

АННОТАЦИЯ

Выпускная квалификационная работа направлена на разработку технологического процесса изготовления вала-шестерни манипулятора М-015. В ходе выполнения нами был спроектирован качественный технологический процесс изготовления детали, разработано автоматизированное приспособление для токарной операции, разработан режущий инструмент на шлицефрезерную операцию, а также спроектированы технологические наладки на две технологические операции.

Произведены мероприятия по обеспечению технологической безопасности, выполнен экономический анализ проведенных мероприятий.

СОДЕРЖАНИЕ

	стр.
ВЕДЕНИЕ	4
1 АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ВОПРОСА	5
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ РАБОТЫ	8
3 ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТАНОЧНОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ	26
4 ПРОЕКТИРОВАНИЕ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА	32
5 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА	39
6 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ	45
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	49
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	50
ПРИЛОЖЕНИЯ	53

ВВЕДЕНИЕ

Обработка металлов резанием является наиболее популярным способом изготовления деталей машин. За последнее время совершенствование заготовительных методов привело к снижению напусков и припусков под механическую обработку, но, не смотря на это, доля мехобработки остаётся на уровне 55...65% от всего объёма операций, входящих в полный цикл изготовления деталей. Увеличение качественных требований к изготовлению деталей и машин в целом влечёт за собой рост требований к точности обработки, в том числе и обработки резанием.

В связи с вышеперечисленным обработка материалов резанием играет ведущие роли в полном цикле инструментариев машиностроения, поэтому верный выбор режимов обработки сильно влияет как на качество изготовления деталей машин, так и на стоимость их изготовления. В связи с этим механизация и автоматизация машиностроительных предприятий и производств значительно удешевляет производственные задачи, а также снижает риски, связанные с работой человека.

Ещё одним фактором, влияющим на себестоимость производства деталей, является развитие производств материалов. Применение новых материалов, которые по исполнительным свойствам не уступают предшествующим, а по стоимости – дешевле, должны вытеснять предшествующие. В связи с этим механическая обработка также должна быть модернизирована под новые прогрессивные материалы. Этими вопросами и занимаются инженерные службы промышленных машиностроительных предприятий.

Целью выпускной квалификационной работы является разработка технологического процесса изготовления вала-шестерни манипулятора М-015 надлежащего качества с минимальными затратами на производство.

1 АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ВОПРОСА

1.1 Назначение и условия работы детали.

Вал-шестерня манипулятора служит для восприятия шлицами и передачи крутящего момента коническим зубчатым венцом на следующих вал кинематической цепочки механизма.

1.2 Анализ назначения поверхностей.

Проведем анализ назначения поверхностей детали. Для этого систематизируем поверхности. Это представлено на рис. 1.1.

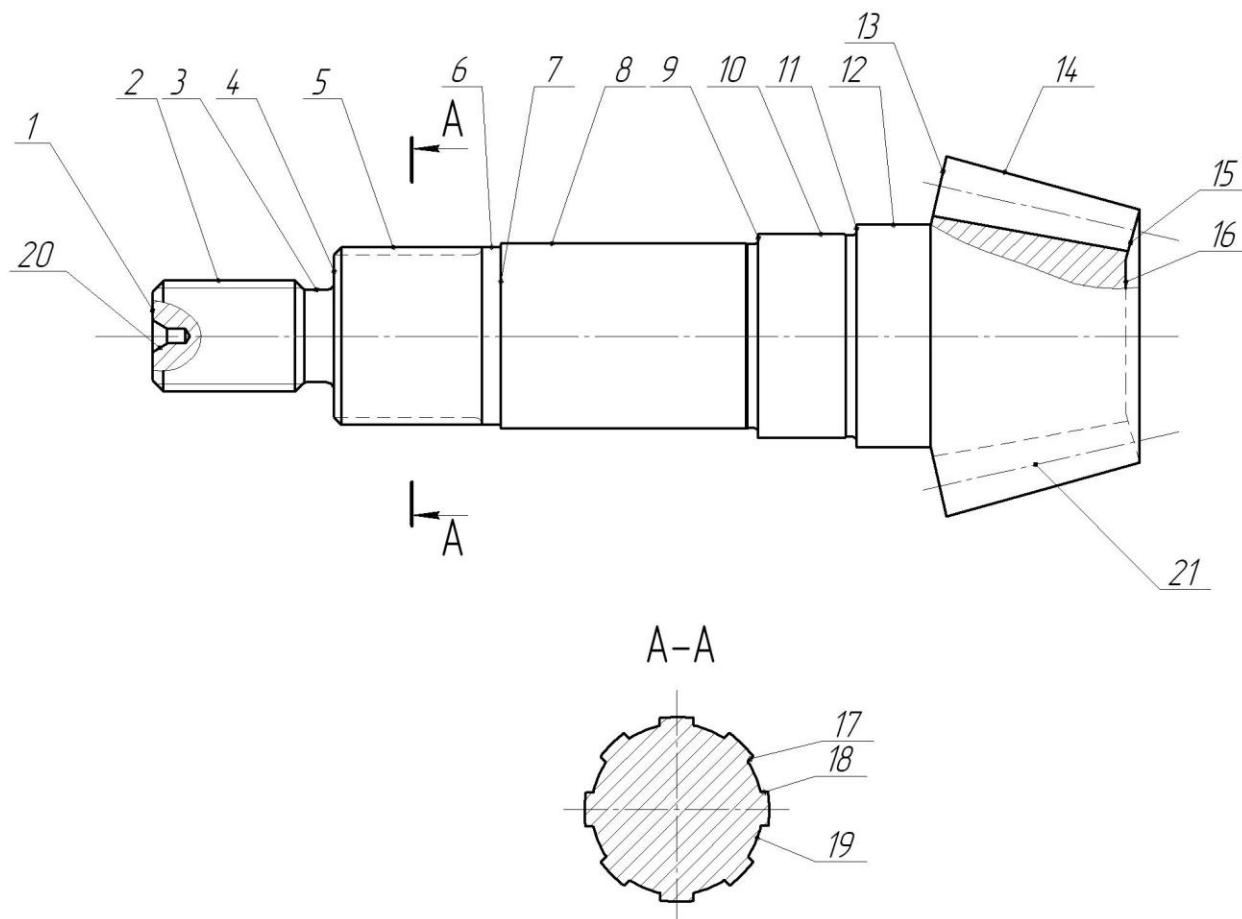


Рис. 1.1. Систематизация поверхностей детали

Исполнительными поверхностями вала-шестерни являются боковые поверхности шлицев 17 и 18, а также боковые поверхности конического зубчатого венца, условно обозначенные 21.

Основными конструкторскими базами являются поверхность под подшипники 10, наружная поверхность шлиц 5, а также торец 11.

Вспомогательными конструкторскими базами являются цилиндрическая шейка 8 и резьбовая поверхность 2.

Остальные поверхности будут свободными.

1.3 Анализ материала детали.

Материалом детали является конструкционная легированная сталь 40X. В химический состав стали 40X ГОСТ 4543-71 входят следующие элементы: содержание углерода (C) - 0,36...0,44%; содержание хрома (Cr) – 0,8...1,1%; содержание фосфора (P) – не более 0,035%; содержание серы (S) – не более 0,035%; содержание меди (Cu) – не более 0,3%; содержание марганца (Mn) – 0,5...0,8%; содержание никеля (Ni) - не более 0,3%; содержание кремния (Si) – 0,17...0,37%.

Химический состав стали 40X, а также его термическая обработка на заготовительной операции формирует следующие механические свойства материала: предел текучести $\sigma_T = 780$ МПа; предел прочности $\sigma_B = 980$ МПа; твердость после заготовительной операции 212...248 НВ.

Материал детали вполне соответствует служебному назначению и не является дефицитным. Замена материала на более дешёвый может привести к снижению заданного качества требуемого изделия и узла в целом.

1.4 Анализ технологичности детали.

«Под технологичностью конструкции изделия понимается совокупность свойств конструкции, обеспечивающих изготовление, ремонт и техническое обслуживание изделия по наиболее эффективной технологии в сравнении с аналогичными конструкциями при одинаковых условиях их изготовления, эксплуатации, при одних и тех же показателях качества». [2]

Конструкцией детали предусмотрены технологические канавки для выхода режущих инструментов. Поверхности детали позволяют свободное

их измерение и контроль. Для обработки детали предусмотрены технологические центровые отверстия.

Таким образом, можно сделать заключение о достаточной технологичности нашей детали.

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ РАБОТЫ

2.1 Выбор типа производства.

В зависимости от массы детали $m=4,7$ кг и объема выпуска 4000 деталей в год определяем тип производства, как среднесерийный. [2]

Серийным называется такой тип производства, когда несколько установившихся объектов изготавливаются сериями, регулярно повторяющимися через определенные промежутки времени. [2]

Его характерные признаки:

1) «на рабочих местах выполняются по несколько определенных, периодически повторяющихся операций»; [2]

2) «механическая обработка деталей и сборка машин происходит по технологическому процессу, разделенному на отдельные операции»; [2]

3) «применяется универсальное и в некоторой степени специализированное оборудование»; [2]

4) «оборудование устанавливается по технологическому процессу обработки деталей»; [2]

5) «широко используются специальные приспособления и инструменты»; [2]

6) «соблюдается принцип взаимозаменяемости»; [2]

7) «рабочие имеют среднюю квалификацию». [2]

2.2 Выбор метода получения заготовки.

Такую конфигурацию заготовки рациональнее всего получить прокатом или штамповкой, поэтому в этом разделе будем сравнивать именно эти два метода.

Рассчитаем себестоимость получения заготовки прокатом: $\varnothing 100 \times 270$; масса $m=16,6$ кг.

Определим стоимость срезания 1 кг стружки при механической обработке [4].

$$C_{\text{мех}} = C_c + E_n \cdot C_k, \quad (2.1)$$

где $C_c = 0,495$ – для машиностроения в целом [4]; $E_n = 0,15$ [4]; $C_k = 1,085$ – для машиностроения [4].

Тогда по формуле (2.1) имеем:

$$C_{\text{мех}} = 0,495 + 0,15 \cdot 1,085 = 0,6578 \text{ руб/кг.}$$

$$C_{\text{шт}} = C_{\text{заг}} \cdot Q_{\text{шт}} + C_{\text{мех}} (Q_{\text{шт}} - q) - C_{\text{отх}} (Q_{\text{шт}} - q), \quad (2.2)$$

где $Q_{\text{шт}} = 16,6$ кг – масса заготовки из проката; $q = 4,7$ кг – масса детали.

Тогда по формуле (2.2) имеем:

$$C_{\text{шт}} = 0,1219 \cdot 16,6 + 0,6578 (16,6 - 4,7) - 0,0144 (16,6 - 4,7) = 9,68, \text{ руб.}$$

Рассчитаем себестоимость получения заготовки штамповкой: $m=6,465$ кг, степень сложности С2; группа стали М2; степень точности Т4.

$$C_{\text{шт}} = C_{\text{заг}} \cdot Q_{\text{шт}} + C_{\text{мех}} (Q_{\text{шт}} - q) - C_{\text{отх}} (Q_{\text{шт}} - q), \quad (2.4)$$

где $Q_{\text{шт}} = 6,5$ – масса заготовки; $q = 4,7$ – масса детали; $C_{\text{отх}} = 0,0144$ – цена 1 кг отходов.

Тогда по формуле (2.4) имеем:

$$C_{\text{шт}} = 0,2715 \cdot 6,5 + 0,6578 (6,5 - 4,7) - 0,0144 (6,5 - 4,7) = 2,9229, \text{ руб.}$$

Таким образом, по себестоимости наиболее дешевый способ изготовления заготовки – штамповка.

При этом будем иметь годовую экономическую выгоду

$$\Delta_2 = C_{\text{шт}} - C_{\text{шт}} \cdot N_2 = 9,68 - 2,9229 \cdot 4000 = 27028,4, \text{ руб.}$$

2.3 Выбор методов обработки поверхностей.

В этом разделе проанализируем поверхности детали и выберем методы их обработки в зависимости от качества точности и параметра шероховатости.

Для достижения требуемого качества обработки поверхности 1 (IT14, Ra 6,3) необходимы следующие операции: точение черновое, точение чистовое.

Для достижения требуемого качества обработки поверхности 2 (IT10, Ra3,2) необходимы следующие операции: точение черновое, точение чистовое.

Для достижения требуемого качества обработки поверхности 3 (IT14, Ra6,3) необходимы следующие операции: точение черновое, точение чистовое.

Для достижения требуемого качества обработки поверхности 4 (IT14, Ra6,3) необходимы следующие операции: точение черновое, точение чистовое.

Для достижения требуемого качества обработки поверхности 5 (IT7, Ra0,8) необходимы следующие операции: точение черновое, точение чистовое, шлифование черновое, шлифование чистовое.

Для достижения требуемого качества обработки поверхности 6 (IT11, Ra6,3) необходимы следующие операции: точение черновое, точение чистовое.

Для достижения требуемого качества обработки поверхности 7 (IT14, Ra6,3) необходимы следующие операции: точение черновое, точение чистовое.

Для достижения требуемого качества обработки поверхности 8 (IT7, Ra1,6) необходимы следующие операции: точение черновое, точение чистовое, шлифование черновое.

Для достижения требуемого качества обработки поверхности 9 (IT14, Ra6,3) необходимы следующие операции: точение черновое, точение чистовое.

Для достижения требуемого качества обработки поверхности 10 (IT6, Ra0,8) необходимы следующие операции: точение черновое, точение чистовое, шлифование черновое, шлифование чистовое.

Для достижения требуемого качества обработки поверхности 11 (IT14, Ra3,2) необходимы следующие операции: точение черновое, точение чистовое.

Для достижения требуемого качества обработки поверхности 12 (IT14, Ra6,3) необходимы следующие операции: точение черновое, точение чистовое.

Для достижения требуемого качества обработки поверхности 13 (IT14, Ra6,3) необходимы следующие операции: точение черновое, точение чистовое.

Для достижения требуемого качества обработки поверхности 14 (IT7, Ra1,6) необходимы следующие операции: точение черновое, точение чистовое, шлифование черновое, шлифование чистовое.

Для достижения требуемого качества обработки поверхности 15 (IT14, Ra6,3) необходимы следующие операции: точение черновое, точение чистовое.

Для достижения требуемого качества обработки поверхности 16 (IT14, Ra6,3) необходимы следующие операции: точение черновое, точение чистовое.

Для достижения требуемого качества обработки поверхности 17 (IT10, Ra3,2) необходимы следующие операции: фрезерование шлицев.

Для достижения требуемого качества обработки поверхности 18 (IT10, Ra3,2) необходимы следующие операции: фрезерование шлицев.

Для достижения требуемого качества обработки поверхности 19 (IT14, Ra6,3) необходимы следующие операции: фрезерование шлицев.

Для достижения требуемого качества обработки поверхности 20 (IT14, Ra1,6) необходимы следующие операции: центральное-подрезное, центрошлифовальное.

Для достижения требуемого качества обработки поверхности 21 (IT7, Ra1,6) необходимы следующие операции: зубострогальная, зубопритирочная.

2.7 Проектирование заготовки.

При проектировании заготовки-штамповки будем руководствоваться [5].

При изготовлении заготовки на кривошипном горячештамповочном прессе принимаем класс точности штамповки Т4.

Принимаем группу стали М2 (с массовой долей углерода от 0,35 до 0,65%).

Рассчитаем степень сложности штамповки:

$$K = \frac{G_{\Pi}}{G_{\Phi}} = \frac{6,5}{16,6} = 0,39 .$$

При $0,32 \leq K \leq 0,63$ принимаем степень сложности штамповки С2.

Тогда по [5] определяем исходный индекс штамповки – 10.

2.8 Выбор средств технологического оснащения.

На операции 005 Центровально-подрезная происходит подрезка торцов заготовки, сверлятся центровые отверстия и выполняется проточка цилиндрической поверхности для зажима за нее поводкового патрона на последующей операции. Для осуществления этой операции выбираем центровально-подрезной двусторонний полуавтомат модели 2А932 (РМЦ-100), предназначенный для двустороннего центрирования с одновременной подрезкой торцов деталей типа «вал».

Для осуществления черного и чистового точения на операциях 010, 0,15, 020 и 025 выбираем токарный винторезный станок с числовым программным управлением модели 16Б16Т1, предназначенный для торной обработки деталей типа тел вращения со ступенчатым и криволинейным профилем, в том числе для нарезания резьб в полуавтоматическом цикле.

Для обработки шлицев детали на операции 030 Шлицефрезерная выбираем шлицефрезерный станок с числовым программным управлением модели 5Б352ПФ2-01 с горизонтальной осью изделия повышенной точности

для нарезания шлицевых валов для цилиндрических прямозубых и косозубых колес, а также для червячных колес червячными фрезами методом обката.

Для обработки зубчатого конического венца на операции 035 Зубострогальной выберем зубострогальный станок с числовым программным управлением модели 5С276ПФ3, предназначенный для чистового и чернового нарезания конических зубчатых колес с прямыми зубьями. На нем обработка осуществляется двумя зубострогальными резцами по методу обката (огибания) за один или два прохода врезания.

Для осуществления шлифования центровых отверстий детали на 045 Центрошлифовальной операции в качестве оборудования выберем центршлифовальный станок TOYODA GC12-130.

Для осуществления шлифовальной обработки на операции 050 Торцекруглошлифовальная принимаем в качестве оборудования торцекруглошлифовальный станок с числовым программным управлением модели ШХ4-104Ф20, предназначенный для шлифования цилиндрических, конических и торцовых поверхностей. На нем заготовка устанавливается в неподвижных центрах и приводится во вращение поводком, установленным на планшайбе передней бабки. Шпиндель шлифовального круга расположен под углом к оси центров изделия. При помощи гидравлики осуществляется возвратно-поступательное перемещение стола с изделием, автоматическая подача бабки шлифовального круга и ускоренный отвод и подвод шлифовальной бабки.

Для шлифования цилиндрических шеек детали на операции 055 Круглошлифовальная выберем круглошлифовальный полуавтомат модели 3М151Ф2, предназначенный для наружного шлифования прерывистых и гладких цилиндрических и пологих конических поверхностей методами продольного и врезного шлифования.

Для окончательной обработки зубчатого конического венца заготовки на операции 060 Зубопритирочная выберем в качестве оборудования зубопритирочный станок модели 572СПО, предназначенный для притирки

профиля зуба конических зубчатых колес, а также для контроля конических колес.

2.9 Расчет режимов обработки.

2.9.1 Определение режимов обработки на операцию 005 Центровально-подрезная.

Переход 1.

«Назначение подач суппортов на оборот шпинделя S_0 , мм/об» [6].

$$S_0 = 0,2. [6]$$

$$t = 2,5. [6]$$

«Расчет скорости резания V , м/мин, и частоты вращения шпинделя n , мин⁻¹». [6]

$$V = V_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4,$$

$$K_1 = 1,1; K_2 = 0,88; K_3 = 0,65; K_4 = 1,0.$$

$$V = 150 \cdot 1,1 \cdot 0,88 \cdot 0,65 \cdot 1,0 = 94,38, \text{ м/мин.}$$

«Расчет величины n , соответствующей исходному значению V ». [6]

$$n = \frac{1000 V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 94,4}{3,14 \cdot 71,4} = 421,1, \text{ мин}^{-1}.$$

«Назначение величины n по паспорту станка (не превышать меньшее из рассчитанных значений n более чем на 10-15%)». [6]

$$n_{\phi} = 400 \text{ мин}^{-1}.$$

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 71,4 \cdot 400}{1000} = 89,7, \text{ м/мин.}$$

«Если в паспорте станка регламентированы минутные значения подач S_M , мм/мин, надо определить расчетное значение S_M и уточнить его по паспорту станка». [6]

$$S = S_0 \cdot n = 0,2 \cdot 400 = 80, \text{ мм/мин.}$$

«Определение основного времени обработки детали на станке T_0 , мин». [6]

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{35,7}{80} = 0,45 \text{ мин.}$$

Переход 2.

«Определение рекомендуемой подачи S_0 для каждого инструмента». [6]

$$S_0 = 0,1. [6]$$

$$t = 4,25. [6]$$

«Определение рекомендуемых значений V для предположительно лимитирующих инструментов». [6]

$$V = \frac{C_V D^q K_V}{T^m t^x S_0^y},$$

$$K_V = K_{MV} K_{UV} K_{LV},$$

$$K_{MV} = 1,25; K_{UV} = 4,0; K_{LV} = 1,0.$$

$$K_V = 1,25 \cdot 0,4 \cdot 1,0 = 0,5.$$

$$D = 8,5; t = 4,25; S_0 = 0,1; T = 25;$$

$$C_V = 7,0; K_V = 0,5; q = 0,4; x = 0; y = 0,7; m = 0,2. [6]$$

$$V = \frac{7,0 \cdot 8,5^{0,4}}{25^{0,2} \cdot 4,25^0 \cdot 0,10^{0,7}} \cdot 0,5 = 21,7, \text{ м/мин.}$$

«Расчет величины n , соответствующей скорости резания, установленной ранее». [6]

$$n = \frac{1000 V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 21,7}{3,14 \cdot 8,5} = 813 \text{ мин}^{-1}.$$

$$n_{\phi} = 800, \text{ мин}^{-1}.$$

$$V_{\phi} = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 8,5 \cdot 800}{1000} = 21,4, \text{ м/мин.}$$

«Определение значений S_M исходя из установленных величин S_0 и n ». [6]

$$S = S_0 \cdot n = 0,10 \cdot 800 = 80 \text{ мм/мин.}$$

«Расчет основного времени обработки T_0 , мин». [6]

$$T_0 = \frac{n_{oms} \cdot L_{px}}{S},$$

$$n_{отв} = 1; L_{п.х.} = 11.$$

$$T_0 = \frac{L_{p.x.}}{S_M} = \frac{1 \cdot 11}{80} = 0,14 \text{ мин.}$$

Переход 3.

«Назначение подач суппортов на оборот шпинделя S_0 , мм/об» [6].

$$S_0 = 0,2 . [6]$$

$$t = 2,5 . [6]$$

«Расчет скорости резания V , м/мин, и частоты вращения шпинделя n , мин⁻¹». [6]

$$V = V_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 ,$$

$$K_1 = 1,1; K_2 = 0,88; K_3 = 0,65; K_4 = 1,0.$$

$$V = 150 \cdot 1,1 \cdot 0,88 \cdot 0,65 \cdot 1,0 = 94,38 , \text{ м/мин.}$$

«Расчет величины n , соответствующей исходному значению V ». [6]

$$n = \frac{1000 V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 94,4}{3,14 \cdot 35} = 859,0 , \text{ мин}^{-1} .$$

«Назначение величины n по паспорту станка (не превышать меньшее из рассчитанных значений n более чем на 10-15%)». [6]

$$n_{\phi} = 800 \text{ мин}^{-1} .$$

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 35 \cdot 800}{1000} = 87,9 , \text{ м/мин.}$$

«Если в паспорте станка регламентированы минутные значения подач S_M , мм/мин, надо определить расчетное значение S_M и уточнить его по паспорту станка». [6]

$$S = S_0 \cdot n = 0,2 \cdot 800 = 160 , \text{ мм/мин.}$$

«Определение основного времени обработки детали на станке T_0 , мин».

[6]

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{21}{160} = 0,13 , \text{ мин.}$$

$$T_0 = \sum T_{0i} = 0,45 + 0,14 + 0,13 = 0,72 , \text{ мин.}$$

2.9.2 Определение режимов обработки на операцию 010 Токарная черновая.

«Назначение подач суппортов на оборот шпинделя S_0 , мм/об» [6].

$$S_0 = 0,2. [6]$$

$$t = 2,5. [6]$$

«Расчет скорости резания V , м/мин, и частоты вращения шпинделя n , мин⁻¹». [6]

$$V = V_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4,$$

$$K_1 = 1,1; K_2 = 0,88; K_3 = 0,65; K_4 = 1,0.$$

$$V = 150 \cdot 1,1 \cdot 0,88 \cdot 0,65 \cdot 1,0 = 94,38, \text{ м/мин.}$$

«Расчет величины n , соответствующей исходному значению V ». [6]

$$n = \frac{1000 V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 94,4}{3,14 \cdot 100} = 300,6, \text{ мин}^{-1}.$$

«Назначение величины n по паспорту станка (не превышать меньшее из рассчитанных значений n более чем на 10-15%)». [6]

$$n_{\phi} = 250 \text{ мин}^{-1}.$$

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 100 \cdot 250}{1000} = 78,5, \text{ м/мин.}$$

«Если в паспорте станка регламентированы минутные значения подач S_M , мм/мин, надо определить расчетное значение S_M и уточнить его по паспорту станка». [6]

$$S = S_0 \cdot n = 0,2 \cdot 250 = 50, \text{ мм/мин.}$$

«Определение основного времени обработки детали на станке T_0 , мин». [6]

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{56}{50} = 1,12, \text{ мин.}$$

2.9.3 Определение режимов обработки на операцию 015 Токарная черновая.

«Назначение подач суппортов на оборот шпинделя S_0 , мм/об» [6].

$$S_0 = 0,2 . [6]$$

$$t = 2,5 . [6]$$

«Расчет скорости резания V , м/мин, и частоты вращения шпинделя n , мин⁻¹». [6]

$$V = V_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 ,$$

$$K_1 = 1,1; K_2 = 0,88; K_3 = 0,65; K_4 = 1,0.$$

$$V = 150 \cdot 1,1 \cdot 0,88 \cdot 0,65 \cdot 1,0 = 94,38 , \text{ м/мин.}$$

«Расчет величины n , соответствующей исходному значению V ». [6]

$$n = \frac{1000 V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 94,4}{3,14 \cdot 100} = 300,6 , \text{ мин}^{-1} .$$

«Назначение величины n по паспорту станка (не превышать меньшее из рассчитанных значений n более чем на 10-15%)». [6]

$$n_{\phi} = 250 \text{ мин}^{-1} .$$

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 100 \cdot 250}{1000} = 78,5 , \text{ м/мин.}$$

«Если в паспорте станка регламентированы минутные значения подач S_M , мм/мин, надо определить расчетное значение S_M и уточнить его по паспорту станка». [6]

$$S = S_0 \cdot n = 0,2 \cdot 250 = 50 , \text{ мм/мин.}$$

«Определение основного времени обработки детали на станке T_0 , мин». [6]

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{244}{50} = 4,88 , \text{ мин.}$$

2.9.4 Определение режимов обработки на операцию 020 Токарная чистовая.

Точить поверхность 14, выдерживая размеры $\varnothing 97,2h9_{(-0,087)}$, $15^{\circ}29' \pm 30'$; точить поверхности 15, 16, выдерживая размеры $3,68 \pm 0,15$, $\varnothing 41,8_{-0,62}$.

«Назначение подач суппортов на оборот шпинделя S_0 , мм/об» [6].

$$S_0 = 0,2 . [6]$$

$$t = 0,3. [6]$$

«Расчет скорости резания V , м/мин, и частоты вращения шпинделя n , мин⁻¹». [6]

$$V = V_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4,$$

$$K_1 = 1,1; K_2 = 0,88; K_3 = 0,65; K_4 = 1,0.$$

$$V = 150 \cdot 1,1 \cdot 0,88 \cdot 0,65 \cdot 1,0 = 94,38, \text{ м/мин.}$$

«Расчет величины n , соответствующей исходному значению V ». [6]

$$n = \frac{1000 V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 94,4}{3,14 \cdot 97,2} = 309,3, \text{ мин}^{-1}.$$

«Назначение величины n по паспорту станка (не превышать меньшее из рассчитанных значений n более чем на 10-15%)». [6]

$$n_{\phi} = 250 \text{ мин}^{-1}.$$

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 97,2 \cdot 250}{1000} = 76,3, \text{ м/мин.}$$

«Если в паспорте станка регламентированы минутные значения подач S_M , мм/мин, надо определить расчетное значение S_M и уточнить его по паспорту станка». [6]

$$S = S_0 \cdot n = 0,2 \cdot 250 = 50, \text{ мм/мин.}$$

«Определение основного времени обработки детали на станке T_0 , мин». [6]

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{90}{50} = 1,80, \text{ мин.}$$

2.9.5 Определение режимов обработки на операцию 025 Токарная чистовая.

Переход 1.

«Назначение подач суппортов на оборот шпинделя S_0 , мм/об» [6].

$$S_0 = 0,3. [6]$$

$$t = 1,0. [6]$$

«Расчет скорости резания V , м/мин, и частоты вращения шпинделя n , мин⁻¹». [6]

$$V = V_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4,$$

$$K_1 = 1,1; K_2 = 0,88; K_3 = 0,65; K_4 = 1,0.$$

$$V = 150 \cdot 1,1 \cdot 0,88 \cdot 0,65 \cdot 1,0 = 94,38, \text{ м/мин.}$$

«Расчет величины n , соответствующей исходному значению V ». [6]

$$n = \frac{1000 V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 94,4}{3,14 \cdot 27} = 1113,5, \text{ мин}^{-1}.$$

«Назначение величины n по паспорту станка (не превышать меньшее из рассчитанных значений n более чем на 10-15%)». [6]

$$n_{\phi} = 1000 \text{ мин}^{-1}.$$

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 27 \cdot 1000}{1000} = 84,8, \text{ м/мин.}$$

«Если в паспорте станка регламентированы минутные значения подач S_M , мм/мин, надо определить расчетное значение S_M и уточнить его по паспорту станка». [6]

$$S = S_0 \cdot n = 0,3 \cdot 1000 = 300, \text{ мм/мин.}$$

«Определение основного времени обработки детали на станке T_0 , мин». [6]

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{2}{300} = 0,01, \text{ мин.}$$

Переход 2.

«Назначение подач суппортов на оборот шпинделя S_0 , мм/об» [6].

$$S_0 = 0,3. [6]$$

$$t = 0,5. [6]$$

«Расчет скорости резания V , м/мин, и частоты вращения шпинделя n , мин⁻¹». [6]

$$V = V_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4,$$

$$K_1 = 1,1; K_2 = 0,88; K_3 = 0,65; K_4 = 1,0.$$

$$V = 150 \cdot 1,1 \cdot 0,88 \cdot 0,65 \cdot 1,0 = 94,38, \text{ м/мин.}$$

«Расчет величины n , соответствующей исходному значению V ». [6]

$$n = \frac{1000 V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 94,4}{3,14 \cdot 56} = 536,9, \text{ мин}^{-1}.$$

«Назначение величины n по паспорту станка (не превышать меньшее из рассчитанных значений n более чем на 10-15%)». [6]

$$n_{\phi} = 500 \text{ мин}^{-1}.$$

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 56 \cdot 500}{1000} = 87,9, \text{ м/мин.}$$

«Если в паспорте станка регламентированы минутные значения подач S_M , мм/мин, надо определить расчетное значение S_M и уточнить его по паспорту станка». [6]

$$S = S_0 \cdot n = 0,3 \cdot 500 = 150, \text{ мм/мин.}$$

«Определение основного времени обработки детали на станке T_0 , мин». [6]

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{2}{150} = 0,01, \text{ мин.}$$

Переход 3.

«Назначение подач суппортов на оборот шпинделя S_0 , мм/об» [6].

$$S_0 = 0,2. [6]$$

$$t = 0,2. [6]$$

«Расчет скорости резания V , м/мин, и частоты вращения шпинделя n , мин⁻¹». [6]

$$V = V_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4,$$

$$K_1 = 1,1; K_2 = 0,88; K_3 = 0,65; K_4 = 1,0.$$

$$V = 150 \cdot 1,1 \cdot 0,88 \cdot 0,65 \cdot 1,0 = 94,38, \text{ м/мин.}$$

«Расчет величины n , соответствующей исходному значению V ». [6]

$$n = \frac{1000 V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 94,4}{3,14 \cdot 97,2} = 309,3, \text{ мин}^{-1}.$$

«Назначение величины n по паспорту станка (не превышать меньшее из рассчитанных значений n более чем на 10-15%)». [6]

$$n_{\phi} = 250 \text{ мин}^{-1}.$$

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 97,2 \cdot 250}{1000} = 76,3, \text{ м/мин.}$$

«Если в паспорте станка регламентированы минутные значения подач S_M , мм/мин, надо определить расчетное значение S_M и уточнить его по паспорту станка». [6]

$$S = S_0 \cdot n = 0,2 \cdot 250 = 50, \text{ мм/мин.}$$

«Определение основного времени обработки детали на станке T_0 , мин». [6]

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{244}{50} = 4,88, \text{ мин.}$$

$$T_0 = \sum T_{0i} = 0,01 + 0,01 + 4,88 = 4,90, \text{ мин.}$$

2.9.6 Определение режимов обработки на операцию 030 Шлице-фрезерная.

«Определение длины рабочего хода $L_{p.x.}$, мм.

$$L_{p.x.} = L_p + L_{\pi},$$

где L_p – длина шлица, равная длине резания;

$L_{\pi} = 21$ мм – величина врезания и перебега». [6]

$$L_{p.x.} = 40 + 21 = 61, \text{ мм.}$$

«Определение рекомендуемой подачи, S_0 , мм/об.

Осевая подача фрезы S_0 , мм/об, определяется по формуле

$$S_0 = S_{0,табл} \cdot K_1,$$

где $S_{0,табл} = 1,9$ мм/об – подача по таблице;

$K_1 = 1,0$ – коэффициент, определяемый обрабатываемым материалом».

[6]

$$S_0 = 1,9 \cdot 1,0 = 1,9, \text{ мм/об.}$$

«Назначение скорости резания V , м/мин, и определение частоты вращения шпинделя фрезы n , об/мин». [6]

«Скорость резания V , м/мин, определяется по формуле

$$V = V_{\text{табл}} \cdot K_1 \cdot K_2,$$

где $V_{\text{табл}} = 50$ м/мин – скорость резания по таблице;

$K_2 = 1,0$ - коэффициент, определяемый обрабатываемым материалом;

$K_3 = 1,0$ - коэффициент, определяемый материалом фрезы». [6]

$$V = 50 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 50, \text{ м/мин.}$$

$$n = \frac{1000 V}{\pi \cdot d_{a0}} = \frac{1000 \cdot 50}{3,14 \cdot 100} = 159,2, \text{ мин}^{-1}.$$

$$n_{\phi} = 160 \text{ мин}^{-1}.$$

$$V_{\phi} = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 100 \cdot 160}{1000} = 50,2, \text{ м/мин.}$$

«Определение основного времени T_0 , мин.» [6]

$$T_0 = \frac{L_{p.x.} \cdot z \cdot i}{n \cdot S_0 \cdot z_{10}} = \frac{61 \cdot 8 \cdot 1}{160 \cdot 1,9 \cdot 1} = 1,61, \text{ мин.}$$

2.9.7 Определение режимов обработки на операцию 035 Зубострогальная.

«Определение скорости резания V , м/мин, и основного времени обработки одного зуба T_{01} , с». [6]

«При черновом и чистовом нарезании зубьев скорость резания V , м/мин, и основное время обработки одного зуба T_{01} , с, определяются по следующим формулам». [6]

$$V = V_{\text{табл}} \cdot K_1 \cdot K_2;$$

$$T_{01} = T_{01\text{табл}} \cdot K_3,$$

где $V_{\text{табл}} = 50$ м/мин – скорость резания по таблицам;

$T_{01} = 15$ с – основное время обработки одного зуба по таблицам;

$K_1 = 1,0$ - коэффициент, определяемый материалом режущей части инструмента;

$K_2 = 1,0$; $K_3 = 1,0$ - коэффициенты, определяемые материалом обрабатываемого колеса». [6]

$$V = 50 \cdot 1,0 = 50, \text{ м/мин.}$$

$$T_{01} = 15 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 15, \text{ с.}$$

«Определение частоты вращения шпинделя n , мин^{-1} ». [6]

$$n = \frac{1000 V}{\pi \cdot d_0} = \frac{1000 \cdot 50}{3,14 \cdot 48} = 331,7, \text{ мин}^{-1}.$$

«Определение основного времени T_0 , мин.

$$T_0 = \frac{T_{01} \cdot z \cdot i}{60} = \frac{15 \cdot 8 \cdot 1}{60} = 2,00, \text{ мин.}$$

Режимы резания на остальные операции назначим табличным способом.

2.9.8 Определение режимов обработки на операцию 045
Центрошлифовальная.

Режимы обработки сведем в таблицу 2.1.

Таблица 2.1 – Режимы обработки на операции 045.

V , м/с	n_d , мин^{-1}	t , мм	T_0 , мин
35	1238	0,1	0,14

2.9.9 Определение режимов обработки на операцию 050
Торцевкруглошлифовальная.

Режимы обработки сведем в таблицу 2.2.

Таблица 2.2 – Режимы обработки на операции 050.

V , м/с	n_d , мин^{-1}	t , мм	T_0 , мин
35	202	0,1	2,63

2.9.10 Определение режимов обработки на операцию 055
Круглошлифовальная.

Режимы обработки сведем в таблицу 2.3.

Таблица 2.3 – Режимы обработки на операции 055.

V , м/с	n_d , мин ⁻¹	t , мм	T_0 , мин
35	203	0,05	1,31

2.9.11 Определение режимов обработки на операцию 060
Зубопритирочная.

Режимы обработки сведем в таблицу 2.4.

Таблица 2.4 – Режимы обработки на операции 060.

V , м/мин	n_d , мин ⁻¹	t , мм	T_0 , мин
35	127	0,05	2,14

3 ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТАНОЧНОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

3.1 Описание конструкции базового приспособления.

На операции 025 Токарной чистовой заготовка базируется в трёхкулачковом самоцентрирующем патроне. Базирование заготовки осуществляется наружным захватом трех кулачков по конической шейке. Недостатком этого приспособления является центрирование детали по чистовой шейке, тогда как это должно реализовываться по центровым отверстиям.

Для устранения этого недостатка предлагается применять токарный поводковый самозажимной патрон с эксцентриковыми кулачками.

Операционный эскиз приведен на рисунке 3.1.

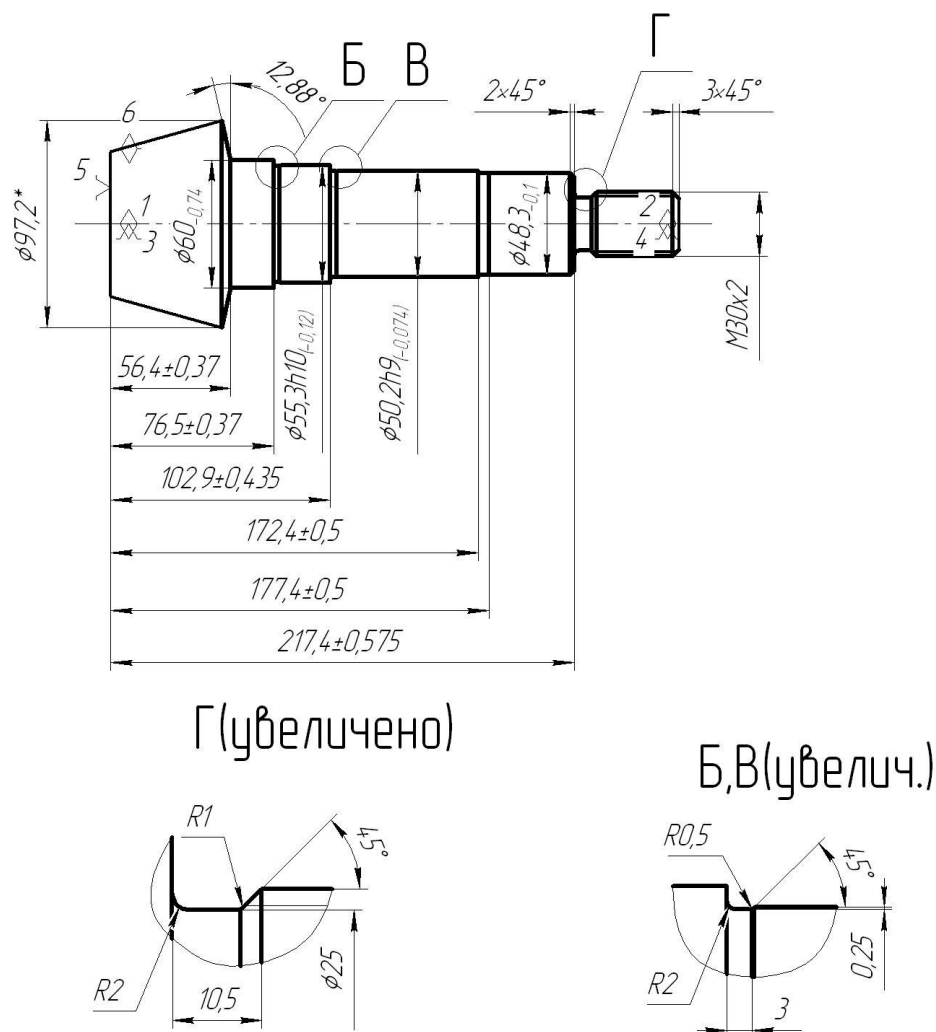


Рис. 3.1. Эскиз операции

«Обычно при обработке валы устанавливаются во вращающиеся поводковые, упорные (с отжимной гайкой с конусностью 1:10 или 1:7) центры или упорные полуцентры.

Центр на станке закрепляют с помощью конуса Морзе. Конус рабочей части упорного центра, закаленный или твердосплавный, обычно имеет угол при вершине 60° или 75° . Полуцентры применяются для удобства обработки торцевой или наружной поверхности цилиндрических заготовок. Центры выполняются подвижными или неподвижными. Неподвижные центры обычно используются при частоте вращения заготовки до 120 мин^{-1} . При большой частоте вращения могут использоваться вращающиеся центры.

Для передачи крутящего момента обрабатываемой заготовке применяют поводковые центры». [7]

3.2. Силовой расчет станочного приспособления.

«Зажим детали необходим для передачи вращательного движения. Центробежную силу определяют через массу груза и условную скорость вращения его центра тяжести:

$$P_{ц} = m \cdot \omega^2 \cdot R, [H] \quad (3.1)$$

или через массу и линейную скорость

$$P_{ц} = \frac{m \cdot v^2}{R}, \quad (3.2)$$

где m -масса груза, кг;

ω - угловая скорость вращаемого груза относительно оси шпинделя, рад/с;

$R=0,070$ м - расстояние от центра тяжести груза до оси вращения патрона;

v - линейная скорость вращения центра тяжести груза, м/с». [7]

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30}, \quad (3.3)$$

где $n=250 \text{ мин}^{-1}$ частота вращения шпинделя;

$$v = \omega \cdot R, \quad (3.4)$$

откуда $\omega = \frac{v}{R}$.

$$\omega = \frac{3,14 \cdot 250}{70} = 11,2, \text{ рад/с.}$$

$$P_{ц} = \frac{4,0 \cdot 11,2^2}{70} = 7,2, \text{ Н}$$

«Определение силы зажима двумя кулачками патрона обрабатываемой детали:

$$W = P_{ц} \cdot Z \cdot \cos 30^\circ \quad (3.5)$$

где 30° - угол между силой зажима W , приложенной к кулачку и направлением действия центробежной силы.

Z -число кулачков патрона». [7]

$$W = 7,2 \cdot 2 \cdot \cos 30^\circ = 12,5, \text{ Н.}$$

«При точении заготовки составляющие P_z и P_y рассчитывают по формуле:

$$P_{z,y} = 10 C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p \rangle, \quad [7] \quad (3.6)$$

При обработки стали резцом, оснащённым пластиной из твёрдого сплава, равны: для P_z : $C_p = 300$; $x = 1,0$; $y = 0,75$; $n = -0,15$.

Для P_y : $C_p = 243$; $x = 0,9$; $y = 0,6$; $n = -0,3$.

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{yp} \cdot K_{jp} \cdot K_{\pi p}, \text{ - поправочный коэффициент} \quad (3.7)$$

$$K_{mp} = \left(\frac{\delta_g}{750} \right)^{0,75}, \quad (3.8)$$

$$K_{mp} = \left(\frac{980}{750} \right)^{0,75} = 1,22,$$

При

$$\varphi = 60^\circ; K_{yp_z} = 0,94; K_{yp_y} = 0,8; \gamma = -3^\circ; K_{jp_z} = 1,05; K_{jp_y} = 1,5; \lambda = +0,5^\circ; K_{\pi_z} = 1,03; K_{\pi_y} = 1,15$$

$$K_{p_z} = K_{mp} \cdot K_{yp_z} \cdot K_{jp_z} \cdot K_{\pi_z} = 1,22 \cdot 0,94 \cdot 1,05 \cdot 1,03 = 1,24 .$$

$$K_{p_y} = K_{mp} \cdot K_{yp_y} \cdot K_{jp_y} \cdot K_{\pi_y} = 1,22 \cdot 0,8 \cdot 1,5 \cdot 1,15 = 1,68 .$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,2^{1,0} \cdot 0,2^{0,75} \cdot 76,3^{-0,15} \cdot 1,24 = 116,1, \text{ Н.}$$

$$P_y = 10 \cdot 243 \cdot 0,2^{0,9} \cdot 0,2^{0,6} \cdot 76,3^{-0,3} \cdot 1,68 = 99,5, \text{ Н.}$$

«Результирующий крутящий момент, образуемый от касательной составляющей силы резания направлен на проворот заготовки в кулачках и равен $M_p = \frac{P_z d_1}{2}$ ». [7]

$$M_p = \frac{P_z d_1}{2} = \frac{116,1 \cdot 97,2}{2} = 5642,5, \text{ Н.} \quad (3.9)$$

Момент силы зажима, препятствующий провороту заготовки рассчитывается по формуле:

$$M_3 = \frac{T d_2}{2} = \frac{W f d_2}{2}. \quad (3.10)$$

Так как M_p и M_3 равны то определим необходимое усилие зажима:

$$W^1 = \frac{K M_p}{f d_2} = \frac{K P_z \cdot d_1}{f d_2}, \quad (3.11)$$

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4, \quad (3.12)$$

$$K_{P_z} = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,0 = 1,8; \quad K_{py} = 2,52; \quad f = 0,3$$

$$W_z^1 = \frac{K \cdot P_z \cdot d_1}{f \cdot d_2} = \frac{1,8 \cdot 116,1 \cdot 97,2}{0,3 \cdot 74,4} = 910,1, \text{ Н.}$$

«Сила P_y стремится вывернуть изделие из кулачков

$$M_p^{11} = P_y \ell \quad (3.13)$$

Этому моменту препятствует момент от силы, зажима

$$M_3^{11} = T \frac{2}{3} d_2 = \frac{2}{3} W^1 f d_2. \text{»} [7] \quad (3.14)$$

Величина усилия W_1 , прикладываемая к кулачкам, несколько увеличивается по сравнению с усилием W и рассчитывается по формуле:

$$W_1 = \frac{W}{1 - \left(\frac{3 \ell_k}{M_k} \cdot f_1 \right)} = \frac{910,1}{1 - \left(\frac{3 \cdot 13}{25} \cdot 0,1 \right)} = 1078,3, \text{ Н.} \quad (3.15)$$

«Определение осевой силы зажима кулачками патрона обрабатываемой детали осуществляется по формуле

$$Q = \frac{M}{n \cdot r_{\max} \cdot \sin \left(\theta + \frac{4 r_0 \cdot \mu}{\pi \cdot r_{\min}} \right)} \text{»} [7] \quad (3.16)$$

$$Q = \frac{5642,5}{250 \cdot 0,031 \cdot \sin\left(18 + \frac{4 \cdot 0,025 \cdot 0,15}{3,14 \cdot 0,04}\right)} = 2341,1, \text{ Н.}$$

$$\alpha_0 = 2,31 \cdot g \frac{r_{\max}}{r_{\min}}, \quad (3.17)$$

где α_0 -угол поворота кулачка при зажиме обратной поверхности детали.

$$\text{Тогда } \alpha_0 = 2,31 \cdot 9,81 \frac{0,031}{0,04} = 17,6^\circ$$

3.3 Описание конструкции приспособления.

Приспособление устанавливается на шпинделе станка. Фиксация приспособления по отверстию шпинделя станка осуществляется опорой позиция 47 (рис. 3.2). Крепление приспособления осуществляется 4 болтами.

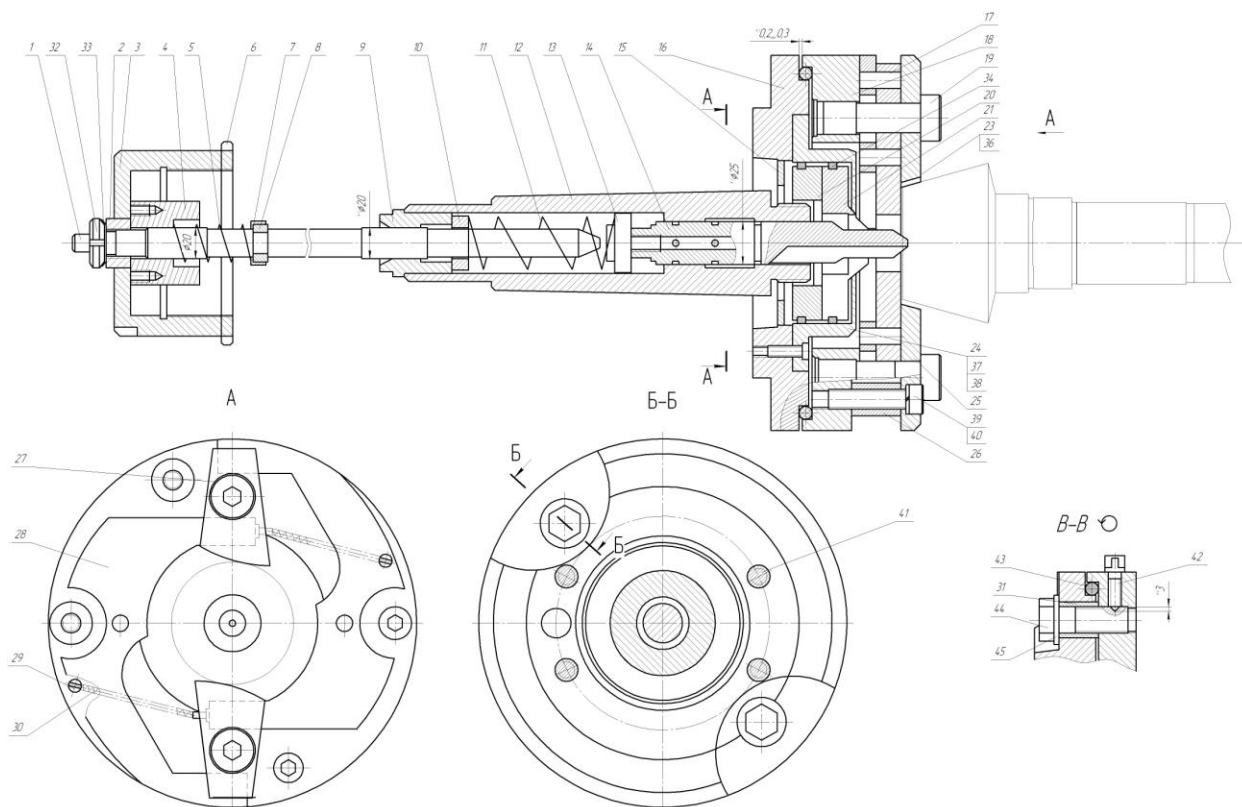


Рис. 3.2. Патрон поводковый самозажимной с эксцентриковыми кулачками

Приспособление работает следующим образом: деталь устанавливается в центра. Когда включается привод станка, шток позиция 1 перемещается вниз, происходит зажим детали, (усилие обеспечивается за счет

центробежной силы возникающей при вращении шпинделя и достаточное усилие возникает при $n > 200$ об/мин).

Чтобы разжать деталь достаточно остановить шпиндель. При обработке силы резания воспринимает корпус приспособления позиция 12.

4 ПРОЕКТИРОВАНИЕ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

На операции 030 Шлицефрезерная проводится нарезание наружных шлицев на детали с размерами $D-8x42h11x48h7x8h10$. Задачей этого раздела является проектирование режущего инструмента для этой операции. Операционный эскиз представлен на рис. 4.1.

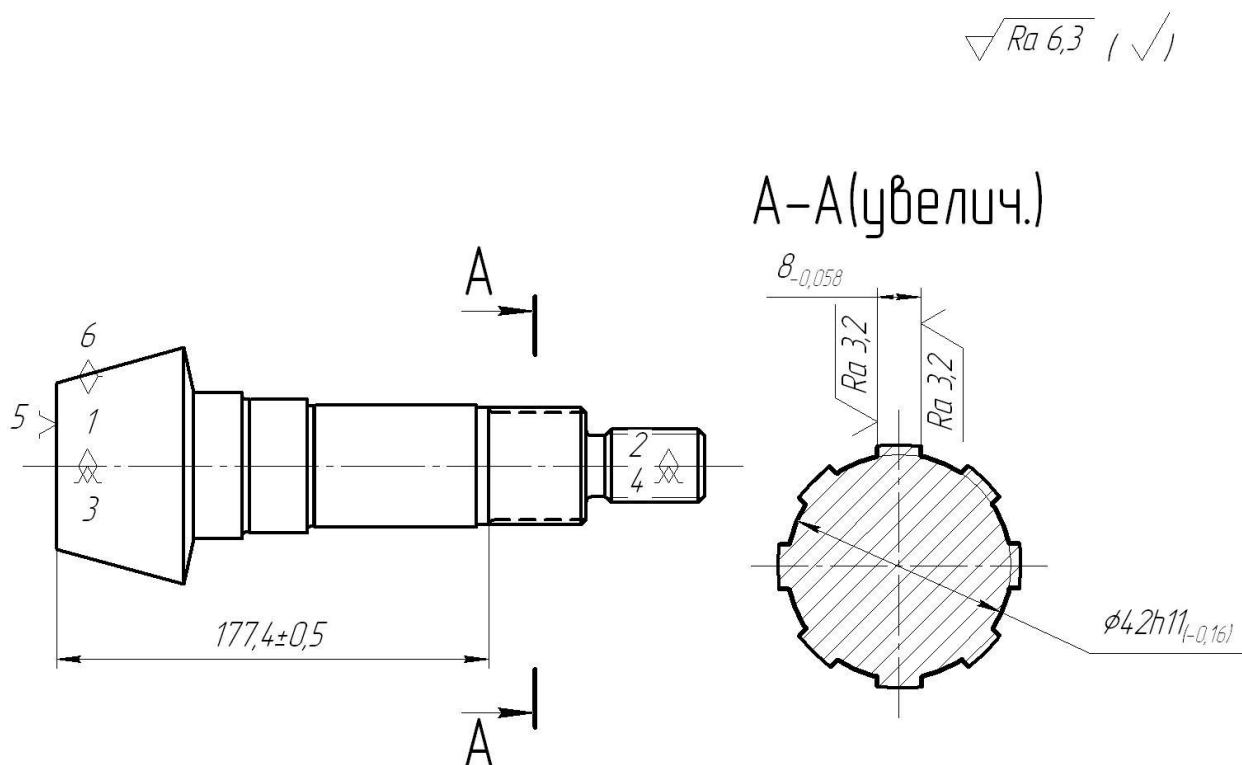


Рис. 4.1. Операционный эскиз

«Стандартом предусмотрены три способа центрирования шлицевого соединения:

- 1) по наружному диаметру;
- 2) по внутреннему диаметру;
- 3) по боковым поверхностям шлицев.

При центрировании по наружному диаметру D гарантированный зазор Δ существует между внутренними диаметрами шлицевого вала и втулки. В этом случае боковые стороны шлицев вала могут быть прямолинейными не до дна впадины диаметром d_1 , а только до окружности диаметром $d > d_1$,

значение которого лимитировано стандартом. Ниже этой окружности может начинаться переходная кривая». [8]

$$d_{расч} = d_{мин} + 0,25Td;$$

$$b_{расч} = b_{мин} + 0,25Tb;$$

$$D_{расч} = D_{маx} - 2c_{мин}.$$

«В формулах Td и Tb – допуски на соответствующие размеры вала, а индексами «max» и «min» обозначены предельные размеры». [8]

$$d_{мин} = 42 - 0,16 = 41,84, \text{ мм.}$$

$$b_{мин} = 8 - 0,058 = 7,942, \text{ мм.}$$

$$d_{расч} = 41,84 + 0,25 \cdot 0,16 = 41,88, \text{ мм.}$$

$$b_{расч} = 7,942 + 0,25 \cdot 0,058 = 7,957, \text{ мм.}$$

$$D_{расч} = 48 - 2 \cdot 0,15 = 47,7, \text{ мм.}$$

«При проектировании червячной фрезы для обработки шлицевого вала радиус центроиды следует выбирать в диапазоне

$$\frac{1}{4} \sqrt{4D_{расч}^2 - 3b_{расч}^2} \leq r_{ц} \leq 0,5D_{расч} \text{»}. [8]$$

$$23,600 \leq r_{ц} \leq 23,85.$$

Примем $r_{ц} = 23,7$ мм.

«Определим координаты экстремальной точки линии профилирования».

[8]

$$x_o = -\frac{b_{расч}}{4} \sqrt{1 - \left(\frac{b_{расч}}{4r_{ц}}\right)^2} = -\frac{7,957}{4} \sqrt{1 - \left(\frac{7,957}{4 \cdot 23,7}\right)^2} = -1,9822, \text{ мм.}$$

$$y_o = -\frac{b_{расч}^3}{16r_{ц}} = -\frac{7,957^3}{16 \cdot 23,7} = -1,3286, \text{ мм.}$$

«Рассчитаем угол поворота вала, соответствующий экстремальной точке». [8]

$$\mu_o = \arcsin\left(\frac{b_{расч}}{4r_{ц}}\right).$$

$$\mu_o = \arcsin\left(\frac{7,957}{4 \cdot 23,7}\right) = 0,0839 \text{ рад} = 4,8128^\circ.$$

«Рассчитаем угол, соответствующий началу переходной кривой». [8]

$$\mu_n = 90^\circ - \arcsin\left(\frac{\sqrt{d_{расч}^2 - b_{расч}^2}}{2r_u}\right).$$

$$\mu_n = 90^\circ - \arcsin\left(\frac{\sqrt{41,88^2 - 7,957^2}}{2 \cdot 23,7}\right) = 29,8306^\circ.$$

«Принимаем, что углу μ_0 соответствует точка 0 линии профилирования, а углу μ_n - точка 5, и задаются углами μ_i с точностью до 1° три промежуточные точки.» [8]

$$x_i = r_u \sin \mu_i - 0,5b_{расч} \cos \mu_i;$$

$$x_0 = 23,7 \cdot \sin 4,8128^\circ - 0,5 \cdot 7,957 \cos 4,8128^\circ = -1,9830;$$

$$x_1 = 23,7 \cdot \sin 10^\circ - 0,5 \cdot 7,957 \cos 10^\circ = 0,1349;$$

$$x_2 = 23,7 \cdot \sin 15^\circ - 0,5 \cdot 7,957 \cos 15^\circ = 2,0821;$$

$$x_3 = 23,7 \cdot \sin 20^\circ - 0,5 \cdot 7,957 \cos 20^\circ = 3,8785;$$

$$x_4 = 23,7 \cdot \sin 25^\circ - 0,5 \cdot 7,957 \cos 25^\circ = 5,4719;$$

$$x_5 = 23,7 \cdot \sin 29,8306^\circ - 0,5 \cdot 7,957 \cos 29,8306^\circ = 6,7758;$$

$$y_i = r_u \sin \mu_i - 0,5b_{расч} \sin \mu_i;$$

$$y_0 = 23,7 \cdot \sin 4,8128^\circ - 0,5 \cdot 7,957 \sin 4,8128^\circ = -0,1670;$$

$$y_1 = 23,7 \cdot \sin 10^\circ - 0,5 \cdot 7,957 \sin 10^\circ = 0,0238;$$

$$y_2 = 23,7 \cdot \sin 15^\circ - 0,5 \cdot 7,957 \sin 15^\circ = 0,5579;$$

$$y_3 = (23,7 \cdot \sin 20^\circ - 0,5 \cdot 7,957) \sin 20^\circ = 1,4116;$$

$$y_4 = 23,7 \cdot \sin 25^\circ - 0,5 \cdot 7,957 \sin 25^\circ = 2,5516;$$

$$y_5 = 23,7 \cdot \sin 29,8306^\circ - 0,5 \cdot 7,957 \sin 29,8306^\circ = 3,8854.$$

«Для углов μ_i рассчитываем координаты X_i точек профиля зуба фрезы».

[8]

$$X_i = r_u \left(\frac{\pi}{180} \mu_i - \arcsin \frac{b_{расч}}{2r_u} \right) - \left(r_u \sin \mu_i - \frac{b_{расч}}{2} \right) \cos \mu_i;$$

$$X_0 = 23,7 \left(\frac{\pi}{180} 4,8128^\circ - \arcsin \frac{7,957}{2 \cdot 23,7} \right) - \left(23,7 \cdot \sin 4,8128^\circ - \frac{7,957}{2} \right) \cos 4,8128^\circ = -0,0568;$$

$$X_1 = 23,7 \left(\frac{\pi}{180} 10^\circ - \arcsin \frac{7,957}{2 \cdot 23,7} \right) - \left(23,7 \cdot \sin 10^\circ - \frac{7,957}{2} \right) \cos 10^\circ = -0,0343;$$

$$X_2 = 23,7 \left(\frac{\pi}{180} 15^\circ - \arcsin \frac{7,957}{2 \cdot 23,7} \right) - \left(23,7 \cdot \sin 15^\circ - \frac{7,957}{2 \cdot 23,7} \right) \cos 15^\circ = 0,0610;$$

$$X_3 = 23,7 \left(\frac{\pi}{180} 20^\circ - \arcsin \frac{7,957}{2 \cdot 23,7} \right) - \left(23,7 \cdot \sin 20^\circ - \frac{7,957}{2 \cdot 23,7} \right) \cos 20^\circ = 0,2816;$$

$$X_4 = 23,7 \left(\frac{\pi}{180} 25^\circ - \arcsin \frac{7,957}{2 \cdot 23,7} \right) - \left(23,7 \cdot \sin 25^\circ - \frac{7,957}{2 \cdot 23,7} \right) \cos 25^\circ = 0,4848;$$

$$X_5 = 23,7 \left(\frac{\pi}{180} 29,8306^\circ - \arcsin \frac{7,957}{2 \cdot 23,7} \right) - \left(23,7 \cdot \sin 29,8306^\circ - \frac{7,957}{2 \cdot 23,7} \right) \cos 29,8306^\circ = 1,3946.$$

Таблица 4.2 - Координаты точек линии профилирования и профиля зуба фрезы

Номер точки i	0	1	2	3	4	5
μ_i	4,8128	10	15	20	25	29,8306
x_i	-1,9830	0,1349	2,0821	3,8785	5,4719	6,7758
y_i, Y_i	-0,1670	0,0238	0,5579	1,4116	2,5516	3,8854
X_i	-0,0568	-0,0343	0,0610	0,2816	0,4848	1,3946

«Сместим систему координат таким образом, чтобы ее начало находилось в точке 0». [8]

$$\bar{X}_i = X_i - X_0;$$

$$\bar{X}_1 = -0,0343 - (-0,0568) = 0,0225;$$

$$\bar{X}_2 = 0,0610 + 0,0568 = 0,1178;$$

$$\bar{X}_3 = 0,2816 + 0,0568 = 0,3384;$$

$$\bar{X}_4 = 0,4848 + 0,0568 = 0,5416;$$

$$\bar{X}_5 = 1,3946 + 0,0568 = 1,4514;$$

$$\bar{Y}_i = Y_i - Y_0;$$

$$\bar{Y}_1 = 0,0238 - (-0,1670) = 0,1908$$

$$\bar{Y}_2 = 0,5579 + 0,1670 = 0,7249$$

$$\bar{Y}_3 = 1,4116 + 0,1670 = 1,5786$$

$$\bar{Y}_4 = 2,5516 + 0,1670 = 2,7186$$

$$\bar{Y}_5 = 3,8854 + 0,1670 = 4,0524.$$

Таблица 4.3 - Скорректированные координаты точек профиля

i	0	1	2	3	4	5
\bar{X}_i	0	0,0225	0,1178	0,3384	0,5416	1,4514
\bar{Y}_i	0	0,1908	0,7249	1,5786	2,7186	4,0524

«Заменяем кривую, описывающую профиль зуба, дугой окружности радиуса ρ , центр которой находится в точке с координатами (x_c, y_c) ». [8]

$$\begin{cases} x_c^2 + y_c^2 = \rho^2 \\ 0,1178^2 - 2 \cdot 0,1178 \cdot x_c + 0,7249^2 - 2 \cdot 0,7249 \cdot y_c = 0 \\ 0,5416^2 - 2 \cdot 0,5416 \cdot x_c + 2,7186^2 - 2 \cdot 2,7186 \cdot y_c = 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} x_c^2 + y_c^2 = \rho^2 \\ 0,5394 - 0,2356 \cdot x_c - 1,4498 \cdot y_c = 0 \\ 7,6841 - 1,0832 \cdot x_c - 5,4172 \cdot y_c = 0 \end{cases}$$

$$\begin{aligned} x_c &= 27,9416 \\ y_c &= -4,1686 \\ \rho &= 28,2508 \end{aligned}$$

«Проверим попадание точек 1 и 3 профиля зуба на эту же дугу окружности». [8]

$$\left| \sqrt{(X_{1,3} - x_c)^2 + (Y_{1,3} - y_c)^2} - \rho \right| \leq 0,05$$

$$\left| \sqrt{0,0225 - 27,9416^2 + 0,1908 + 4,1686^2} - 28,2508 \right| = 0,01$$

$$\left| \sqrt{0,3384 - 27,9416^2 + 1,5786 + 4,1686^2} - 28,2508 \right| = 0,05$$

«Рассчитаем высоту ножки зуба». [8]

$$H_f = 0,5D_{расч} - r_u + q = 0,5 \cdot 47,7 - 23,7 + 0,1 = 0,25, \text{ мм.}$$

«При центрировании шлицевого соединения по наружному диаметру рассчитываем высоту головки зуба и радиус окружности, с которого начинается переходная кривая». [8]

$$H_a = r_u - 0,5d_1, \text{ где } d_1 = 39,5 \text{ мм. [9]}$$

$$H_a = 23,7 - 0,5 \cdot 39,5 = 3,95, \text{ мм.}$$

$$r_{\Pi} = 0,5\sqrt{d_1^2 + (2 \cdot r_{\text{ц}} \cdot \sin \mu_{\Pi} - b_{\text{расч}})^2 \cdot \cos^2 \mu_{\Pi}}.$$

$$r_{\Pi} = 0,5\sqrt{39,5^2 + (2 \cdot 23,7 \cdot \sin 29,8306^\circ - 7,957)^2 \cdot \cos^2 29,8306^\circ} = 20,8800, \text{ мм.}$$

«Рассчитаем полную высоту зуба фрезы». [8]

$$H = H_a + H_f = 3,95 + 0,25 = 4,2, \text{ мм.}$$

«Рассчитаем толщину зуба по линии центроиды фрезы в нормальном сечении». [8]

$$S_n = \frac{2\pi}{z} r_{\text{ц}} - b_{\text{расч}}.$$

$$S_n = \frac{2\pi}{8} 23,7 - 7,957 = 10,6564, \text{ мм.}$$

«Рассчитывают нормальный шаг профиля зубьев». [8]

$$t_n = \frac{2\pi \cdot r_{\text{ц}}}{z}.$$

$$t_n = \frac{2\pi \cdot 23,7}{8} = 18,6134.$$

$$f_1 = 2c_{\text{min}} = 2 \cdot 0,3 = 0,6; \quad r_1 = 1 \text{ мм}; \quad l_1 = 1,5 \text{ мм.}$$

«Общая высота профиля фрезы». [8]

$$H_o = H + f_1 \text{tg} 35^\circ + l_1 = 4,2 + 0,6 \cdot \text{tg} 35^\circ + 1,5 \approx 6,1200, \text{ мм.}$$

«Выберем наружный диаметр фрезы, размеры буртиков, диаметр и конфигурацию посадочного отверстия назначаем в соответствии с ГОСТ 8027-60». [8]

$$D_e = 100, \quad D_1 = 48, \quad d_o = 32, \quad d_2 = 34, \quad f_{2\text{min}} = 3,5, \quad c_2 = 2,0, \quad c_3 = 1,0.$$

«Определим длину фрезы». [8]

$$L = 2\sqrt{(D_e - H)H} + 2 \cdot 0,5 \cdot t_n + 2f_2.$$

$$L = 2\sqrt{(100 - 4,2)4,2} + 3 \cdot 18,6134 + 2 \cdot 3,5 = 82,90, \text{ мм.}$$

Принимаем $L=50$ мм. Размер $l=20$.

«Размеры шпоночного паза и их допускаемые отклонения выбирают по ГОСТ 23360-78 в зависимости от диаметра посадочного отверстия d_o . Передний угол принимаем равным 0° , чтобы не корректировать профиль фрезы. Число зубьев фрезы принимаем $Z=12$ ». [8]

«Поскольку профиль фрезы должен быть отшлифован, на ее зубьях выполняют двойное затылование. Величину падения первого затылка рассчитываем по формуле $K = \frac{\pi D_e}{Z} \operatorname{tg} a_{ro}$ ». [8]

$$K = \frac{100\pi}{12} \operatorname{tg} 10^\circ = 4,6139 \approx 5 .$$

«Рассчитаем величину падения второго затылка». [8]

$$K_1 = (1,2 \dots 1,5)K = (1,2 \dots 1,5)5 = 7,0 , \text{ мм.}$$

«Рассчитаем глубину стружечных канавок фрезы». [8]

$$h_k = H_o + 0,5 (K_1 + K) .$$

$$h_k = H_o + 0,5 (K_1 + K) = 6,12 + 0,5(5 + 7) = 12,1 , \text{ мм.}$$

Угол канавки $\psi_k = 25^\circ$, а радиус ее закругления $r_k = 2$ мм.

«Определим средний расчетный диаметр фрезы». [8]

$$D_i = D_e - 2H - (2 \dots 0,3) r_k .$$

$$D_i = 100 - 2 \cdot 4,2 - 0,3 \cdot 5 = 91,45 , \text{ мм.}$$

«Рассчитаем угол наклона винтовой линии стружечных канавок». [8]

$$\omega = \arcsin \frac{t_n}{\pi D_i} .$$

$$\omega = \arcsin \frac{18,6134}{91,45\pi} = 0,0648 \text{ рад} = 3,7^\circ$$

«Рассчитаем шаг винтовой линии стружечных канавок и осевой шаг профиля». [8]

$$T = \pi D_i \operatorname{ctg} \omega .$$

$$T = 91,45 \cdot \pi \cdot \operatorname{ctg} 3,7^\circ = 4440$$

$$t_{oc} = \frac{t_n}{\cos \omega} .$$

$$t_{oc} = \frac{18,6134}{\cos 3,7^\circ} = 18,6423 .$$

5 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА

Рабочие, в процессе выполнения своих должностных обязанностей, могут подвергать себя рискам, и в итоге могут получить производственные травмы. В этом разделе представлено задействованное в технологическом процессе оборудование, а также вредные воздействия, которые могут возникнуть при несоблюдении техники безопасности. Также описаны мероприятия, выполнение которых сведёт к минимуму получение производственных травм.

Тема нашей работы: «Разработка технологического процесса изготовления вала-шестерни манипулятора М-015»

Анализ был проведен в соответствии с методикой, указанной в источнике [18].

5.1 Назначение участка

Описываемый участок предназначается для изготовления детали «Вал-шестерня манипулятора М-015».

5.2 Планировка рассматриваемого участка

Производственная площадь представляет собой участок, который занят производственным оборудованием и местами для рабочих, расположенные возле этого оборудования.

Вспомогательная площадь представляет собой участок, на котором располагаются вспомогательные подразделения. Ими могут выступать инструментальные и ремонтные службы, склады, лаборатории, служебно-бытовые помещения, а также межцеховые магистральные проезды.

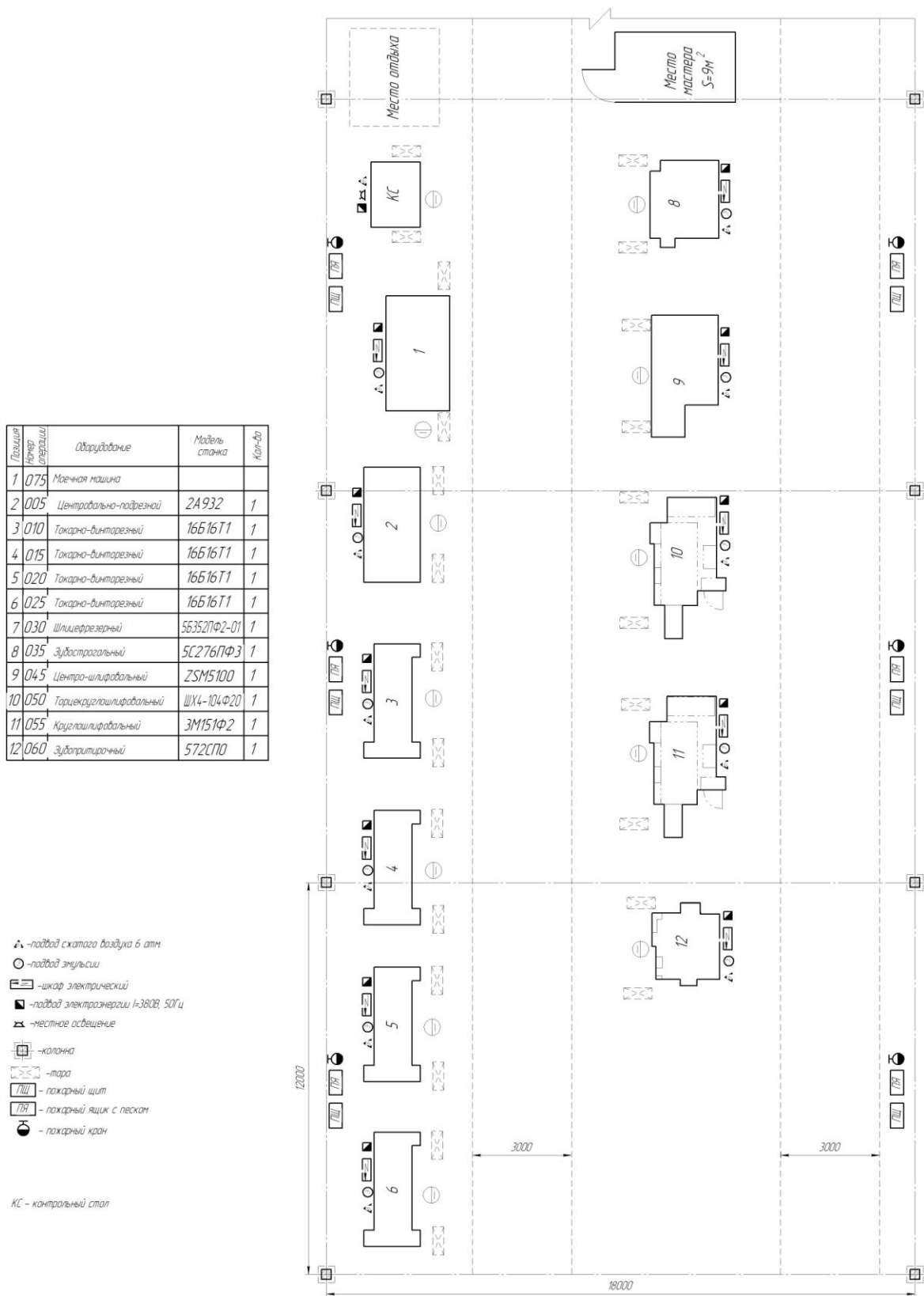


Рисунок 5.1 – План участка

5.3 Состав оборудования

Наименование и количество оборудования представлено в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Состав оборудования

№ п/п	Оборудование	Количество, шт
1	Центровально-подрезной станок 2А932	1
2	Токарно-винторезный станок 16Б16Т1	4
3	Шлицефрезерный станок 5Б352ПФ2-01	1
4	Зубострогальный станок с ЧПУ 5С276ПФ3	1
5	Центрошлифовальный станок TOYODA GC12-130	1
6	Торцекруглошлифовальный станок с ЧПУ ШХ4-104Ф20	1
7	Круглошлифовальный станок с ЧПУ 3М151Ф2	1
8	Зубопритирочный станок 572СПО	1
Итого:		11

Таблица 5.2 – Технологический маршрут обработки детали «Вал-шестерня манипулятора М-015»

Наименование цеха	Номер операции	Наименование операции	Применяемое оборудование	Содержание операции
Кузнечный	000	Заготовительная	КГШП	Получение заготовки
Механический	005	Предварительное точение и выполнение центровых отверстий	Центровально-подрезной станок 2А932	Окончательное точение поверхностей: 1, 16 Окончательное сверление поверхностей 20
Механический	010	Точение предварительное	Токарно-винторезный станок 16Б16Т1	Предварительное точение поверхностей: 1, 2, 23, 24, 21, 25, 26, 27
Механический	015	Точение предварительное	Токарно-винторезный станок 16Б16Т1	Предварительное точение поверхностей: 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 16, 20, 21, 22
Механический	020	Точение окончательное	Токарно-винторезный станок 16Б16Т1	Окончательное точение поверхностей: 1, 2, 23, 24, 21, 25, 26, 27

Продолжение таблицы 5.2

Механический	025	Точение окончательное	Токарно-винторезный станок 16Б16Т1	Окончательное точение поверхностей: 3, 4, 5,6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 16, 20, 21, 22
Механический	030	Фрезерование окончательное	Шлицефрезерный станок 5Б352ПФ2-01	Окончательное фрезерование поверхностей: 17, 18, 19
Механический	035	Зубострогание окончательное	Зубострогальный станок с ЧПУ 5С276ПФ3	Окончательное фрезерование поверхностей: 21
Термический	040	Термообработка	-	Закалка заготовки
Механический	045	Шлифование центровых отверстий окончательное	Центрошлифовальный станок TOYODA GC12-130	Окончательное шлифование поверхностей: 20
Механический	050	Круглое и торцовое шлифование предварительное	Торцекруглошлифовальный станок с ЧПУ ШХ4-104Ф20	Предварительное шлифование поверхностей: 5, 8, 10, 11
Механический	055	Круглое шлифование окончательное	Круглошлифовальный станок с ЧПУ 3М151Ф2	Окончательное шлифование поверхностей: 5, 10
Механический	060	Притирка зубьев окончательная	Зубопритирочный станок 572СПО	Окончательная притирка поверхностей: 21
Механический	065	Мойка	-	Промывка, обдувка, сушка заготовки
Механический	070	Контроль	-	Контроль основных параметров согласно рабочему чертежу

Так как были модернизированы технологические операции 025 точение окончательное и 030 фрезерование шлицев окончательное, то идентификацию по рискам будем проводить только эти операции.

5.4 Анализ вредных производственных факторов.

Таблица 5.3 – Вредные производственные факторы

№ п/п	Технологические операции	Вредные производственные факторы	Мероприятия, которые позволят уменьшить вредные воздействия
1	Точение окончательное	<ol style="list-style-type: none"> 1. Отлетающая стружка 2. Высокая температура поверхности обрабатываемой заготовки 3. Испарения СОЖ при механической обработке 4. Высокий уровень вибраций и шума при работе оборудования 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Установка защитного экрана. Ношение защитных очков, специальной одежды. Использование скребкового и одношнекового транспортера для удаления стружки [4]. 2. Использование СОЖ на синтетической основе. 3. Установка отопительно-вентиляционного оборудования [3]. 4. Использование акустических экранов, противозумных наушников, закрывающих ушную раковину снаружи. Установка на оборудовании виброизолирующих опор [2].
2	Фрезерование шлицев окончательное	<ol style="list-style-type: none"> 1. Отлетающая стружка 2. Высокая температура поверхности обрабатываемой заготовки и инструмента 3. Испарения СОЖ при механической обработке 4. Высокий уровень вибраций и шума при работе оборудования 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ношение защитных очков, специальной одежды. Наличие защитного экрана. Удаление отходов в металлическую тару с последующей утилизацией по мере наполнения емкости [4]. 2. Использование СОЖ на синтетической основе. 3. Установка отопительно-вентиляционного оборудования [3]. 4. Использование акустических экранов, противозумных наушников, закрывающих ушную

Продолжение таблицы 5.3

			раковину снаружи. Установка на оборудования виброизолирующих опор [2].
--	--	--	--

В процессе выполнения данного раздела был проанализирован состав вредных и опасных факторов на описываемом производстве, предложены меры, которые помогут снизить воздействия опасных и вредных факторов.

6 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ

Цель раздела – рассчитать технико-экономические показатели проектируемого технологического процесса и произвести сравнительный анализ с показателями базового варианта, определить экономический эффект от предложенных в проекте технических решений.

Особенностью совершенствования технологического объекта является то, что предлагается совершенствовать токарную и шлицефрезерную операции базового варианта. На токарной операции совершенствование коснулось замены приспособления. Вместо токарного трехкулачкового патрона с ручным зажимом предлагается автоматизированное приспособление. На шлицефрезерной операции было предложено использование режущего инструмента с износостойким покрытием, что позволило повысить его стойкость в 1,5 раза. Более полное описание изменяемых операций базового и проектного вариантов представлено в предыдущих разделах, поэтому описывать их еще раз нет необходимости.

Кроме описания изменяющихся технических параметров процесса изготовления, для проведения расчетов, связанных с определением экономической эффективности, потребуется знание программы выпуска, которая была выдана руководителем работы и составляет 4000 штук в год.

Так как масса заготовки и способ ее получения не меняются в ходе совершенствования технологического процесса изготовления детали, поэтому расходы, связанные с основными материалами проводить не целесообразно, потому что они останутся без изменения и на результат всех расчетов оказывать влияния не будут.

Для определения всех остальных параметров данного раздела будет применена следующая методика расчета [20]:

- методика расчета капитальных вложений в основное технологическое оборудование;
- методика определения технологической себестоимости;

- методика калькулирования себестоимости;
- методика экономического обоснования эффективности предлагаемых мероприятий.

Расчеты по представленным методикам проводились с применением пакета программного обеспечения Microsoft Excel.

Для проведения соответствующих расчетов, кроме описания технологии изготовления и программного обеспечения, также необходимы следующие значения:

- стоимостные, эксплуатационные и размерные характеристики оборудования, оснастки и инструмента, так как данные величины напрямую оказывают влияние на итоговые результаты расчета;

- нормативные и тарифные значения расходных параметров, таких как вода, электроэнергия, сжатый воздух и т.д.;

- часовые тарифные ставки основных рабочих, занятых на выполнении анализируемой операции.

Используя все необходимые данные, были получены значения: удельных капитальных вложений на единицу продукции, технологической и полной себестоимости, по сравниваемым вариантам, которые представлены на рисунке 6.1.

Анализируя представленные на рисунке 6.1 значения, можно сказать, что при изменении технологического процесса увеличатся удельные затраты на единицу продукции на 39,60 руб., что составит 75,4%. Это связано с тем, что возникает необходимость приобретения нового приспособления и инструмента, а также появляются затраты, связанные с проектированием совершенствований технологического процесса.

Не смотря на то, что удельные капитальные вложения возрастают, при этом технологическая и полная себестоимость уменьшаются на 31,3% и 33,15%, соответственно. Это вызвано тем, что замена приспособления и инструмента, и увеличение режимов резанья приводит к сокращению

трудоемкости совершенствуемых операций, и как следствие – к уменьшению заработной платы и расходов на содержание и эксплуатацию оборудования.

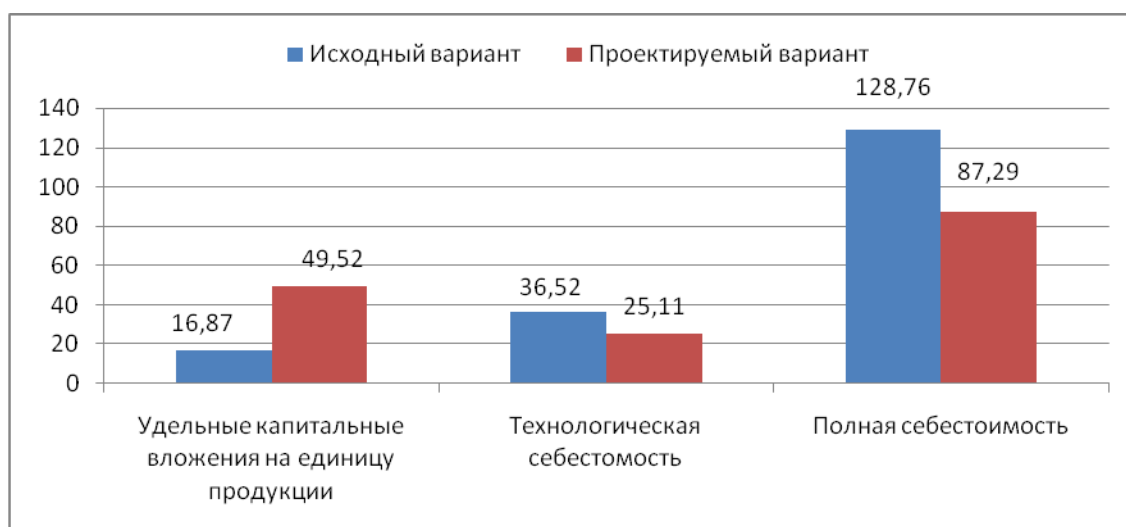


Рисунок 6.1 – Величины удельных капитальных вложений, технологической и полной себестоимости по вариантам, руб.

В виду того, что расчеты показали положительные изменения в себестоимости изготовления, возникает необходимость провести расчеты с точки зрения экономической целесообразности внедрения данных мероприятий в производство. Чтобы подтвердить или опровергнуть целесообразность, необходимо определить следующие показатели:

- чистая прибыль;
- срок окупаемости;
- чистый дисконтируемый доход;
- индекс доходности

Полученные значения позволят сделать окончательный вывод о целесообразности данного проекта.

Для определения перечисленных показателей также будет использован пакет программного обеспечения Microsoft Excel. Результаты проведенных расчетов представлены в таблице 6.1

Таблица 6.1 – Значения показателей эффективности внедрения

№	Наименование показателей	Условное обозначение, единица измерения	Значение показателей
1	Чистая прибыль	$P_{чист}$, руб.	303569
2	Срок окупаемости инвестиций	$T_{ок}$, лет	3
3	Чистый дисконтированный доход	$\Delta_{инт} = ЧДД$, руб.	98155
4	Индекс доходности	$ИД$, руб.	1,23

Анализируя полученные в ходе расчетов данные, можно сделать заключение о целесообразности предлагаемого мероприятия по совершенствованию токарной и протяжной операций, как это описано выше.

Как видно из таблицы 6.1, окупаемость проекта наступит в течение 3-х лет, что позволяет говорить о необходимости внедрения данного предложения. В данном случае выполняется условие, о не превышении порога срока окупаемости в 4 года.

Еще один показатель, также подтверждающий необходимость внедрения, это индекс доходности, величина которого должна находиться в интервале от 1,12 до 1,25 руб./руб. В нашем случае этот показатель находится в середине этого интервала – 1,23 руб./руб.

И наконец, чистый дисконтированный доход или интегральный экономический эффект составляет 98155 рублей. Данная величина по расчетам получилась положительной, что дает право, также говорить о необходимости внедрения предлагаемого мероприятия по совершенствованию технологического процесса.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы нами разработан технологический процесс изготовления вала-шестерни манипулятора М-015. В частности нами был спроектирован качественный технологический процесс изготовления детали, разработано автоматизированное приспособление для токарной операции, разработан режущий инструмент на операцию по обработке шлицев, а также спроектированы технологические наладки на две технологические операции.

Произведены мероприятия по обеспечению технологической безопасности, выполнен экономический анализ проведенных мероприятий.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кремнев Г.П. Основы технологии машиностроения : учебное пособие / Г.П. Кремнев, О.И. Драчев. – Старый Оскол, 2018. – 211 с.
2. Конструкционные стали и сплавы [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Г. А. Воробьева [и др.]. - Москва : ИНФРА-М, 2016. - 440 с.
3. Иванов И. С. Технология машиностроения [Электронный ресурс] : учеб. пособие / И. С. Иванов. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : ИНФРА-М, 2016. - 240 с.
4. Козлов, А.А. Кузьмич, И.В. Разработка технологических процессов изготовления деталей машин: учеб.-метод. пособие по выполнению курсовых проектов по дисциплине «Основы технологии машиностроения» для студентов спец. 151001 «Технология машиностроения» / сост. А.А. Козлов, И.В. Кузьмич. – Тольятти: ТГУ, 2008. – 152 с.
5. ГОСТ 2590-2006. Прокат сортовой стальной горячекатаный круглый. – 10 с.
6. ГОСТ 7505-89. Поковки штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски. – 36 с.
7. Режимы резания металлов: Справочник/ Ю.В.Барановский, Л.А.Брахман, А.И.Гадалевич и др. – М.: НИИТавтопром, 1995. – 456 с.
8. Вереина Л. И. Металлообработка [Электронный ресурс] : справочник / Л. И. Вереина, М. М. Краснов, Е. И. Фрадкин ; под общ. ред. Л. И. Вереиной. - Москва : ИНФРА-М, 2013. - 320 с.
9. Краткий справочник металлиста/ под ред. П.Н. Орлова – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 2011. – 960 с.
10. Иванов И. С. Расчет и проектирование технологической оснастки в машиностроении [Электронный ресурс] : учеб. пособие / И. С. Иванов. - Москва : ИНФРА-М, 2015. - 198 с.

11. Зубарев Ю. М. Расчет и проектирование приспособлений в машиностроении [Электронный ресурс] : учебник / Ю. М. Зубарев. - Санкт-Петербург : Лань, 2015. - 320 с.
12. Солоненко В. Г. Резание металлов и режущие инструменты [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. Г. Солоненко, А. А. Рыжкин. - Москва : ИНФРА-М, 2016. - 416 с.
13. Резников Л. А. Проектирование сложнопрофильного режущего инструмента [Электронный ресурс] : электрон. учеб. пособие / Л. А. Резников ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - Тольятти : ТГУ, 2014. - 207 с.
14. Токмин А. М. Выбор материалов и технологий в машиностроении [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А. М. Токмин, В. И. Темных, Л. А. Свечникова. - Москва : ИНФРА-М ; Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2016. - 235 с.
15. Технология машиностроения [Электронный ресурс] : курсовое проектирование : учебное пособие / М. М. Кане [и др.] ; под ред. М. М. Кане, В. Г. Шелег. - Минск : Высшэйшая школа, 2013. - 311 с.
16. Технология машиностроения [Электронный ресурс] : выпускная квалификационная работа для бакалавров: учеб. пособие / Н. М. Султан-заде [и др.]. - Москва : Форум : ИНФРА-М, 2016. - 288 с.
17. Дехтярь Г. М. Метрология, стандартизация и сертификация [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Г. М. Дехтярь. - Москва : КУРС : ИНФРА-М, 2016. - 154 с.
18. Безъязычный В. Ф. Основы технологии машиностроения [Электронный ресурс] : учебник для вузов / В. Ф. Безъязычный. - Москва : Машиностроение, 2013.
19. Горина Л. Н. Промышленная безопасность и производственный контроль [Электронный ресурс] : электрон. учеб. пособие / Л. Н. Горина, М. И. Фесина, Т. Ю. Фрезе ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Управление пром. и эколог. безопасностью". - Тольятти : ТГУ, 2014. - 271 с.

20. Краснопевцева И. В. Экономика и управление машиностроительным производством [Электронный ресурс] : электрон. учеб.-метод. пособие / И. В. Краснопевцева, Н. В. Зубкова ; ТГУ ; Ин-т финансов, экономики и управления ; каф. "Торговое дело и управление производством". - Тольятти : ТГУ, 2014. - 183 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

													ГОСТ 9.1118-82 Форма 1																					
<u>Дубл.</u>																																		
<u>Взам.</u>																																		
<u>Подп.</u>																																		
													6 1																					
<u>Разраб.</u>	Кирюшкин				ТГУ																													
<u>Пров.</u>	Логинов																																	
<u>Н. контр.</u>													Вал-шестерня																					
МО1																																		
		<u>Код</u>		<u>ЕВ</u>		<u>МД</u>		<u>ЕН</u>		<u>Н.расх.</u>		<u>КИМ</u>		<u>Код.загот.</u>		<u>Профиль и размеры</u>		<u>КД</u>		<u>МЗ</u>														
МО2		-166 4.7								0,6		16		Ø100x270		16.5																		
<u>А</u>													<u>Обозначение документа</u>																					
<u>цех</u>		<u>Уч.</u>		<u>РМ</u>		<u>Опер.</u>		<u>Код, наименование операции</u>					<u>СМ</u>		<u>Проф.</u>		<u>Р</u>		<u>УТ</u>		<u>КР</u>		<u>КОИД</u>		<u>ЕН</u>		<u>ОП</u>		<u>Кум</u>		<u>Глз</u>		<u>Тшт.</u>	
<u>Б</u>													<u>Код, наименование оборудования</u>																					
АО1													XX. XX. XX005 4119 Центровально - подрезная ИОТ № 63																					
БО2													38 1261 0 Центровально-подрезной 2-х стор 2А9321 19149 322 1 1 1 142 1																					
ОО3													Точить торцы (поверх-ть 1, 16 и 15), выдерживая размер 266±0,65; 3.68±0.15, сверлить центровые отв. (нов.20), выдерживая размеры																					
ОО4													Ø4 ^{+0,3} , 5±0.1, 3.9±0,15; 60°±30°, точить поверхность 2, выдерживая размеры Ø32.02и 48±0.5.																					
ТО5													XXXXXX Призмы опорные ГОСТ 12194 – 66; 391210 Сверло центровочное ГОСТ 14952 – 75(2 шт); XXXXXX Четырёхгранная																					
ТО6													пластина Т15К6 ГОСТ 19051 – 80; 393311 Штангенциркуль ШЦЦ-III-250-0.05 ГОСТ 166 – 89; 393120 Калибр – пробка для контроля																					
ТО7													отверстий ГОСТ 2015 – 84.																					
АО8													XX. XX. XX 010 4233 Токарная программная черновая с ЧПУ ИОТ № 63																					
БО9													38 1021 5 Токарно-виторезный с ЧПУ 16Б16Т1 1 16045 322 1 1 1 142 1																					
О10													Точить поверхность 14, выдерживая размеры Ø97.8.035; 15°29'±0.15'.																					
Т11													396110 Токарный поводковый патрон ГОСТ 2571-71; 392840 Центр вращения ГОСТ 13214-79;																					
Т12													392190 Резец сборный проходной правый Т15К6 ГОСТ 18878-73;																					
Т13													393311 Штангенциркуль ШЦЦ-III-250-0.05 ГОСТ 166 – 89.																					
МК																																		

