр. 56)}$$

где - $r_{\text{коробления}}$ – погрешность штампованных заготовок на прессах;

r_{cm} – погрешность по смещению на штампах.

Погрешность закрепления ϵ ([11], табл. 3.26, стр. 68). $\epsilon = 110$ мкм.

Точность и качество поверхностей штампованных заготовок после механической обработки выбираем ([11], табл. 3.25, стр. 67).

$\Delta y = 0,2$ мм.

Расстояние L_K от сечения, для которого определяется кривизна, до места опоры при установки в центрах определяется из соотношения

$L_K = 107,5$, мм,

где L – общая длина заготовки в мм, где $L = 395$ мм.

Величина отклонения расположения заготовки в центровки.

$\rho_{ц} = 0,25 \cdot \delta_{заг}^2 + 1$ мкм. ([11], стр. 57)

где $\delta_{заг}$ – допуск на диаметр базовой поверхности мм. $\delta_{заг} = 1,7$ мм.

$\rho_{ц} = 0,25 \cdot 1,7^2 + 1 = 0,37$ мм. $\rho_{o.m.} = 2 \Delta y \cdot L_K$, мкм. ([11], стр. 58)

где Δy – величина удельного отклонения расположения равная 0,2.

$\rho_{o.m.} = 2 \cdot 0,2 \cdot 107,5 = 43$ мкм.

Суммарное отклонение расположения, ([11], стр. 68). Отклонение на черновую обработку по следующей формуле:

$P_o = \sqrt{\rho_{o.m.}^2 + \rho_{ц}^2}$, мкм. ([11], стр. 58)

$P_o = \sqrt{43^2 + 370^2} = 372$ мкм.

Погрешность установки при базировании в центрах заготовки выбирается ([11], табл. 3.26, стр. 82).

$\epsilon_y = 110$ мкм.

Минимальный припуск на черновую обработку:

$2Z_{min} = 2 (R_Z + T + \rho^2 + \epsilon_y^2)$, мкм. ([11], стр. 58)

$2Z_{min} = 2 (160 + 200 + 372^2 + 200^2) = 1564$ мкм.

Максимальный припуск на черновую обработку поверхности детали определяем по формуле:

$2Z_{max} = 2Z_{min} + \delta_{ДП} - \delta_{ДВ}$, мкм. ([11], стр. 58)

где $\delta_{ДП} = 1100$ мкм; $\delta_{ДВ} = 400$ мкм.

$$2Z_{\max} = 1564 + 1100 - 400 = 2264 \text{ мкм.}$$

Величину остаточного суммарного расположения заготовки после выполнения черновой обработки поверхности определяем по формуле:

$$\rho_{\text{ост}} = K_y \rho_{\text{оз}}, \text{ мкм. ([11], стр. 58)}$$

где - $K_y = 0,06$ (см. табл. № 3.19 [11]).

$$\rho_{\text{ост}} = 0,06 \cdot 372 = 22,33 \text{ мкм.}$$

Величина погрешности установки при чистовой обработке поверхности заготовки.

$$\varepsilon_{\text{уч}} = 0,06 \cdot \varepsilon_y, \text{ мкм. ([11], стр. 58)}$$

$$\varepsilon_{\text{уч}} = 0,06 \cdot 200 = 12 \text{ мкм.}$$

При последовательной обработке поверхности детали погрешности установки из – за малости её величины в расчёт не принимаем.

Расчётный минимальный и максимальный припуск на чистовую обработку поверхности детали определяем по формулам:

$$2Z_{\min} = 2 \cdot (50 + 50 + \sqrt{22,33^2 + 12^2}) = 250 \text{ мкм.}$$

$$2Z_{\max} = 2 \cdot (250 + 210 - 33) = 854 \text{ мкм.}$$

Расчётный минимальный и максимальный припуск на шлифовальную обработку поверхности составит:

$$2Z_{\min} = 2 \cdot (5 + 15) = 40 \text{ мкм.}$$

$$2Z_{\max} = 2 \cdot (40 + 33 - 15) = 116 \text{ мкм.}$$

Промежуточные расчётные размеры по обрабатываемым поверхностям определяем по формуле:

Для чистовой токарной обработки:

$$D_{\min \text{ чист}} = D_{\text{чист}} + 2Z_{\min \text{ шл.}}, \text{ мм. ([11], стр. 58)}$$

$$D_{\min \text{ чист}} = 55,01 + 0,04 = 55,05 \text{ мм.}$$

Для черновой токарной обработки:

$$D_{\text{р черн.}} = D_{\text{р чист.}} + 2Z_{\min \text{ чист}}, \text{ мм. ([11], стр. 58)}$$

$$D_{\text{р черн.}} = 55,05 + 0,25 = 55,295 \text{ мм.}$$

Для заготовки:

$$D_{p.z.} = D_{p \text{ черн}} + 2 Z_{\min}, \text{ мм. ([11], стр. 59)}$$

$$D_{p.z.} = 55,295 + 1,6 = 56,895 \text{ мм.}$$

Промежуточные размеры определяют методом прибавления (для валов), вычитания (для отверстий) значения припусков по максимальным и минимальным значениям, начиная действия с размеров детали.

Минимальные промежуточные размеры:

$$D_{\text{чист}} = D_{\text{д}} + 2 Z_{\min}, \text{ мм. ([11], стр. 59)}$$

$$D_{\text{чист}} = 55,01 + 0,05 = 55,05 \text{ мм.}$$

$$D_{\min \text{ чист}} = D_{\text{чист}} + 2 Z_{\min \text{ чист}}, \text{ мм. ([11] стр. 59)}$$

$$D_{\min \text{ чист}} = 55,05 + 0,25 = 55,30 \text{ мм.}$$

$$D_{\min z} = D_{\text{черн}} + 2 Z_{\min \text{ черн}}, \text{ мм. ([11] стр. 59)}$$

$$D_{\min z} = 55,30 + 1,6 = 56,9 \text{ мм.}$$

Максимальные предельные промежуточные размеры:

$$D_{\max \text{ чист}} = D_{\max} + 2 Z_{\max \text{ шл}}, \text{ мм. ([11], стр. 59)}$$

$$D_{\max \text{ чист}} = 55,01 + 0,12 = 55,13 \text{ мм.}$$

$$D_{\max \text{ черн}} = D_{\max} + 2 Z_{\max \text{ чист}}, \text{ мм. ([11] стр. 59)}$$

$$D_{\max \text{ черн}} = 55,13 + 0,86 = 55,99 \text{ мм.}$$

$$D_{\max z} = D_{\max} + 2 Z_{\max \text{ черн}}, \text{ мм. ([11] стр. 59)}$$

$$D_{\max z} = 55,99 + 2,5 = 58,4 \text{ мм.}$$

2,1 Разработка технологических операций

Наименование операций	Модель станка
0,05 Центровальный, Черновое и чистовое фрезерование базовой плоскости Ø 27,8 и Ø64, выдержав размер 249 мм	6P81
010 Токарно 1 переход, точит Ø 18,5мм выдержав размер 10 мм 2 переход, точит Ø 27,8 мм выдержав размер 46 мм 3 переход, точит Ø 22мм выдержав размер 84 мм 4 переход, точит Ø 40мм выдержав размер 31 мм 5 переход, точит Ø 44 мм выдержав размер 27 мм	1716Ц

6 переход, точит Ø 64 мм выдержав размер 5 мм	
015 Горизонтально фрезерный Фрезеровать двух сторон детали Ø17и Ø44 мм выдержав размер 249 мм	6P82Г
020 Зубо фрезерный Фрезеровать зуб Ø27 мм длина размер 46 мм	5350А
0,25 Кругло шлифовальный Шлифовать поверхности Ø 18,5мм , Ø 27,8 мм Ø 22мм Ø 40мм Ø 44 мм Ø 64 мм	3Т160

2,3 Расчёт режимов резания

010 операция Центровальный

1. Глубина резания: $t = 3,2$ мм.

2. Определяется нормативная подача $S_{он}$:

$$S_{он} = 0,07 - 0,09 \text{ мм/об ([1], карта 41).}$$

Поправочный коэффициент на подачу в зависимости от глубины сверления:

Корректируется нормативная подача при сверлении $S_{он}$ по паспорту станка

$$S_{он} = 0,056 \text{ мм/об.}$$

3. Определяется скорость резания V_n :

Нормативная скорость резания V_n :

Поправочный коэффициент на скорость в зависимости от глубины сверления

$$K_{IV} = 1.$$

$$V = V_n \cdot K_{IV} = 40 \cdot 1 = 40 \text{ м/мин.}$$

4. По установленной скорости резания определяем число оборотов шпинделя n :

$$n = V \cdot 1000 / \pi \cdot D = 40 \cdot 1000 / 3,14 \cdot 17 = 2022 \text{ об/мин.}$$

5. Найденное число оборотов корректируется по паспорту станка, подбирается ближайшее значение:

$$n_{пр} = 710 \text{ об/мин.}$$

6. Действительная скорость резания:

$$V_d = \pi \cdot D \cdot n / 1000 = 3,14 \cdot 17 \cdot 710 / 1000 = 14 \text{ м/мин.}$$

7. Из-за малой мощности резания проверку по мощности не производим.

8. Определение основного (машинного) времени:

$$T_m = L_{px} / n \cdot S_o = l + l_1 / n \cdot S_o, \text{ мин,}$$

где L_{px} – длина пути, проходимого инструментом в направлении подачи, мм;

$$L_{px} = l + y + \Delta, \text{ мм,}$$

где l – длина обрабатываемого отверстия;

y – величина врезания, $y = 0$;

Δ – величина перебега, $\Delta = 2$ мм;

n – принятое число оборотов инструмента, об/мин;

S_o – принятая подача инструмента, мм/об;

l_1 – величина врезания и перебега инструмента, мм.

$$T_m = 4 + 4,5 / 710 \cdot 0,056 = 0,503 \text{ мин.}$$

010 Токарно-гидрокопировальная операция

1 переход, точит $\varnothing 18,5$ мм выдержав размер 10 мм

1. Глубина резания $t_1 = 1,5$ мм.

2. Определяем длину рабочих ходов суппорта:

$$L_{px} = l + l_1, \text{ мм,}$$

где l – наибольшая длина обрабатываемой пов-ти одним инструментом, мм;

l_1 – величина подвода врезания и перебега инструментов, мм.

$$L_{px} = 2 + 1+3 = 5 \text{ мм.}$$

3. Определяется нормативная подача $S_{он}$:

$$S_{он} = 0,4 - 0,5 \text{ мм/об ([1], карта 1).}$$

По паспорту станка принимается ближайшее значение подачи:

$$S_{\text{он}} = 0,5 \text{ мм/об.}$$

4. Определяется скорость резания V_n :

Нормативная скорость резания V_n :

$$V_n = 130 \text{ м/мин.}$$

Поправочный коэффициент на скорость:

$$K_{nv} = 1. \text{ Тогда}$$

$$V = V_n \cdot K_{nv} = 130 \cdot 1 = 130 \text{ м/мин.}$$

5. По установленной скорости резания определяем число оборотов шпинделя станка n :

$$n = V \cdot 1000 / \pi \cdot D = 130 \cdot 1000 / 3,14 \cdot 18,5 = 600 \text{ об/мин.}$$

6. Найденное число оборотов корректируется по паспорту станка, подбирается ближайшее значение:

$$n_{\text{пр}} = 630 \text{ об/мин.}$$

7. Действительная скорость резания:

$$V_d = \pi \cdot D \cdot n / 1000 = 3,14 \cdot 18,5 \cdot 630 / 1000 = 136,5 \text{ м/мин.}$$

9. Определение основного (машинного) времени T_m :

$$T_m = L_{\text{рх}} / S_{\text{опр}} \cdot n_{\text{пр}}, \text{ мин,}$$

где $L_{\text{рх}}$ – длина рабочего хода суппорта, мм;

$S_{\text{опр}}$ и $n_{\text{пр}}$ – принятые подача и число оборотов шпинделя.

$$T_m = 5 / 0,5 \cdot 630 = 0,49 \text{ мин.}$$

2 переход, точит $\varnothing 27,8$ мм выдержав размер 46 мм

1. Глубина резания $t_1 = 4,5$ мм; $t_2 = 10$ мм.

2. Определяем длину рабочих ходов суппорта:

$$L_{\text{рх}} = l + l_1, \text{ мм,}$$

где l – наибольшая длина обрабатываемой пов-ти одним инструментом, мм;

l_1 – величина подвода врезания и перебега инструментов, мм.

$$L_{px1} = 46 + 13 = 62 \text{ мм};$$

3. Определяется нормативная подача $S_{он}$:

$$S_{он1} = 0,4 - 0,5 \text{ мм/об ([1], карта 1)};$$

По паспорту станка принимается ближайшее значение подачи:

$$S_{он1} = 0,5 \text{ мм/об};$$

4. Определяется скорость резания V_n :

Нормативная скорость резания V_n :

$$V_n = 130 \text{ м/мин};$$

Поправочный коэффициент на скорость:

$$K_{nv} = 1. \text{ Тогда}$$

$$V = V_{н1} \cdot K_{nv} = 130 \cdot 1 = 130 \text{ м/мин};$$

5. По установленной скорости резания определяем число оборотов шпинделя станка n :

$$n_1 = V_1 \cdot 1000 / \pi \cdot D = 130 \cdot 1000 / 3,14 \cdot 27,8 = 600 \text{ об/мин};$$

6. Найденное число оборотов корректируется по паспорту станка, подбирается ближайшее значение:

$$n_{пр1} = 630 \text{ об/мин};$$

7. Действительная скорость резания:

$$V_{д1} = \pi \cdot D \cdot n_1 / 1000 = 3,14 \cdot 27,8 \cdot 630 / 1000 = 136,5 \text{ м/мин};$$

9. Определение основного (машинного) времени T_m :

$$T_m = L_{рх} / S_{опр} \cdot n_{пр}, \text{ мин},$$

где $L_{рх}$ – длина рабочего хода суппорта, мм;

$S_{опр}$ и $n_{пр}$ – принятые подача и число оборотов шпинделя.

$$T_{м1} = 46 / 0,5 \cdot 630 = 0,49 \text{ мин};$$

3 переход, точит Ø 22мм выдержав размер 84 мм

1. Глубина резания $t_1 = 1,5$ мм.

2. Определяем длину рабочих ходов суппорта:

$$L_{рх} = l + l_1, \text{ мм},$$

где l – наибольшая длина обрабатываемой пов-ти одним инструментом, мм;

l_1 – величина подвода врезания и перебега инструментов, мм.

$$L_{рх} = 84 + 13 = 97 \text{ мм}.$$

3. Определяется нормативная подача $S_{он}$:

$$S_{он} = 0,4 - 0,5 \text{ мм/об ([1], карта 1)}.$$

По паспорту станка принимается ближайшее значение подачи:

$$S_{он} = 0,5 \text{ мм/об}.$$

4. Определяется скорость резания V_n :

Нормативная скорость резания V_n :

$$V_n = 119 \text{ м/мин}.$$

Поправочный коэффициент на скорость:

$$K_{nv} = 1. \text{ Тогда}$$

$$V = V_n \cdot K_{nv} = 119 \cdot 1 = 119 \text{ м/мин}.$$

5. По установленной скорости резания определяем число оборотов шпинделя станка n :

$$n = V \cdot 1000 / \pi \cdot D = 119 \cdot 1000 / 3,14 \cdot 22 = 631,6 \text{ об/мин}.$$

6. Найденное число оборотов корректируется по паспорту станка, подбирается ближайшее значение:

$$n_{пр} = 630 \text{ об/мин}.$$

7. Действительная скорость резания:

$$V_d = \pi \cdot D \cdot n / 1000 = 3,14 \cdot 22 \cdot 630 / 1000 = 118,69 \text{ м/мин}.$$

9. Определение основного (машинного) времени T_m :

$$T_m = L_{рх} / S_{опр} \cdot n_{пр}, \text{ мин},$$

где $L_{рх}$ – длина рабочего хода суппорта, мм;

$S_{опр}$ и $n_{пр}$ – принятые подача и число оборотов шпинделя.

$$T_m = 845 / 0,5 \cdot 630 = 0,49 \text{ мин}.$$

4 переход, точит $\varnothing 40\text{мм}$ выдержав размер 31 мм

1. Глубина резания $t_1 = 1,15$ мм.

2. Определяем длину рабочих ходов суппорта:

$$L_{\text{рх}} = l + l_1, \text{ мм},$$

где l – наибольшая длина обрабатываемой пов-ти одним инструментом, мм;

l_1 – величина подвода врезания и перебега инструментов, мм.

$$L_{\text{рх}} = 31 \text{ мм}.$$

3. Определяется нормативная подача $S_{\text{он}}$:

$$S_{\text{он}} = 0,4 - 0,5 \text{ мм/об} ([1], \text{ карта } 1).$$

По паспорту станка принимается ближайшее значение подачи:

$$S_{\text{он}} = 0,5 \text{ мм/об}.$$

4. Определяется скорость резания V_n :

Нормативная скорость резания V_n :

$$V_n = 135 \text{ м/мин}.$$

Поправочный коэффициент на скорость:

$$K_{\text{nv}} = 1. \text{ Тогда}$$

$$V = V_n \cdot K_{\text{nv}} = 135 \cdot 1 = 135 \text{ м/мин}.$$

5. По установленной скорости резания определяем число оборотов шпинделя станка n :

$$n = V \cdot 1000 / \pi \cdot D = 135 \cdot 1000 / 3,14 \cdot 40 = 623,09 \text{ об/мин}.$$

6. Найденное число оборотов корректируется по паспорту станка, подбирается ближайшее значение:

$$n_{\text{пр}} = 630 \text{ об/мин}.$$

7. Действительная скорость резания:

$$V_d = \pi \cdot D \cdot n / 1000 = 3,14 \cdot 40 \cdot 630 / 1000 = 136,5 \text{ м/мин}.$$

9. Определение основного (машинного) времени T_m :

$$T_m = L_{\text{рх}} / S_{\text{опр}} \cdot n_{\text{пр}}, \text{ мин},$$

где $L_{рх}$ – длина рабочего хода суппорта, мм;

$S_{опр}$ и $n_{пр}$ – принятые подача и число оборотов шпинделя.

$$T_m = 31 / 0,5 \cdot 630 = 0,73 \text{ мин.}$$

10. Определение основного (машинного) времени T_m на операцию:

$$T_m = 0,73 + 0,49 + 0,19 + 0,11 = 1,52 \text{ мин.}$$

015 Горизонтально фрезерный, Фрезеровать двух сторон детали $\varnothing 44$ и $\varnothing 17$ мм выдержав размер 249 мм

1. Глубина резания: $t_1 = 0,5$ мм; $t_2 = 1,5$ мм.

2. Определяется нормативная подача $S_{он}$:

$$S_{он1} = 0,4 - 0,5 \text{ мм/об ([1], карта 1);}$$

$$S_{он1} = 0,18 - 0,22 \text{ мм/об ([1], карта 1).}$$

Корректируется нормативная подача $S_{он}$ по паспорту станка:

$$S_{он1} = 0,5 \text{ мм/об;}$$

$$S_{он2} = 0,2 \text{ мм/об.}$$

3. Определяется скорость резания V_n :

Нормативная скорость резания V_n :

$$V_{n1} = 131 \text{ м/мин;}$$

$$V_{n2} = 155 \text{ м/мин.}$$

Поправочный коэффициент на скорость:

$$K_{IV} = 1. \text{ Тогда}$$

$$V_1 = V_{n1} \cdot K_{IV} = 131 \cdot 1 = 131 \text{ м/мин;}$$

$$V_2 = V_{n2} \cdot K_{IV} = 155 \cdot 1 = 155 \text{ м/мин.}$$

1. По установленной скорости резания определяем число оборотов шпинделя n :

$$n_1 = V \cdot 1000 / \pi \cdot D = 131 \cdot 1000 / 3,14 \cdot 66,6 = 626,42 \text{ об/мин;}$$

$$n_2 = V \cdot 1000 / \pi \cdot D = 155 \cdot 1000 / 3,14 \cdot 66,6 = 626,42 \text{ об/мин.}$$

5. Найденное число оборотов корректируется по паспорту станка, подбирается ближайшее значение:

$$n_{пр1} = 630 \text{ об/мин};$$

$$n_{пр2} = 630 \text{ об/мин}.$$

2. Действительная скорость резания:

$$V_d = \pi \cdot D \cdot n / 1000 = 3,14 \cdot 66,6 \cdot 630 / 1000 = 131 \text{ м/мин}.$$

7. Производится проверка выбранного режима по мощности. Нормативная мощность, потребная на резание $N_{пр}$:

$$N = 4,9 \text{ кВт}.$$

8. Определение основного (машинного) времени:

$$T_m = L_{рх} / n \cdot S_o, \text{ мин},$$

где $L_{рх}$ – длина рабочего хода фрезы, мм;

n – принятое число оборотов шпинделя, об/мин;

S_o – принятая подача, мм/об;

$$T_{m1} = 298 / 630 \cdot 0,5 = 0,94 \text{ мин};$$

$$T_{m2} = 18 / 630 \cdot 0,2 = 0,14 \text{ мин}.$$

9. Определение основного (машинного) времени T_m на операцию:

$$T_m = 0,94 + 0,14 = 1,08 \text{ мин}.$$

020 зубо- фрезерный операция

1. Устанавливаем глубину резания. При фрезеровании зуба червячный фрезой глубиной резания считается ширина зуба,. Глубина зуба при фрезеровании его за один рабочий ход принимается за ширину фрезерования $B_1 = h_1 = 3,5 \text{ мм}$.

2. Назначаем подачу на зуб фрезы ([1], карта 161). Для фрезерования стали, $S_{z1} = 0,08 - 0,05 \text{ мм/зуб}$.

По паспорту станка принимается ближайшее значение подачи:

$$S_{z1} = 0,08 \text{ мм/зуб}.$$

3. Назначаем период стойкости фрезы ([1], табл. 2) $T = 120 \text{ мин}$.

4. Определяется скорость главного движения резания, допускаемую режущими свойствами фрезы V_n :

Нормативная скорость резания V_n :

$$V_{n1} = 39,2 \text{ м/мин.}$$

Поправочный коэффициент на скорость в зависимости от группы и механической характеристики стали K_{mv} ([1], карта 120):

$K_{mv} = 1$. Тогда

$$V_1 = V_{n1} \cdot K_{mv} = 39,2 \cdot 1 = 39,2 \text{ м/мин.}$$

4. По установленной скорости резания определяем частоты вращения шпинделя n :

$$n_1 = V_1 \cdot 1000 / \pi \cdot D = 39,2 \cdot 1000 / 3,14 \cdot 27,8 = 208 \text{ об/мин.}$$

5. Найденное число оборотов корректируется по паспорту станка, подбирается ближайшее значение:

$$n_{пр1} = 250 \text{ об/мин.}$$

6. Действительная скорость резания:

$$V_{д1} = \pi \cdot D \cdot n_1 / 1000 = 3,14 \cdot 27,8 \cdot 250 / 1000 = 47,1 \text{ м/мин.}$$

7. Определяем скорость движения подачи S_m :

$$S_{m1} = S_{z1} \cdot z \cdot n_{д1} = 0,08 \cdot 5 \cdot 250 = 100 \text{ мм/мин.}$$

Корректируем эту величину по данным станка и устанавливаем действительную скорость движения подачи:

$$S_{m1} = 100 \text{ мм/мин.}$$

8. Определяем мощность, затрачиваемую на резание: $N_{табл} = 1,0$ кВт. Для заданных условий обработки поправочный коэффициент на мощность $K_N = 1$. Тогда $N_{рез} = N_{табл} = 1$ кВт.

9. Проверяем, достаточна ли мощность привода станка:

$$N_{шп} = 7,5 \cdot 0,8 = 6,0 \text{ кВт}; N_{рез} \leq N_{шп}; 1 < 6,0, \text{ т.е. обработка возможна.}$$

5. Определение основного (машинного) времени:

$$T_0 = L / S_m, \text{ мин}; L = l + y + \Delta.$$

$$T_{01} = 34 / 20 = 1,7 \text{ мин.}$$

035 Круглошлифовальная операция

1. Скорость шлифовального круга $V_k = 30 - 35$ м/с;

$$V_k = \pi \cdot D_k \cdot n_k / 1000 \cdot 60.$$

По паспортным данным станка мод. 3А151 у нового круга $D_k = 600$ мм; $n_k = 1112$ об/мин.

Тогда

$$V_k = 3,14 \cdot 64 \cdot 1112 / 1000 \cdot 60 = 35 \text{ м/с},$$

2. Окружная скорость заготовки (скорость вращения) $V_d = 15 - 55$ м/мин. Принимаем среднее значение $V_d = 26$ м/мин.

3. Определяем частоту вращения, соответствующую скорости:

$$n_d = 1000 \cdot V_d / \pi \cdot d_d = 1000 \cdot 26 / 3,14 \cdot 55 = 150 \text{ об/мин.}$$

Найденное значение $n_d = 150$ об/мин может быть установлено на станке мод. 3А151, имеющим бесступенчатое регулирование частоты вращения заготовки в пределах 63 – 400 об/мин.

4. Глубина шлифования (поперечная подача круга) $t = 0,005 - 0,015$ мм/ход стола, принимаем $t = 0,005$ мм/ход. Корректируем принятое значение t по паспортным данным станка: $t = 0,005$ мм/ход.

5. Определяем продольную подачу на оборот детали $s = s_d \cdot V_k$. В справочнике рекомендуется продольная подача в долях ширины круга $s_d = 0,2 - 0,4$; принимаем $s_d = 0,3$. Тогда $s = 0,3 \cdot 63 = 18,9$ мм/об.

6. Определяем скорость продольного хода стола

$$V_{ст} = s \cdot n_d / 1000 = 18,9 \cdot 150 / 1000 = 2,8 \text{ м/мин.}$$

Найденное значение $V_{ст} = 2,8$ м/мин может быть установлено на используемом станке, имеющем бесступенчатое регулирование скорости продольного хода стола в пределах 0,1 – 6 м/мин.

7. Определяем мощность, затрачиваемую на резание:

$$N_{рез} = C_N \cdot V^r \cdot t^x \cdot s^y \cdot d^q \text{ ([8], стр.469).}$$

Выписываем из табл. [8], стр.468) коэффициент и показатели степеней формулы:

для круглого наружного шлифования с поперечной подачей на каждый ход стола, обработка стали, зернистости круга 40, твердости СТ1: $C_N = 0,1$; $r = 0,85$; $x = 0,6$; $y = 0,7$; $q = 0,5$. Тогда

$$N_{рез} = 0,1 \cdot 26^{0,85} \cdot 0,005^{0,6} \cdot 18,9^{0,7} \cdot 55^{0,5} = 3,7 \text{ кВт.}$$

9. Определение основного (машинного) времени:

$$T_M = (L \cdot h / n_d \cdot s \cdot l) \cdot K, \text{ мин}$$

где L – длина хода стола; при перебеге круга на каждую сторону, равной $0,5 \cdot B_k$, величина $L = l = 73$ мм; h – припуск на сторону; по условию $h = 0,3$ мм; величина n_d , s и t определены в ходе решения; K – коэффициент точности, учитывающий время на “выхаживание”, т. е. шлифование без поперечной подачи (осуществляется на заключительном этапе операции для достижения требуемой точности и шероховатости обработанной поверхности); при чистовом $K \approx 1,4$. Тогда

$$T_M = (73 \cdot 0,3 / 150 \cdot 18,9 \cdot 0,005) \cdot 1,4 = 2,16 \text{ мин.}$$

4.11 Нормирование времени

005 Центральная операция

1. Определение вспомогательного времени T_B .

1.1. Время на проход: 0,078 мин ([2], карта 27, лист 1, поз. 1);

1.2. Время на контрольные промеры: 0,16 ([2], карта 86, лист 7, поз. 158).

$$T_B = 0,238 \text{ мин.}$$

1. Определение оперативного времени на операцию $T_{оп}$.

$$T_{оп} = T_o + T_B = 0,503 + 0,238 = 0,741 \text{ мин.}$$

3. Определение времени на обслуживание рабочего места $T_{обс}$:

$$T_{обс} = 3,5\% \text{ от } T_{оп} \text{ ([2], карта 28).}$$

4. Определение времени на отдых и личные надобности $T_{отдлн}$:

$$T_{отдлн} = 4\% \text{ от } T_{оп} \text{ ([2], карта 88).}$$

5. Определение нормы штучного времени $T_{шт}$:

$$T_{шт} = T_{оп} (1 + (a_{обс} + v_{отдлн} / 100)), \text{ мин,}$$

где $a_{обс}$ – % времени обслуживания от оперативного;

$v_{отдлн}$ – % времени отдыха и личных надобностей от оперативного.

$$\text{Тогда } T_{шт} = 0,741 (1 + (3,5 + 4 / 100)) = 0,798 \text{ мин.}$$

6. Определение подготовительно-заключительного времени $T_{пз}$:

$$T_{пз} = 0,057 \text{ мин.}$$

010 Токарно-гидрокопировальная операция

1. Определение вспомогательного времени T_v .

0,25 мин ([2], карта 59,);

2. Определение оперативного времени на операцию $T_{оп}$.

$$T_{оп} = T_o + T_v = 1,52 + 1,0,13 = 2,533 \text{ мин.}$$

3. Определение времени на обслуживание рабочего места $T_{обс}$:

$$T_{обс} = 6,5\% \text{ от } T_{оп} \text{ ([2], карта 60).}$$

4. Определение времени на отдых и личные надобности $T_{отдлн}$:

$$T_{отдлн} = 4\% \text{ от } T_{оп} \text{ ([2], карта 88).}$$

5. Определение нормы штучного времени $T_{шт}$:

$$T_{шт} = T_{оп} (1 + (a_{обс} + v_{отдлн} / 100)), \text{ мин,}$$

где $a_{обс}$ – % времени обслуживания от оперативного;

$v_{отдлн}$ – % времени отдыха и личных надобностей от оперативного.

$$\text{Тогда } T_{шт} = 2,533(1 + (6,5 + 4 / 100)) = 2,8 \text{ мин.}$$

6. Определение подготовительно-заключительного времени $T_{пз}$:

$$T_{пз} = 17 \text{ мин.}$$

035 Горизонтально-фрезерная операция

1. Определение вспомогательного времени T_v .

1.1. Время на операцию: 0,60 мин

2. Определение оперативного времени на операцию $T_{оп}$.

$$T_{оп} = T_o + T_v = 3,05 + 0,96 = 4,01 \text{ мин.}$$

3. Определение времени на обслуживание рабочего места $T_{обс}$:

$$T_{\text{обс}} = 3\% \text{ от } T_{\text{оп}}$$

4. Определение времени на отдых и личные надобности $T_{\text{отдлн}}$:

$$T_{\text{отдлн}} = 4\% \text{ от } T_{\text{оп}} \text{ ([2], карта 88).}$$

5. Определение нормы штучного времени $T_{\text{шт}}$:

$$T_{\text{шт}} = T_{\text{оп}} (1 + (a_{\text{обс}} + v_{\text{отдлн}} / 100)), \text{ мин,}$$

где $a_{\text{обс}}$ – % времени обслуживания от оперативного;

$v_{\text{отдлн}}$ – % времени отдыха и личных надобностей от оперативного.

$$\text{Тогда } T_{\text{шт}} = 4,01 (1 + (3 + 4 / 100)) = 4,29 \text{ мин.}$$

6. Определение подготовительно-заключительного времени $T_{\text{пз}}$:

$$T_{\text{пз}} = 12 \text{ мин}$$

025 зубо -фрезерная операция

1. Определяем вспомогательное время

1.1.Время на операцию: 0,44

$$T_{\text{в}} = 0,44 \text{ мин.}$$

2. Определение оперативного времени на операцию $T_{\text{оп}}$.

$$T_{\text{оп}} = T_{\text{о}} + T_{\text{в}} = 6 + 0,44 = 6,44 \text{ мин.}$$

3. Определение времени на обслуживание рабочего места $T_{\text{обс}}$:

$$T_{\text{обс}} = 7\% \text{ от } T_{\text{оп}}$$

4. Определение времени на отдых и личные надобности $T_{\text{отдлн}}$:

$$T_{\text{отдлн}} = 6\% \text{ от } T_{\text{оп}}$$

5. Определение нормы штучного времени $T_{\text{шт}}$:

$$T_{\text{шт}} = T_{\text{о}} + T_{\text{в}} + T_{\text{обс}} = 6 + 0,44 + 0,07 = 6,51 \text{ мин.}$$

6. Определение подготовительно-заключительного времени $T_{\text{пз}}$

а) на наладку станка инструмента и приспособления 20 мин;

б) на дополнительные приёмы 4,0 мин;

в) на смену оправки фрезы 4,0 мин;

$$T_{п.з} = 20 + 4,0 + 4,0 = 28 \text{ мин.}$$

030 Круглошлифовальная операция

1. Определение вспомогательного времени.

1.1. Вспомогательное время на операцию: 0,33 мин ([2], карта 44, лист1, поз. 15).

2. Определение оперативного времени на операцию $T_{оп}$:

$$T_{оп} = T_o + T_v = 2,16 + 0,33 = 2,49 \text{ мин.}$$

3. Определение времени на обслуживание рабочего места $T_{обс}$:

$$T_{обс} = 9\% \text{ от } T_{оп} \text{ ([2], карта 45).}$$

4. Определение времени на отдых и личные надобности $T_{отдлн}$:

$$T_{отдлн} = 4\% \text{ от } T_{оп} .$$

5. Определение нормы штучного времени $T_{шт}$:

$$T_{шт} = T_{оп} (1 + (a_{обс} + v_{отдлн} / 100)), \text{ мин,}$$

$$T_{шт} = 2,49 (1 + (0,22 + 0,1 / 100)) = 2,5 \text{ мин.}$$

6. Определение подготовительно-заключительного времени $T_{пз}$:

$$T_{пз} = 10 \text{ мин ([2], карта 45).}$$

5. РАСЧЕТ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ СПЕЦИАЛЬНОЙ ОСНАСТКИ

Расчёт погрешности базирования

$$E_{\delta} = 0,5ITd(1/\sin\alpha - 1), \text{ мм}$$

где ITd – допуск на диаметр вала;

α – $1/2$ угла призмы; $\alpha = 90^\circ$;

$$ITd = es - ei, \text{ мкм}$$

$$ITd = 0 - (-0,46) = 0,46 \text{ мкм}$$

$$\text{Ø}45H12(-0,46)$$

$$E_{\delta} = 0,5 \cdot 0,46 \cdot ((1 / \sin 45^\circ) - 1) = 0,23 \cdot (-0,322) = 0,074 \text{ мм}$$

$$ITd > E_{\delta}$$

Вывод: Базирование выполнено правильно, обработка возможна при данной схеме установки.

Расчёт сил резания ([7], стр.290):

$$P_x = 0,2 \dots 0,3 P_z$$

$$P_y = 1,0 \dots 1,2 P_z$$

Определяем окружную силу P_z , действующую при фрезеровании:

$$P_z = [(10C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot V^u \cdot z) / D^q] \cdot K_{mp}, \text{ Н,}$$

где P_z – основная сила резания;

C_p – коэффициент учитывающий свойства обрабатываемого материала;

T – глубина обрабатываемого шпон паза согласно чертежа;

S_z – подача на зуб;

B – ширина шпон паза;

D – диаметр фрезы;

K_{mp} – коэффициент зависящий от свойств обрабатываемого материала;

z – число зубьев фрезы;

n, x, y, q , – показатели степени, зависящие от свойств обрабатываемого материала.

$C_p = 68,2 \cdot x - 0,86$ ([7], стр.291);

$n, y = 0,72$ ([7], стр.291);

$u = 1$ ([7], стр.291);

$q = 0,86$ ([7], стр.291);

$t = 3,5$ мм (по чертежу);

$S = 0,08$ мм/зуб ([7], стр. 286, табл. 38);

$B = 11$ мм (по чертежу);

$z = 16$ ([7], стр.177, табл. 73).

$$P_z = [(10 \cdot 68,2 \cdot 3,5^{0,86} \cdot 0,08^{0,72} \cdot 11^{0,72} \cdot 16) / 80^{0,86}] \cdot 1 = 666,223 \text{ Н}$$

$$P_x = 0,25 \cdot P_z = 0,25 \cdot 666,223 = 166,55 \text{ Н}$$

$$P_y = 1,2 \cdot P_z = 1,2 \cdot 666,223 = 800 \text{ Н}$$

$$W = (k \cdot P_x \cdot \ell) / \ell_1, \text{ Н} \text{ ([7], стр.85)}$$

Так как в процессе обработки силы могут изменяться, то для обеспечения надежности при расчете необходимых сил закрепления их увеличивают на коэффициент запаса K , который может колебаться в широких пределах (1,8...9):

$$K = 2,5.$$

Величину потребного зажимного усилия определяют на основе решения задачи статики, рассматривая равновесие детали под действием приложенных сил.

$$W = (2,5 \cdot 166,25 \cdot 20) / 3,8 = 21,9 \text{ Н}.$$

Проверка:

$$K \cdot P_x \cdot \ell - W \cdot \ell_1 = 0$$

$$2,5 \cdot 166,55 \cdot 20,0 - 219,4 \cdot 38 = 0$$

5.1 Расчёт и проектирование специального приспособления

Приспособление для фрезерования шпон паза.

Расчёт погрешности базирования. ([11]стр.45)

$$E_{\sigma} = 0,5ITd(1/\sin\alpha - 1) \text{ (формула 11.1)}$$

ITd- допуск на диаметр вала

α - $\frac{1}{2}$ угла призмы $\alpha=90^\circ$

$$ITd = es - ei \text{ (формула 11.2)}$$

$$ITd = 0 - (-0,46) = 0,46 \text{ мкм}$$

$$\varnothing 45H12(-0,46)$$

$$E_{\sigma} = 0,5 \cdot 0,46 \cdot ((1/\sin 45^\circ) - 1) = 0,23 \cdot (-0,322) = -0,074 \text{ мм}$$

$$ITd > E_{\sigma}$$

Вывод: Базирование выполнено правильно, обработка возможна при данной схеме установки.

Расчёт сил резания. ([12]стр.290)

$$P_x = 0,2 \dots 0,3 P_z \text{ (формула 11.3)}$$

$$P_y = 1,0 \dots 1,2 P_z \text{ (формула 11.4)}$$

$$P_z = [(10C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z) / D^q] \cdot K_{mp} \text{ (формула 11.5)}$$

P_z – основная сила резания

C_p - коэффициент учитывающий свойства обрабатываемого материала

T – глубина обрабатываемого шпон паза согласно чертежа

S_z – подача на зуб

B – ширина шпон паза

D – диаметр фрезы

K_{mp} - коэффициент зависящий от свойств обрабатываемого материала.

Z – число зубьев фрезы

n,x,y,q, - показатели степени, зависящие от свойств обрабатываемого материала.

$C_p = 68,2$.([12]стр.291)

$X = 0,86$.([12]стр.291)

$n, y = 0,72$.([12]стр.291)

$U = 1$.([12]стр.291)

$q = 0,86$ ([12]стр.291)

$t = 3,5$ мм по чертежу

$S = 0,08$ мм/зуб .([12]стр.286 табл38)

$V = 11$ по чертежу

$Z = 16$.([12]стр.177 табл.73)

$$P_z = [(10 * 68,2 * 3,5^{0,86} * 0,08^{0,72} * 11^{0,72} * 16) / 80^{0,86}] * 1 = 666,223 \text{ Н}$$

$$P_x = 0,25 * P_z = 0,25 * 666,223 = 166,55 \text{ Н}$$

$$P_y = 1,2 * P_z = 1,2 * 666,223 = 800 \text{ Н}$$

$$W = (k * P_x * \ell) / \ell_1 \text{ (кгс)} \text{ ([12]стр.85) (формула 11.6)}$$

$K = 2,5$ - коэффициент запаса

$$W = (2,5 * 166,25 * 20) / 3,8 = 21,9 \text{ Н}$$

Проверка

$$K * P_x * \ell - W * \ell_1 = 0$$

$$2,5 * 166,55 * 20,0 - 219,4 * 38 = 0$$

$$8337,5 - 8337,2 = 0,3 \approx 0$$

5.1 Расчёт и проектирование специального режущих инструмента

6. ОХРАНА ТРУДА И ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

В процессе трудовой деятельности на человека могут воздействовать опасные производственные факторы, которые приводят к травме или другому внезапному резкому ухудшению здоровья к ним относятся: движущиеся машины и механизмы; различные подъемно-транспортные устройства и перемещаемые грузы; незащищенные подвижные элементы производственного оборудования (приводные и передаточные механизмы, режущие инструменты, вращающиеся и перемещающиеся приспособления и др.) отлетающие частицы обрабатываемого материала и инструмента, электрический ток, повышенная температура поверхностей оборудования и обрабатываемых материалов и т. д. И вредные производственные факторы, которые приводят к заболеванию или снижению трудоспособности таковыми факторами являются повышенная и пониженная температура воздуха рабочей зоны; высокие влажность и скорость движения воздуха; повышенные уровни шума, вибрации. Также к вредным физическим факторам относятся запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны; недостаточная освещенность рабочего места, а также проходов и проездов; повышенная яркость света и пульсация светового потока.

Между вредными и опасными производственными факторами наблюдается определенная взаимосвязь. Во многих случаях наличие вредных факторов способствует проявлению травмоопасных факторов. Так, чрезмерная влажность в производственном помещении и наличие токопроводящей пыли (вредные факторы) повышают опасность поражения человека электрическим током (опасный фактор).

Уровни воздействия на работающих вредных производственных факторов нормированы предельно-допустимыми уровнями, значения которых указаны в соответствующих стандартах системы стандартов безопасности труда и санитарно-гигиенических правилах.

Анализ опасных и вредных производственных факторов

При механической обработки детали «Вал первичный» на рабочих местах возникают опасные и вредные производственные факторы влияющие на здоровье и жизнь рабочего. В технологическом процессе на изготовление данных деталей используется следующее оборудование: фрезерно-центровальный станок, токарные станки с ЧПУ, фрезерные, сверлильные и шлифовальные.

На фрезерно-центровальной операции опасным фактором является торцевая фреза с твердосплавными пластинами, вращающаяся с большой скоростью резания, а также пневматические тиски, закрепляющие заготовку. Для исключения опасности травмирования станочника для защиты от стружки применяются ограждения и щитки, а закрепление и открепление детали нужно производить, чтобы руки рабочего не находились в зоне закрепления заготовки.

Работа на токарных станках сопровождается наличием ряда вредных и опасных производственных факторов, к которым относятся:

- электрический ток;
- сливная стружка и аэрозоли технологической среды;
- повышенный уровень вибрации при черновой обработке.

На токарных станках с ЧПУ возможны поломка инструмента, вырыв заготовки, обусловленные ошибками на стадии подготовки программы и погрешности при настройке и работе станка. Для выявления крупных ошибок производят отработку программы на станке без установки режущего инструмента, оснастки и заготовки. Также станки с ЧПУ необходимо устанавливать в местах с хорошей вентиляцией, так, как длительная работа этих станков приводит к высокому уровню загрязнения рабочей среды парами СОЖ, что может вызвать заболевания рабочего.

В проектируемом технологическом процессе деталь «Вал первичный» устанавливается на токарном станке с ЧПУ в трехкулачковом самоцентрирующем патроне. Зажимное усилие, развиваемое кулачками, должно обеспечивать надежное закрепление детали в процессе резания.

Основная опасность при работе с патроном – возможность вырыва заготовки из приспособления.

Деталь «Вал первичный» на токарном станке устанавливается в центрах, что позволяет свести к минимуму вылет детали из приспособления. Но при этом опасным фактором при данном креплении детали является сливная стружка.

На фрезерных станках опасными производственными факторами будут являться: при работе инструмента – фреза образует стружка скола. Обработка детали производится на больших скоростях, что приводит к вылету из зоны обработки раскаленной стружки с большой скоростью, что представляет значительную опасность для рабочего. При перегреве зубьев фрезы образуется большое количество паров эмульсии. Так же на фрезерном станке опасность представляет стол, совершающий возвратно-поступательные перемещения.

При закреплении на фрезерном станке детали «Вал первичный» для фрезерования паза и скоса используется приспособление, имеющее пневматический привод в случае выхода из строя пневмомагистрали станка, произойдет поломка детали приспособления, что может привести к вылету детали из приспособления.

При сверлении отверстий на детали «Вал первичный» на сверлильных станках опасными факторами будут являться: подвижные узлы станка, совершающие поступательные перемещения при обработке и возвратно-поступательные ускоренные перемещения, электрическая цепь станка, представляющая угрозу для жизни и здоровья при нарушении электроизоляции или отсутствии защитных элементов, вибрация возникающая при работе станка, вредная для здоровья человека. Также при работе вращающегося инструмента (сверло, зенкер), скапливается сливная стружка.

При обработке детали «Вал первичный» на шлифовальных станках могут возникнуть следующие опасные факторы: во – первых при работе на шлифовальных станках

возможен разрыв круга, во – вторых при шлифовании используется СОЖ, при вращении круга происходит разбрызгивание аэрозоля в окружающую среду, при работе шлифовального станка возникает вибрация, что является вредным фактором.

На всех операциях вредным фактором является недостаточная освещенность рабочего места, неверно решенный вопрос микроклимата, возможное загромождение проходов и проездов. Также опасностью может являться утечка СОЖ или масла, наличие на рабочем месте посторонних предметов.

Техника безопасности

Оборудование устанавливается по группам: группа токарных станков, группа фрезерных, группа сверлильных и группа шлифовальных станков. После выполнения операции на одной группе станков, заготовки перемещают на другую группу, согласно технологического процесса. При перемещении груза необходима соблюдать следующие правила техники безопасности: запрещается провозить тару с грузом над местом нахождения людей и оборудования, при подъеме груза он должен быть приподнят не более 200 – 300 мм для проверки правильности строповки и надежности действия тормозов, опускать груз разрешается лишь на предназначенное для этого место, где исключается возможность падения, опрокидывания или сползания устанавливаемого груза. Минимальная ширина проходов для людей, передвигающихся с грузом, должен предусматриваться не менее 2 м, без груза – не менее 1 м. Расстояния между станками и элементами здания, а также ширина проходов выбраны согласно норм техники безопасности.

При работе на различного вида оборудования при выполнении разработанного технологического процесса необходимо соблюдать следующие требования техники безопасности.

Все открытые и вращающиеся части станков должны быть закрыты глухими кожухами, плотно прикрепленными к станку. Основные требования к кожухам: прочность, отсутствие шумообразования и простота конструкции. Станки должны быть снабжены специальными устройствами, полностью защищающими работающего от стружки, искр, осколков поломанного инструмента и брызг СОЖ. Для защиты от стружки, кроме защитных экранов и щитков применяются очки. Большую роль играют современные методы борьбы со стружкой - поломкой ее и удалением из зоны резания.

На фрезерных станках большую опасность представляет сама фреза. Эта опасность значительно уменьшается при наличии специального ограждения. Ограждение изготавливается в виде сварных или литых кожухов из стали или ковкого чугуна.

Для защиты станочников от поражения током все электрооборудование станков выполнено в защищенном исполнении. Для превращения замыкания фазы на корпус в однофазовое короткое замыкание оборудование занулено (на участке применяется четырехпроводная трехфазная сеть с заземленной нейтралью). В совокупности с использованием автоматов защиты от токов короткого замыкания это обеспечивает быстрое срабатывание последних.

На всех дверцах электрошкафов применяются предупредительные знаки в соответствии с требованиями ГОСТ 15508 – 70. Работы по ремонту оборудования и механизмов производят только после полного отключения от сети электропитания с обязательным вывешиванием в местах отключения предупредительных табличек.

Перед каждым станком должен находиться деревянный настил, который не позволяет переохладиться организму человека, препятствует проникновению стружки в обувь и частично изолирует работающего.

Конструкция и расположение органов управления станком должна исключать возможность произвольного включения и выключения оборудования. Конструкция приспособления (в основном пневматических и гидравлических) должна обеспечивать предотвращение разжима и падения обрабатываемых деталей (самотормозящие элементы, обратные клапана и т. д.).

Металлорежущий инструмент должен иметь определенную геометрию, а также должны быть канавки, предназначенные для скола стружки.

Производственная санитария и гигиена труда

Существенное влияние на здоровье людей оказывает микроклимат в производственном помещении, предусматриваемый ГОСТ 12.1.005-76, категория тяжести труда Па. Для создания благоприятных условий труда следует постоянно контролировать микроклимат производственных помещений, замеряя показатели температуры, влажности и скорости движения воздуха.

Для холодного времени года оптимальные параметры:

- температура воздуха 18...20°C;
- относительная влажность 40...60%;
- скорость движения воздуха на рабочем месте <0,2м/с.

Допустимые параметры соответственно:

- температура воздуха 17...23°C;
- относительная влажность не более 75%;
- скорость движения воздуха на рабочем месте <0,3м/с.

В теплый период года оптимальные параметры:

- температура воздуха 21...23°C;
- относительная влажность 40...60%;
- скорость движения воздуха на рабочем месте <0,3м/с.

Допустимые параметры соответственно:

- температура воздуха 18...27°C;
- относительная влажность не более 75%;
- скорость движения воздуха на рабочем месте <0,2...0,4 м/с.

В соответствии с требованиями СНИП 11-38-75 двери и технические проемы механических цехов оборудованы воздушными завесами. С целью более эффективного улавливания пыли, мелкой стружки применяется местное вытяжное устройство типа зонтов.

Для разбавления вредных веществ до их ПДК используется общеобменная вытяжная вентиляция.

Поддержание параметров микроклимата в заданных пределах обеспечивается, главным образом, за счет общеобменной приточно-вытяжной вентиляции, а также естественной вентиляции, осуществляемой аэрацией.

Свет играет большую роль в сохранении здоровья и работоспособности человека. Для создания нормальных условий труда источники света в производственных помещениях должны достаточно и равномерно освещать рабочие места; не вызывать слепящего действия, блескости и излишней яркости в поле зрения работающего; не вызывать резких теней. Важное гигиеническое значение имеет рациональный выбор источников света.

На участке должно предусматриваться естественное и искусственное освещение. Система искусственного освещения – комбинированная, норма освещенности 2000 лк.

Расчет освещенности по коэффициенту использования.

1. Определяем высоту светильников над рабочей поверхностью.

$$H = H - h_c - h_p ;$$

где H – высота цеха, м;

h_c – высота подвеса светильника, м;

h_p – высота рабочей поверхности, м.

$$h = 9 - 2 - 0,9 = 6,1 \text{ м.}$$

2. Определяем расстояние между светильниками L , м.

$$L = 1,8h = 1,8 \cdot 6,1 = 10,9 \text{ м.}$$

3. Определяем расстояние от светильников до стен L_1 , м.

$$L_1 = 0,5L$$

$$L_1 = 0,5 \cdot 10,9 = 5,5 \text{ м.}$$

4. Определяем длину ряда a , м.

$$a = A - 2L_1$$

где A – длина участка, м.

$$a = 20 - 10,9 = 9,1 \text{ м.}$$

5. Определяем количество рядов b , м.

$$b = B - 2L_1$$

где B – ширина участка, м.

$$b = 15 - 10,9 = 4,1 \text{ м.}$$

6. Определяем число светильников в ряду n и m .

$$m = \frac{a}{L} + 1$$

$$m = \frac{9,1}{10,9} + 1 = 2 ;$$

$$n = \frac{b}{L_1} + 1$$

$$n = \frac{4,1}{5,5} + 1 = 2 ;$$

7. Определяем общее число светильников N .

$$N = 2 \cdot 2 = 4$$

8. Определяем световой поток F , лм.

$$F = \frac{E_n \cdot S \cdot K \cdot z}{N \cdot \eta}$$

E_n – минимальная освещенность для данного вида работ, лм;

S – площадь участка, м^2 ;

K – коэффициент запаса на старение ламп ($K=1,3$ для ламп накаливания);

z – коэффициент неравномерности освещения ($z=1,1$);

h – коэффициент использования, который определяется в зависимости от показателя помещения i и коэффициентов отражения потолка $\gamma_{\text{п}}$ и стен $\gamma_{\text{ст}}$.

$$i = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A + B)} ;$$

где A и B – длина и ширина помещения, м;

h – высота светильников над рабочей поверхностью, м;

$r_{п} = 70\%$; $r_{ст} = 50\%$;

$$F = \frac{260 \cdot 120 \cdot 1,1 \cdot 1,3}{4 \cdot 0,64} = 17427 \text{ лм.}$$

По найденному световому потоку выбираем тип светильника и определяем потребляемую мощность.

Светильник – НСП-07, с лампой накаливания типа Г215-225-1000. Мощность, потребляемая каждой лампой составляет 1000 Вт, а общая потребляемая мощность составит 9 кВт.

Для снижения шума и вибрации предусматриваются следующие требования:

- снижение вибрации в источнике возникновения;
- рациональная планировка, наиболее шумное оборудование располагается в специальном месте;
- использование звукоизолирующих экранов и кожухов;
- использование индивидуальных средств защиты к ним отнесены следующие устройства: оградительные, виброизолирующие, виброгасящие и вибропоглощающие (см. ГОСТ 12.4.011-75), а также средства автоматического контроля, сигнализации, дистанционного управления.

Важное значение имеет разработка и внедрение физиологически обоснованных режимов труда и отдыха лиц, подвергающихся воздействию вибрации, а также обеспечение их средствами индивидуальной защиты.

Для защиты рабочего от воздействия общей вибрации применяют обувь с амортизирующими подошвами.

Общие технические требования на специальную виброзащитную обувь введены ГОСТ 12А.024-16. Значительное внимание уделено защите рук от вибраций, мероприятия по которой изложены в ряде стандартов.

Например, требования ГОСТ 12.4.002-74, ГОСТ 12.4.20-75 распространяются на средства индивидуальной защиты рук работающего от вибрации, защитные свойства которых обеспечиваются применением упругодемпфирующих материалов.

Для борьбы с шумом на пути его распространения устанавливают звукоизолирующие и звукопоглощающие конструкции, а также глушители аэродинамических шумов. Их следует проектировать в соответствии с указаниями СниП П-12-77. Допустимый уровень звука 80 дБА.

Список используемых источников

1. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках. Часть 1. Изд. 2-е. М.: Машиностроение, 1974. 416 с.
2. Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного для технического нормирования станочных работ. Серийное производство. Изд. 2-е. М., “Машиностроение”, 1974, 424 с.
3. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с ЧПУ. Часть 1. Нормативы времени. Москва. Экономика, 1990, 208 с.
4. Нефедов Н.А., Осипов К.А. Сборник задач и примеров по резанию металлов и режущему инструменту. Изд. 3-е, перераб. и доп., М., “Машиностроение”, 1976, 288 с.
5. Справочник нормировщика-машиностроителя/ Под ред. Е. И. Стружестрах – М.: Машиностроение, 1961, 638 с.
6. Справочник технолога машиностроителя. В 2-х т.: Под ред. А. Г. Косиливой и Р. К. Мещерякова. – М.: Машиностроение. Т. 1. 1985, 656 с.
7. Справочник технолога машиностроителя. В 2-х т.: Под ред. А. Г. Косиливой и Р. К. Мещерякова. – М.: Машиностроение. Т. 2. 1985, 496 с.
8. Справочник технолога машиностроителя в двух томах. Изд. 3-е, переработанное. Том 2. Под ред. Заслуженного деятеля науки и техники РСФСР д-ра техн. наук проф. А. Н. Малова. М., “Машиностроение”, 1972, 568 с.
9. Справочник металлиста. Под ред. Рахштадта А.Г., Брострема В. А., Москва, 1987 г.
10. Горбачев А. Ф., Шкред В. А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. – Минск: Высшая школа, 1983, 256 с.
11. И.С Добрыднев “Курсовое проектирование по предмету технология машиностроения”: Уч. Пособие М.: Машиностроение, 1985 г., 184с.
12. М.Ф. Медовой “ Расчёт калибров ” 1984. 218с.
13. Анализ технологической документации машиностроительного производства: Учеб. пособие/ Н. А. Чернышев, В. М. Оробинский, А. Н. Воронцова и др./ ВолгГТУ, Волгоград, 2000 г., 96 с.
14. Графический анализ объекта производства и принятых технологических решений. Методические указания. Сост.: А. Н. Воронцова, Н. А. Чернышев. – Волгоград: изд. ВолгГТУ, 1994, 26 с.

15. Маталин А. А. Технология машиностроения: Учебник для машиностроительных вузов по специальности “Технология машиностроения, металлорежущие станки и инструменты”. – Л.: Машиностроение. Ленинградское отд-ние 1985, 496 с.
16. Основы технологии машиностроения. Под ред. В. С. Корсакова. Изд. 3-е, доп. и перераб. Учебник для вузов. М., “Машиностроение”, 1997, 416 с.
17. Режимы резания металлов. Справочник/ Под ред. Ю. В. Барановского – М: Машиностроение. 1973, 407 с.
18. В. Е. Антонюк “Справочник конструктора по расчёту и проектированию справочных приспособлений” 1969г. Москва
19. А. К. Горошкин Приспособления для металлорежущих станков: Справочник. – 7-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1979, 303 с.