

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»

(наименование)

15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных
производств»

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Технология машиностроения

(направленность (профиль) / специализация)

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему Технологический процесс изготовления червяка механизма регулировки

Обучающийся

М.А. Сорокин

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

канд. техн. наук, доцент В.А. Гуляев

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Консультанты

канд. экон. наук, доцент Е.Г. Смышляева

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

канд. физ.-мат. наук, доцент Д.А. Романов

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Аннотация

В выпускной квалификационной работе предлагается новая технология изготовления червяка механизма регулировки в объеме годового выпуска 10000 штук в год. В работе определяется служебное назначение рассматриваемой детали. Доказывается количественно и качественно технологичность детали. Показывается реальная возможность изготовления детали. Проектируются операции. На основе табличных данных определяются режимы резания с учетом материала и характеристик режущего инструмента. Проектируются необходимые при механической обработке заготовки приспособления. В работе используются методики определения типа производства и его стратегии; используется методика для проектирования заготовки; методика проектирования техпроцесса; методика проектирования операции и определения необходимой оснастки. Используется методика проектирования оснастки и режущего инструмента. Все поставленные задачи выполнены в предлагаемой последовательности. Качество проработки данных задач определило в итоге качество проектирования техпроцесса в целом, что и способствовало достижению поставленной цели. Используется также методология для решения основных задач обеспечения безопасности техпроцесса. Выявляются опасные и вредные производственные факторы. Предлагаются мероприятия по защите, охране труда и окружающей среды. Решается задача по определению показателей экономической эффективности по самой современной методологии. Доказывается экономическая целесообразность предлагаемых изменений технологического процесса в сравнении с базовой технологией.

Содержание

Введение.....	4
1 Анализ объекта проектирования.....	6
1.1 Анализ технологичности объекта проектирования.....	6
1.2 Формулировка задач работы.....	11
2 Технология изготовления детали.....	12
2.1 Расчет заготовки, выбор методов и средств оснащения.....	12
2.2 Расчет технологической операции.....	29
3 Расчет и проектирование средств оснащения.....	33
3.1 Проектирование основного приспособления.....	33
3.2 Проектирование вспомогательного приспособления.....	36
4 Безопасность и экологичность технического объекта.....	39
5 Экономическая эффективность работы.....	47
Заключение.....	51
Список используемых источников.....	52
Приложение А. Технологическая документация.....	54

Введение

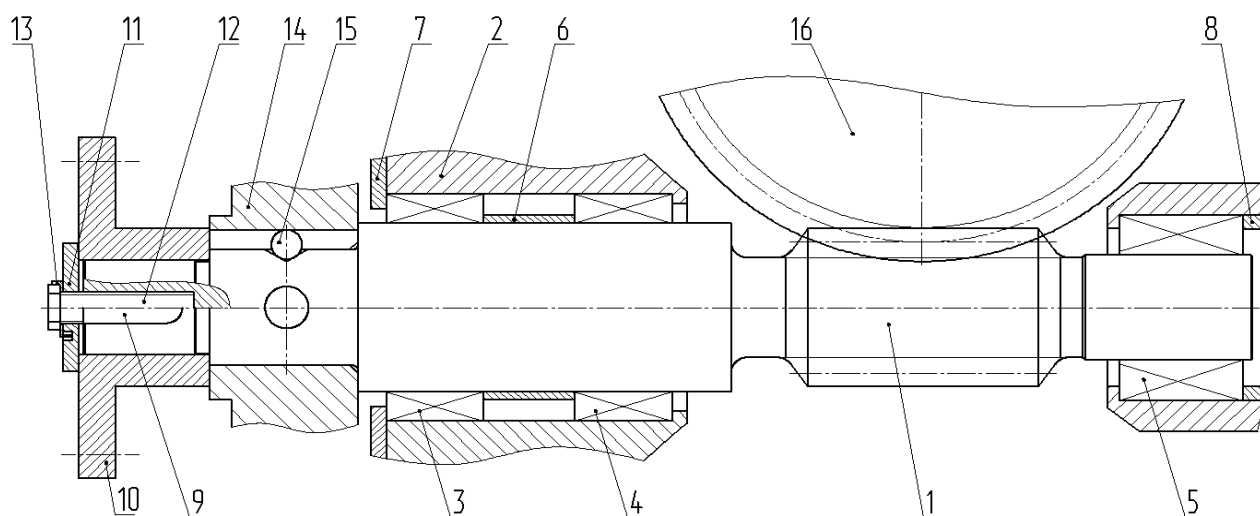
В настоящее время современные технологические процессы постоянно совершенствуются по различным направлениям. Это и разработка гибридных технологий производства, которые комбинируют различные способы обработки материалов, включая высокоэнергетические – лазерные, вибрационные. Это позволяет увеличить точность обработки, производительность и качество производства. Применение роботизированных систем для автоматизации производства от единичного до массового производства. Технологические и транспортные роботы могут выполнять многие операции быстро, надежно и стабильно по качеству и точности, что позволяет сократить время производства и повысить конкурентоспособность продукции. Разработка новых материалов для технологического оборудования (направляющие, шпиндели), которые обладают высокой стабильностью размеров, жесткостью и износостойкостью [7]. Это позволяет увеличить срок службы оборудования и повысить эффективность его эксплуатации. Применение методов искусственного интеллекта и аналитики больших данных для оптимизации работы технологического оборудования (интернет вещей и онлайн диагностика с оперативным обслуживанием и ремонтом по фактическому состоянию оборудования) и управления ходом технологического процесса. Это позволяет существенно снизить затраты на обслуживание оборудования. Разработка новых технологий для повышения точности и производительности обработки материалов. Это включает в себя использование лазеров, электроискровой обработки и других методов. Применение экологически чистых технологий производства, которые позволяют снизить негативное воздействие на окружающую среду. Они включают в себя использование энергосбережения, безотходных технологий, использование сухой обработки без или с малым использованием смазочно-охлаждающих сред. Повысить эффективность производства можно за счет использования более технологичных конструкций деталей [20].

Рассматриваемая в работе деталь «Червяк» принадлежит к деталям типа «Вал». Детали такого типа являются примером деталей, обладающих целым комплексом недостатков. Анализ технологичности детали низкой жесткости с высокими требованиями по точности, сделанного из трудно обрабатываемого материала, включает в себя ряд важных факторов. При разработке конструкции детали необходимо учитывать его технологичность. Конструкция должна быть такой, чтобы обеспечить возможность обработки детали на станке с высокой точностью и производительностью. Например, необходимо учитывать возможность доступа инструмента к рабочей поверхности детали с учетом дополнительных опор, которые служат для снижения деформаций заготовки. Должна быть обеспечена технологичность получения заготовки и ее обработки. Выбор материала для изготовления детали должен учитывать ее технологичность обработки. Например, если материал слишком прочный, твердый или хрупкий, то его обработка целыми группами технологий может быть затруднительной. В таком случае может потребоваться использование специализированного оборудования или специальных технологий. Обработка детали должна быть выполнена с высокой точностью и повторяемостью. Для этого должно быть обеспечено сочетание схемы обработки, станка, схемы установки и режимов резания. Установка детали на станке должна быть выполнена таким образом, чтобы обеспечить высокую точность обработки. После обработки детали необходимо провести его контроль качества с высокой точностью. Для деталей типа вала, в силу сочетания их размеров – длины и диаметра, могут возникать проблемы при контроле некоторых требований (прямолинейность оси). В целом, при анализе технологичности детали необходимо учитывать множество различных факторов. В работе показана разработка такого технологического процесса.

1 Анализ объекта проектирования

1.1 Анализ технологичности объекта проектирования

Основное назначение детали «Червяк» – передача крутящего момента. Деталь является основополагающей для последующей установки составляющих элементов в механизме регулировки. Фрагмент механизма регулировки показан на рисунке 1. Согласно служебному назначению детали выработываются технические требования по точности и шероховатости к ее поверхностям. Необходимо это для назначения методов и порядка механической обработки. Рассматриваемая деталь относится к категории валов; поверхность вала состоит из плоских и торцевых поверхностей вращения простых геометрических форм. Специальные инструменты и оборудование для обработки детали не требуются.



1 – червяк; 2 – корпус механизма регулировки; 3, 4 и 5 – подшипники; 6 – распорная втулка; 7 и 8 – бурты; 9 – шпонка; 10 – полумуфта; 11 – концевая шайба; 12 – фиксирующий болт; 13 – стопорная шайба; 14 – муфта; 15 – шарики; 16 – червячное колесо.

Рисунок 1 – Фрагмент механизма

При разработке конструкции детали и подготовке технических требований к процессу изготовления внимание уделяется трудоемкости производства детали.

К технологическим характеристикам конструкции предъявляются следующие требования: конструкция должна либо быть стандартной, либо включать стандартные (унифицированные) детали; детали производятся из полученных рациональным методом стандартных «заготовок; размеры и поверхности детали должны характеризоваться оптимальными показателями точности и шероховатости» [21]; в соответствии с технологическими требованиями, «определяются механические и физико-химические характеристики материала, форма и параметры детали, а также уровень жесткости; точность установки, обработки и контроля обеспечиваются за счёт таких показателей базовой поверхности» [12] детали, как точность и шероховатость; конструкция предусматривает возможность использования при производстве детали стандартных (типовых) технологий.

«Материалом заготовки выберем сталь 40Х ГОСТ 4543-2016, химический состав и физико-механические свойства которого рассмотрим далее [1]. Сталь 40Х – марка легированной стали с примесью хрома, что указано в маркировке буквой Х – хром. Отличается высокой прочностью и устойчивости к коррозии. Это свойство обеспечивает примесь хрома, который окисляется при контакте с воздухом образуя оксидную пленку. Она защищает сталь от контакта с кислородом, что не дает ей ржаветь. Хром – редкоземельный металл, поэтому стоимость стали марки 40Х немного выше аналогов без хромовой примеси» [13]. В составе выбранного материала для детали присутствуют следующие химические элементы: от 0,36 до 0,44 процентов углерода (С), 0,035 процента фосфора (Р), 0,035 процента серы (S), 0,3 процента никеля (Ni), от 0,17 до 0,37 процентов кремния (Si), 0,3 процента меди (Cu), от 0,8 до 1,2 процентов хрома (Cr), от 0,5 до 0,8 процентов магния (Mg) и остальное в составе железо (Fe). К свойствам выбранного материала относятся: предел пропорциональности или предел текучести (σ_T) равный при

поковке 345 МПа, а при прокате 940 МПа; предел кратковременной прочности (σ_B) равный при поковке 590 МПа, а при прокате 800 МПа; относительное удлинение при разрыве (δ) равное при поковке 18 процентов, а при прокате 13 процентов; относительное сужение (ψ) равное при поковке 45 процентов, а при прокате 55 процентов; ударная вязкость (КСУ) равная при поковке 59 килоджоулей на квадратный метр, а при прокате 85 килоджоулей на квадратный метр и твердостью по Бринеллю (НВ) равной 217 единиц, что показано в таблице 1.

Таблица 1 – Физико-механические свойства

Характеристика	Значение
плотность при температуре 20 °С	7,850 г/см ³ или 7850 кг/м ³
временное сопротивление разрыву	980 Мпа
относительное удлинение	10%
относительное поперечное сужение	45%
предел текучести	785 Мпа
коэффициент линейного расширения	11,8·10 ⁻⁶ град ⁻¹ при температурах 20-100°С
температура плавления	1500 градусов по Цельсию
ударная вязкость	59 кДж/см ²
твердости стали 40Х по Бринеллю, НВ	217

Проведем анализ технологичности. Так как данная деталь представляет собой цилиндрическую форму, то, следовательно для ее изготовления и обработки подойдет любое универсальное оборудование. Примером такого оборудования является токарный станок. По причине того, что шероховатость поверхности детали является достаточно малой и в своей сущности не имеет выраженных уступов, то и обработка такой детали может быть выполнена на любом внутришлифовальном станке, также как и для обработки пазов данной детали вполне подойдет любой фрезерный станок, в котором возможно крепление детали по наружному диаметру, что обуславливается большей жесткостью. На установленную в трех-кулачковом патроне оправку необходимо закрепить деталь, что позволит уменьшить к минимуму

погрешности операции и совместить технологическую и конструкторскую базу заготовки.

Деталь может быть классифицирована по конструктивно-технологическим признакам в зависимости от ее формы, материала, размеров и требований к функциональности. Эта классификация является важным этапом при проектировании технологии производства деталей, так как она позволяет определить оптимальные методы обработки и подобрать соответствующий инструмент.

Первый этап классификации включает определение основных геометрических параметров детали, таких как длина, диаметр, соотношение размеров. Эта информация необходима для выбора подходящего метода получения заготовки: штамповка или прокат, выбора схемы установки.

Материал детали определяет выбор инструментального материала и способов получения заготовки. Сталь 40Х является низколегированной сталью с нормальной пластичностью и обрабатываемостью резанием.

Размеры детали средние. Они определяют не только методы обработки, но также выбор оборудования для производства деталей по рабочей зоне, точности и нагрузкам, которые могут возникнуть при обработке. Деталь со средним диаметром до 50 мм и длиной до 400 мм может быть изготовлена на большинстве автоматизированных станков. «При этом не требуются какие-либо специальные методы выверки или специальные» [19] приспособления.

Функциональные требования к детали типовые. Они включают прочность (сталь 40Х соответствует по пределу прочности), износостойкость (обеспечивается сочетанием твердости, точности и шероховатости – все требования типовые), точность и другие качества, необходимые для выполнения задачи. Эти требования определяют методы обработки (многопереходная технология) и контроля качества (операционного и комплексного в рамках отдельной операции).

Анализ возможности автоматизации производства детали. Деталь может быть изготовлена полностью автоматически, что позволяет сократить затраты

на рабочую силу и повысить производительность в рамках гибких производственных систем.

Анализ затрат на производство детали выполняется с учетом изменений технологии. В зависимости от выбранных методов и инструментов, производство деталей может иметь разные затраты на исходную заготовку (проводится экономическое сравнение), оборудование, материалы и рабочую силу. Корректный выбор технологии изготовления детали по трудозатратам помогает их оптимизировать и, в конечном счете, повысить конкурентоспособность продукции.

Нумерация поверхностей показана на рисунке 2.

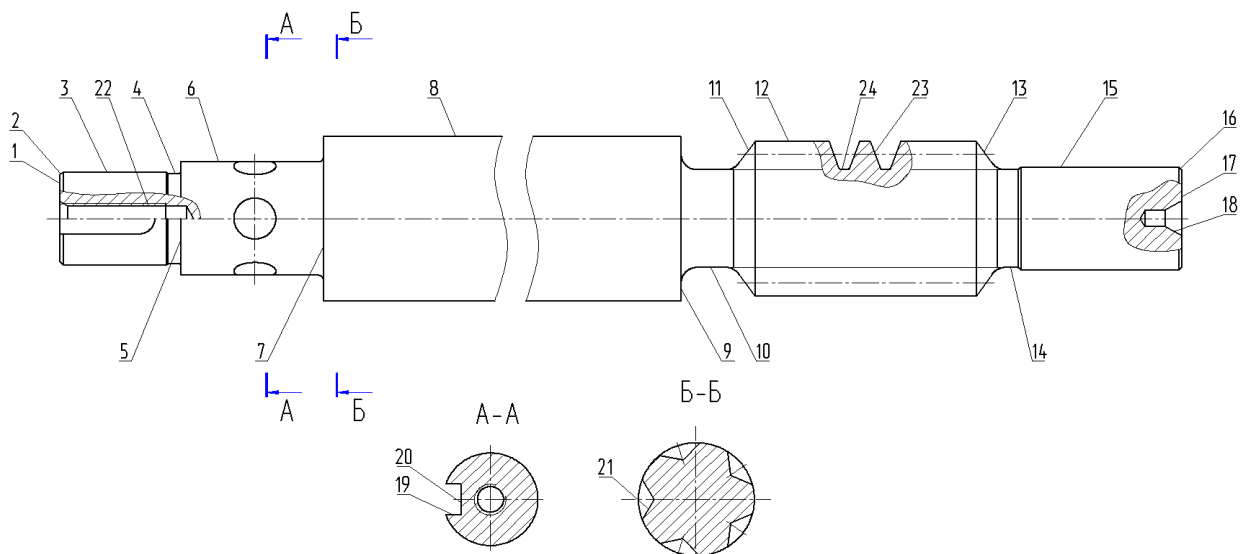


Рисунок 2 – Нумерация поверхностей

Исполнительными поверхностями [1], определяющими служебное назначение детали являются поверхность [1] 19 и поверхность 23. Поверхности, являющиеся основными конструкторскими базами, являются поверхность 8 и поверхность 15. В качестве поверхностей, определяющих вспомогательные конструкторские базы [1] выбираем поверхности 3, 5, 6, 7, 20, 21 и 22. Все остальные поверхности считаем свободными. Таким образом можно сделать вывод, что «деталь для среднесерийного производства является

технологичной и разработка технологического процесса ее изготовления возможна» [1].

1.2 Формулировка задач работы

В работе необходимо определить служебное назначение рассматриваемой детали. Доказать количественно и качественно технологичность детали [18]. Показать реальную возможность изготовления детали. Для реализации служебного назначения детали выбрать материал для заготовки. Спроектировать операции. На основе табличных данных определить режимы резания с учетом материала и характеристик режущего инструмента [13], [15]. Спроектировать необходимые при механической обработке заготовки приспособления. Доказать экономическую целесообразность предлагаемых изменений технологического процесса в сравнении с базовой технологией. Выявить опасные и вредные производственные факторы. Предложить мероприятия по защите, охране труда и окружающей среды. По методике [12] определить тип производства и его стратегию по методике [20]; используя методику из [4], спроектировать заготовку; используя методику из [9] и [16], спроектировать техпроцесс; используя методику из источников [1], [17], [18] и [20], спроектировать операции и определить необходимую оснастку. На следующем этапе используя методику из источников [16], [19] и [14] спроектировать оснастку и режущий инструмент. Используя методику, представленную в [5] решить основные задачи обеспечения безопасности техпроцесса. Задача по определению показателей экономической эффективности решается по методике, представленной в [6]. Выполнять поставленные задачи необходимо именно в предлагаемой последовательности, представленной выше.

В разделе определено служебное назначение рассматриваемой детали. Доказана количественно и качественно технологичность детали. Показаны предпосылки для реализации технологии изготовления детали.

2 Технология изготовления детали

2.1 Расчет заготовки, выбор методов и средств обработки

Исходные данные для получения заготовки: масса детали 1,58 килограмма и годовая программа выпуска 10000 штук. В предыдущем разделе было показано, что конструкция червяка такова, что в ней отсутствуют труднодоступные для обрабатываемости и измерения поверхности. Имеются специальные канавки для выхода режущего инструмента. Имеются центровые отверстия для возможности обработки этой детали типа «вал» в центрах. Таким образом, можно сделать заключение о достаточно хорошей технологичности конструкции червяка. Поэтому логичнее получать заготовку с помощью штамповки. Но для доказательства этого утверждения проведем сравнение двух методов получения – выберем еще прокат. Проведем экономическое сравнение возможных вариантов.

« $M_{Ш}$ – масса штамповки [6]:

$$M_{Ш} = M_{Д} \cdot K_{Р}, \quad (1)$$

где $M_{Д}$ – масса детали, кг;

$K_{Р}$ равен 1,35.

$$M_{Ш} = 1,58 \cdot 1,35 = 2,13 \text{ кг.}$$

А $M_{ПР}$ – масса проката [6]:

$$M_{ПР} = V \cdot \gamma, \quad (2)$$

где V – объем, мм³;

γ – плотность, кг/мм³» [14].

«Размеры заготовки:

$$d_{\text{ПР}} = d_{\text{Д}}^{\text{max}}, \quad (3)$$

где $d_{\text{Д}}^{\text{max}}$ – максимальный радиальный размер, мм.

$$d_{\text{ПР}} = d_{\text{Д}}^{\text{max}}.$$

$d_{\text{Д}}^{\text{max}}$ равен 34 мм.

$$l_{\text{ПР}} = l_{\text{Д}}^{\text{max}}, \quad (4)$$

где $l_{\text{Д}}^{\text{max}}$ – максимальный линейный размер, мм.

$$l_{\text{ПР}} = l_{\text{Д}}^{\text{max}}.$$

$l_{\text{Д}}^{\text{max}}$ равна 355 мм» [14].

«Получим:

$$V = \frac{\pi}{4} \cdot d_{\text{ПР}}^2 \cdot l_{\text{ПР}} \quad (5)$$

$$V = \frac{\pi}{4} \cdot d_{\text{ПР}}^2 \cdot l_{\text{ПР}} = \frac{3,14}{4} \cdot 34^2 \cdot 355 = 322148 \text{ мм}^3.$$

Масса проката тогда будет

$$M_{\text{ПР}} = 322148 \cdot 7,85 \cdot 10^{-6} = 2,54 \text{ кг} \text{» [14].}$$

«Определим метод получения заготовки по минимальной себестоимости [11]:

$$C_{\text{Д}} = C_{\text{З}} + C_{\text{МО}} - C_{\text{ОТХ}}, \quad (6)$$

где $C_{\text{З}}$ – стоимость заготовки;

$C_{\text{МО}}$ – стоимость обработки;

$C_{\text{ОТХ}}$ – стоимость стружки» [14].

«Стоимость заготовки при штамповке:

$$C_3 = C_B \cdot M_{Ш} \cdot K_T \cdot K_{СЛ} \cdot K_B \cdot K_M \cdot K_{П}, \quad (7)$$

где C_B – цена 1 кг заготовки, руб./кг;

$M_{Ш}$ – масса, кг [10];

Корректирующие коэффициенты, учитывающие соответственно:

K_T – точность;

$K_{СЛ}$ – сложность;

K_B – массу;

K_M – материал;

$K_{П}$ – серийность» [14].

«Согласно справочным данным C_B равно 13,44 руб./кг, K_T равно 1,0, $K_{СЛ}$ равно 0,77, K_B равно 1,14, K_M равно 1,18 и $K_{П}$ равно 1,0.

Тогда

$$C_3 = 13,44 \cdot 2,13 \cdot 1,0 \cdot 0,77 \cdot 1,14 \cdot 1,18 \cdot 1,0 = 29,65 \text{ руб.}$$

Обработка штампованной заготовки:

$$C_{МО} = (M_{Ш} - M_{Д}) \cdot C_{УД} \quad (8)$$

где $C_{УД}$ – цена 1 кг материала, руб./кг.

Удельные затраты:

$$C_{УД} = C_C + E_H \cdot C_K \text{» [11]} \quad (9)$$

«Согласно справочным данным E_H равно 0,16, C_C равно 17,8 руб./кг и C_K равно 39,2 руб./кг.

$$\begin{aligned} C_{МО} &= (M_{Ш} - M_{Д}) \cdot C_{УД} = (2,13 - 1,58) \cdot (17,8 + 0,16 \cdot 39,2) = \\ &= 13,24 \text{ руб.} \text{» [14].} \end{aligned}$$

«Отходы:

$$C_{OTX} = (M_{Ш} - M_{Д}) \cdot C_{OTX} \quad (10)$$

C_{OTX} равна 0,48 руб./кг. Получим:

$$C_{OTX} = (2,13 - 1,58) \cdot 0,48 = 0,27 \text{ руб.}$$

$$C_{Д} = 29,65 + 13,24 - 0,27 = 42,62 \text{ руб.}$$

Стоимость проката:

$$C_{ПР} = C_{МПР} \cdot M_{ПР} + C_{OЗ}, \quad (11)$$

где $C_{МПР}$ – стоимость 1 кг материала равна 14,4 руб./кг;

$C_{OЗ}$ – стоимость отрезки, руб.

$$C_{OЗ} = \frac{C_{ПЗ} \cdot T_{ШТ}}{60}, \quad (12)$$

где $C_{ПЗ}$ – затраты на рабочем месте 36,2 руб./ч» [14].

«Определим $T_{ШТ}$:

$$T_{ШТ} = T_0 \cdot \phi_K, \quad (13)$$

где T_0 – машинное время, мин;

ϕ_K – коэффициент, учитывающий оснастку.

Согласно справочным данным ϕ_K равно 1,5, а T_0 определим по формуле:

$$T_0 = 0,19 \cdot d_{ПР}^2 \cdot 10^{-3} \text{» [8]} \quad (14)$$

«Результаты:

$$T_0 = 0,19 \cdot 34^2 \cdot 10^{-3} = 0,22 \text{ мин;}$$

$$T_{ШТ} = 0,22 \cdot 1,5 = 0,33 \text{ мин;}$$

$$C_{O3} = \frac{36,2 \cdot 0,33}{60} = 0,20 \text{ руб.};$$

$$C_{ПР} = 14,4 \cdot 2,54 + 0,20 = 36,78 \text{ руб.};$$

$$C_{МО} = (M_{Ш} - M_{Д}) \cdot C_{УД} = (2,54 - 1,58) \cdot (17,8 + 0,16 \cdot 39,2) = 23,11$$

руб.;

$$C_{ОТХ} = (2,54 - 1,58) \cdot 0,48 = 0,46 \text{ руб.}$$

$$\text{Окончательно получим } C_{Д} = C_{3} + C_{МО} - C_{ОТХ} = 42,62 \text{ руб.} \text{ [8].}$$

«Для сравнения двух методов проведем расчет коэффициента использования материала:

$$K_{ИМ} = \frac{M_{Д}}{M_{3}} \quad (15)$$

Получим:

$$\text{Штамповка: } K_{ИМ} = \frac{1,58}{2,13} = 0,74.$$

$$\text{Прокат: } K_{ИМ} = \frac{1,58}{2,54} = 0,62 \text{ [14].}$$

Это значение соответствует среднесерийному производству. Основные параметры штампованной заготовки (размеры, припуски и кузнечные напуски) примем, согласно государственному стандарту.

«Вывод: штамповка выгоднее проката.

Годовой экономический эффект определим по формуле:

$$\mathcal{E}_{Г} = (C_{Д_{ПР}} - C_{Д_{Ш}}) \cdot N_{Г} \quad (16)$$

где $C_{Д_{ПР}}$ – стоимость детали (прокат);

$C_{Д_{Ш}}$ – стоимость детали (штамповка)» [14].

«Результат экономического сравнения:

$$\mathcal{E}_{Г} = (59,43 - 42,62) \cdot 10000 = 168100 \text{ руб.}$$

Экономическая целесообразность присутствует» [8].

Далее приведем последовательность и используемые методы обработки

заготовки поочередно всех составляющих деталь поверхностей.

Плоская поверхность 1 подвергается механической обработке на технологической операции 005. В качестве базирования на этой операции используются поверхности 6, 7 и 15. Производится на этой операции подрезание торца и центровка заготовки. При этом достигаются следующие показатели качества поверхности с техническими требованиями по шероховатости R_a равной 6,3 микрометра и $T3$ качества IT . Плоская поверхность 1 обрабатывается также на технологической операции 025. В качестве базирования на этой операции используются поверхности 17 и 18. Производится на этой операции чистовое точение. При этом достигаются следующие показатели качества поверхности с техническими требованиями по шероховатости R_a равной 6,3 микрометра и десятого качества IT .

Коническая поверхность 2 обрабатывается на технологической операции 015. В качестве базирования на этой операции используются поверхности 17 и 18. Производится на этой операции черновое точение. При этом достигаются следующие показатели качества поверхности с техническими требованиями по шероховатости R_a равной 12,5 микрометра и тринадцатым качеством IT . Коническая поверхность 2 обрабатывается также на технологической операции 025. В качестве базирования на этой операции используются поверхности 17 и 18. Производится на этой операции чистовое точение. При этом достигаются следующие показатели качества поверхности с техническими требованиями по шероховатости R_a равной 6,3 микрометра и десятого качества IT .

Цилиндрическая поверхность 3 обрабатывается на технологической операции 015. В качестве базирования на этой операции используются поверхности 17 и 18. Производится на этой операции черновое точение. При этом достигаются следующие показатели качества поверхности с техническими требованиями по шероховатости R_a равной 12,5 микрометра и тринадцатым качеством IT . Цилиндрическая поверхность 3 обрабатывается также на технологической операции 025. В качестве базирования на этой

операции используются поверхности 17 и 18. Производится на этой операции чистовое точение. При этом достигаются следующие показатели качества поверхности с техническими требованиями по шероховатости R_a равной 6,3 микрометра и десятого качества IT . Цилиндрическая поверхность 3 также обрабатывается на технологической операции 035. В качестве базирования на этой операции также используются поверхности 17 и 18. Производится на этой операции шлифование. При этом достигаются следующие показатели качества поверхности с техническими требованиями по шероховатости R_a равной 2,5 микрометра и восьмым качеством IT . Цилиндрическая поверхность 3 также обрабатывается на технологической операции 085. В качестве базирования на этой операции также используются поверхности 17 и 18. Производится на этой операции шлифование. При этом достигаются следующие показатели качества поверхности с техническими требованиями по шероховатости R_a равной 1,25 микрометра и шестым качеством IT .

Цилиндрическая поверхность 4 обрабатывается также на технологической операции 025. В качестве базирования на этой операции используются поверхности 17 и 18. Производится на этой операции чистовое точение. При этом достигаются следующие показатели качества поверхности с техническими требованиями по шероховатости R_a равной 6,3 микрометра и десятого качества IT .

Плоская поверхность 5 обрабатывается также на технологической операции 025. В качестве базирования на этой операции используются поверхности 17 и 18. Производится на этой операции чистовое точение. При этом достигаются следующие показатели качества поверхности с техническими требованиями по шероховатости R_a равной 6,3 микрометра и десятого качества IT .

Цилиндрическая поверхность 6 обрабатывается на технологической операции 015. В качестве базирования на этой операции используются поверхности 17 и 18. Производится на этой операции черновое точение. При этом достигаются следующие показатели качества поверхности с

техническими требованиями по шероховатости R_a равной 12,5 микрометра и тринадцатым квалитетом *IT*. Цилиндрическая поверхность 6 обрабатывается также на технологической операции 025. В качестве базирования на этой операции используются поверхности 17 и 18. Производится на этой операции чистовое точение. При этом достигаются следующие показатели качества поверхности с техническими требованиями по шероховатости R_a равной 3,2 микрометра и десятого квалитета *IT*.

Плоская поверхность 7 обрабатывается на технологической операции 015. В качестве базирования на этой операции используются поверхности 17 и 18. Производится на этой операции черновое точение. При этом достигаются следующие показатели качества поверхности с техническими требованиями по шероховатости R_a равной 12,5 микрометра и тринадцатым квалитетом *IT*. Плоская поверхность 7 обрабатывается также на технологической операции 025. В качестве базирования на этой операции используются поверхности 17 и 18. Производится на этой операции чистовое точение. При этом достигаются следующие показатели качества поверхности с техническими требованиями по шероховатости R_a равной 6,3 микрометра и десятого квалитета *IT*.

Цилиндрическая поверхность 8 обрабатывается на технологической операции 015. В качестве базирования на этой операции используются поверхности 17 и 18. Производится на этой операции черновое точение. При этом достигаются следующие показатели качества поверхности с техническими требованиями по шероховатости R_a равной 12,5 микрометра и тринадцатым квалитетом *IT*. Цилиндрическая поверхность 8 обрабатывается также на технологической операции 025. В качестве базирования на этой операции используются поверхности 17 и 18. Производится на этой операции чистовое точение. При этом достигаются следующие показатели качества поверхности с техническими требованиями по шероховатости R_a равной 6,3 микрометра и десятого квалитета *IT*. Цилиндрическая поверхность 8 также обрабатывается на технологической операции 035. В качестве базирования на этой операции также используются поверхности 17 и 18. Производится на этой

операции шлифование. При этом достигаются следующие показатели качества поверхности с техническими требованиями по шероховатости R_a равной 1,6 микрометра и восьмым квалитетом *IT*. Цилиндрическая поверхность 8 также обрабатывается на технологической операции 085. В качестве базирования на этой операции также используются поверхности 17 и 18. Производится на этой операции шлифование. При этом достигаются следующие показатели качества поверхности с техническими требованиями по шероховатости R_a равной 0,63 микрометра и седьмым квалитетом *IT*.

Плоская поверхность 9 обрабатывается на технологической операции 010. В качестве базирования на этой операции используются поверхности 1 и 18. Производится на этой операции черновое точение. При этом достигаются следующие показатели качества поверхности с техническими требованиями по шероховатости R_a равной 12,5 микрометра и тринадцатым квалитетом *IT*. Плоская поверхность 9 также обрабатывается на технологической операции 020. В качестве базирования на этой операции также используются поверхности 1 и 18. Производится на этой операции чистовое точение. При этом достигаются следующие показатели качества поверхности с техническими требованиями по шероховатости R_a равной 6,3 микрометра и десятым квалитетом *IT*.

Цилиндрическая поверхность 10 обрабатывается на технологической операции 010. В качестве базирования на этой операции используются поверхности 1 и 18. Производится на этой операции черновое точение. При этом достигаются следующие показатели качества поверхности с техническими требованиями по шероховатости R_a равной 12,5 микрометра и тринадцатым квалитетом *IT*. Цилиндрическая поверхность 10 также обрабатывается на технологической операции 020. В качестве базирования на этой операции также используются поверхности 1 и 18. Производится на этой операции чистовое точение. При этом достигаются следующие показатели качества поверхности с техническими требованиями по шероховатости R_a равной 6,3 микрометра и десятым квалитетом *IT*.

Коническая поверхность 11 обрабатывается на технологической операции 010. В качестве базирования на этой операции используются поверхности 1 и 18. Производится на этой операции черновое точение. При этом достигаются следующие показатели качества поверхности с техническими требованиями по шероховатости R_a равной 12,5 микрометра и тринадцатым квалитетом IT . Коническая поверхность 11 также обрабатывается на технологической операции 020. В качестве базирования на этой операции также используются поверхности 1 и 18. Производится на этой операции чистовое точение. При этом достигаются следующие показатели качества поверхности с техническими требованиями по шероховатости R_a равной 6,3 микрометра и десятым квалитетом IT .

Цилиндрическая поверхность 12 обрабатывается на технологической операции 010. В качестве базирования на этой операции используются поверхности 1 и 18. Производится на этой операции черновое точение. При этом достигаются следующие показатели качества поверхности с техническими требованиями по шероховатости R_a равной 12,5 микрометра и тринадцатым квалитетом IT . Цилиндрическая поверхность 12 также обрабатывается на технологической операции 020. В качестве базирования на этой операции также используются поверхности 1 и 18. Производится на этой операции чистовое точение. При этом достигаются следующие показатели качества поверхности с техническими требованиями по шероховатости R_a равной 6,3 микрометра и десятым квалитетом IT . Цилиндрическая поверхность 12 также обрабатывается на технологической операции 030. В качестве базирования на этой операции также используются поверхности 1 и 18. Производится на этой операции шлифование. При этом достигаются следующие показатели качества поверхности с техническими требованиями по шероховатости R_a равной 3,2 микрометра и восьмым квалитетом IT . Цилиндрическая поверхность 12 также обрабатывается на технологической операции 080. В качестве базирования на этой операции также используются поверхности 1 и 18. Производится на этой операции шлифование. При этом

достигаются следующие показатели качества поверхности с техническими требованиями по шероховатости R_a равной 2,5 микрометра и седьмым квалитетом *IT*.

Коническая поверхность 13 обрабатывается на технологической операции 010. В качестве базирования на этой операции используются поверхности 1 и 18. Производится на этой операции черновое точение. При этом достигаются следующие показатели качества поверхности с техническими требованиями по шероховатости R_a равной 12,5 микрометра и тринадцатым квалитетом *IT*. Коническая поверхность 13 также обрабатывается на технологической операции 020. В качестве базирования на этой операции также используются поверхности 1 и 18. Производится на этой операции чистовое точение. При этом достигаются следующие показатели качества поверхности с техническими требованиями по шероховатости R_a равной 6,3 микрометра и десятым квалитетом *IT*.

Цилиндрическая поверхность 14 также обрабатывается на технологической операции 020. В качестве базирования на этой операции также используются поверхности 1 и 18. Производится на этой операции чистовое точение. При этом достигаются следующие показатели качества поверхности с техническими требованиями по шероховатости R_a равной 6,3 микрометра и десятым квалитетом *IT*.

Цилиндрическая поверхность 15 обрабатывается на технологической операции 010. В качестве базирования на этой операции используются поверхности 1 и 18. Производится на этой операции черновое точение. При этом достигаются следующие показатели качества поверхности с техническими требованиями по шероховатости R_a равной 12,5 микрометра и тринадцатым квалитетом *IT*. Цилиндрическая поверхность 15 также обрабатывается на технологической операции 020. В качестве базирования на этой операции также используются поверхности 1 и 18. Производится на этой операции чистовое точение. При этом достигаются следующие показатели качества поверхности с техническими требованиями по шероховатости R_a

равной 6,3 микронметра и десятым квалитетом *IT*. Цилиндрическая поверхность 15 также обрабатывается на технологической операции 030. В качестве базирования на этой операции также используются поверхности 1 и 18. Производится на этой операции шлифование. При этом достигаются следующие показатели качества поверхности с техническими требованиями по шероховатости R_a равной 2,5 микронметра и восьмым квалитетом *IT*. Цилиндрическая поверхность 15 также обрабатывается на технологической операции 080. В качестве базирования на этой операции также используются поверхности 1 и 18. Производится на этой операции шлифование. При этом достигаются следующие показатели качества поверхности с техническими требованиями по шероховатости R_a равной 1,25 микронметра и седьмым квалитетом *IT*.

Коническая поверхность 16 также обрабатывается на технологической операции 020. В качестве базирования на этой операции также используются поверхности 1 и 18. Производится на этой операции чистовое точение. При этом достигаются следующие показатели качества поверхности с техническими требованиями по шероховатости R_a равной 6,3 микронметра и десятым квалитетом *IT*.

Плоская поверхность 17 обрабатывается на технологической операции 005. В качестве базирования на этой операции используются поверхности 6, 7 и 15. Производится на этой операции подрезание торца и центровка заготовки. При этом достигаются следующие показатели качества поверхности с техническими требованиями по шероховатости R_a равной 6,3 микронметра и тринадцатым квалитетом *IT*.

Коническая поверхность 18 обрабатывается на технологической операции 005. В качестве базирования на этой операции используются поверхности 6, 7 и 15. Производится на этой операции подрезание торца и центровка заготовки. При этом достигаются следующие показатели качества поверхности с техническими требованиями по шероховатости R_a равной 6,3 микронметра и тринадцатым квалитетом *IT*. Коническая поверхность 18 также

обрабатывается на технологической операции 075. В качестве базирования на этой операции используются поверхности 3, 5 и 15. Производится на этой операции шлифование. При этом достигаются следующие показатели качества поверхности с техническими требованиями по шероховатости R_a равной 1,6 микрометра и седьмым качеством *IT*.

Плоская поверхность 19 обрабатывается на технологической операции 045. В качестве базирования на этой операции используются поверхности 7, 8 и 15. Производится на этой операции фрезерование. При этом достигаются следующие показатели качества поверхности с техническими требованиями по шероховатости R_a равной 3,2 микрометра и девятым качеством *IT*.

Плоская поверхность 20 обрабатывается на технологической операции 045. В качестве базирования на этой операции используются поверхности 7, 8 и 15. Производится на этой операции фрезерование. При этом достигаются следующие показатели качества поверхности с техническими требованиями по шероховатости R_a равной 6,3 микрометра и двенадцатым качеством *IT*.

Цилиндрическая поверхность 21 обрабатывается на технологической операции 045. В качестве базирования на этой операции используются поверхности 7, 8 и 15. Производится на этой операции фрезерование. При этом достигаются следующие показатели качества поверхности с техническими требованиями по шероховатости R_a равной 6,3 микрометра и тринадцатым качеством *IT*.

Цилиндрическая поверхность 22 обрабатывается на технологической операции 045. В качестве базирования на этой операции используются поверхности 7, 8 и 15. Производится на этой операции фрезерование. При этом достигаются следующие показатели качества поверхности с техническими требованиями по шероховатости R_a равной 6,3 микрометра и девятым качеством *IT*.

Коническая поверхность 23 обрабатывается на технологической операции 040. В качестве базирования на этой операции используются поверхности 1 и 18. Производится на этой операции шлифование. При этом

достигаются следующие показатели качества поверхности с техническими требованиями по шероховатости R_a равной 3,2 микрометра и девятым квалитетом IT . Коническая поверхность 23 также обрабатывается на технологической операции 090. В качестве базирования на этой операции также используются поверхности 1 и 18. Производится на этой операции шлифование. При этом достигаются следующие показатели качества поверхности с техническими требованиями по шероховатости R_a равной 1,25 микрометра и седьмым квалитетом IT .

Цилиндрическая поверхность 24 обрабатывается на технологической операции 040. В качестве базирования на этой операции используются поверхности 1 и 18. Производится на этой операции шлифование. При этом достигаются следующие показатели качества поверхности с техническими требованиями по шероховатости R_a равной 3,2 микрометра и одиннадцатым квалитетом IT .

Рассчитаем припуски на диаметральный размер 32f7 мм и данные внесем в таблицу 2» [13]. Схему припусков покажем на рисунке 3.

Таблица 2 – Припуски при обработке диаметрального размера 32f7 мм

Переходы	«Элементы»			Td/IT	Размеры		Припуск	
	a	$\varepsilon_{уст}^{i-1}$	ρ^{i-1}		d ⁱ min	d ⁱ max	2Z min	2Z max
первый	0,360	-	0,661	$\frac{1,8}{3}$	34,815	36,615	-	-
второй	0,100	0,450	0,040	$\frac{0,390}{13}$	32,496	32,886	2,319	3,729
третий	0,050	0,027	0,026	$\frac{0,100}{10}$	32,199	32,299	0,297	0,587
четвертый	0,030	0,018	0,013	$\frac{0,039}{8}$	32,036	32,075	0,163	0,224
пятый	0,020	0	0,007	$\frac{0,025}{7}$	31,950	31,975	0,086	0,100» [13]

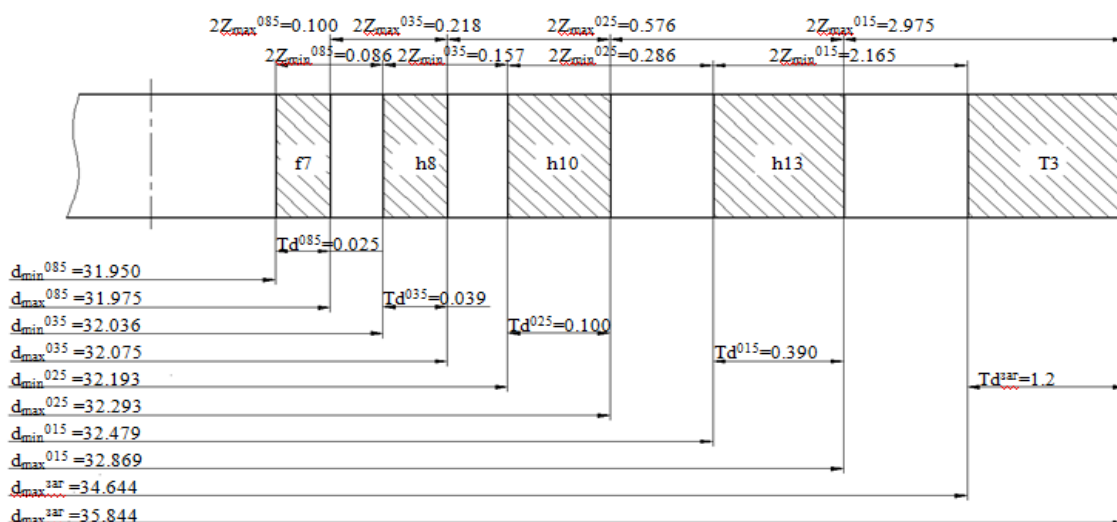


Рисунок 3 – Схема припусков 32f7

Для заготовки «принимаем следующие параметры: КГШП; индукционный нагрев; Т3; М2; С1; П. Эскиз заготовки представлен на рисунке 4» [13]. Более подробная информация содержится в Приложении А «Технологическая документация» в таблице А.1.

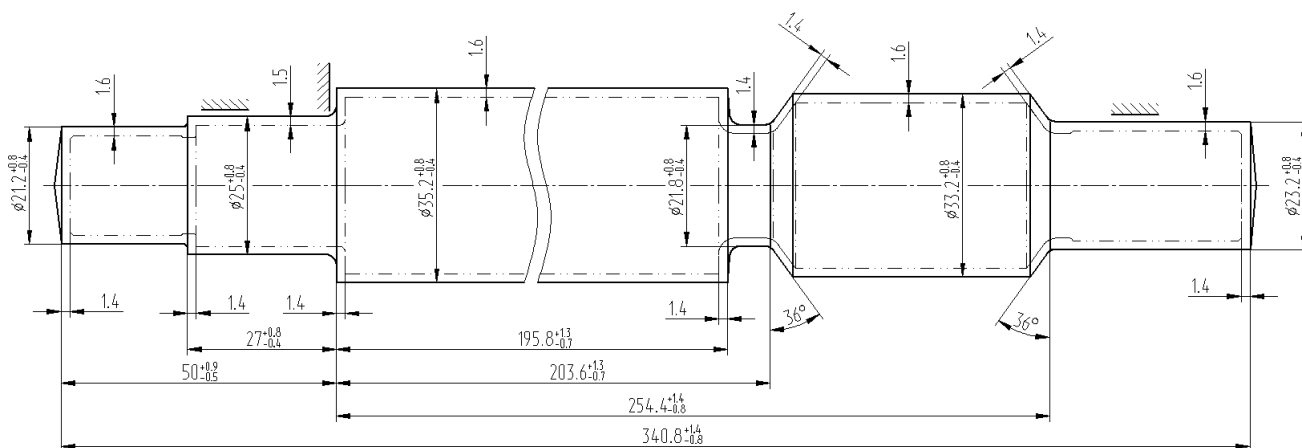


Рисунок 4 – Эскиз аготовки

Далее проведем разработку плана изготовления детали. При этом операции будем формировать путем объединения в них одинаковых методов обработки поверхностей, определенных на этапе формирования маршрутов обработки поверхностей и результаты определения маршрута изготовления детали показаны в таблице 3.

Таблица 3 – Маршрут изготовления

«Операция	Базы	Поверхности	IT	Ra, мкм
000	-	-	T3	40
005	6, 7, 15	1, 17, 18	13	6,3
010	1, 18	9-13, 15	13	12,5
015	17, 18	2, 3, 6-8	13	12,5
020	1, 18	9-16	10	6,3
025	17, 18	1-5, 7, 8	10	6,3
		6	10	3,2
030	1, 18	12	8	3,2
		15	8	2,5
035	17, 18	3	8	2,5
		8	8	1,6
040	1, 18	23	9	3,2
		24	11	3,2
045	7, 8, 15	22	9H	6,3
		21	13	6,3
		19	9	3,2
		20	12	6,3
075	3, 5, 15	18	7	1,6
080	1, 18	12	7	2,5
		15	7	1,25
085	17, 18	3	6	1,25
		8	7	0,63
090	1, 18	23	7-C	1,25» [10]

При реализации предусмотренных операций, руководствуясь справочной информацией из различных источников, формируем комплект станочного оснащения: при выборе станочного приспособления будем руководствоваться справочными данными из [16], при выборе режущего инструмента будем руководствоваться справочными данными из [19], при выборе контрольных средств будем руководствоваться справочными данными из [14]. Все выбранные элементы технологического оснащения сведем в таблицу 4.

Таблица 4 – Средства технологического оснащения

«Операция	Оборудование	Оснастка	Режущий инструмент	Мерительный инструмент
005	2A923	СНП ГОСТ 12195-66	пластина ГОСТ 19052-80 Т5К10. центровочное сверло ГОСТ 14952-75 Р6М5.	калибр-пробка ГОСТ 14827-69. калибр-скоба ГОСТ 18355-73. шаблон ГОСТ 2534-79.
010 015 020 025	ВСТ-6А25-21 CNC23	поводковый патрон ГОСТ 2571-71. вращающийся центр ГОСТ 8742-75. люнет.	проходной резец пластина ОСТ 2И.101-83 Т5К10.	калибр-пробка ГОСТ 14827-69. калибр-скоба ГОСТ 18355-73. шаблон ГОСТ 2534-79.
030 035 080 085	SHU-321.22	поводковый патрон ГОСТ 2571-71. упорный центр ГОСТ 18259-72. люнет.	круг шлифовальный ГОСТ Р 52781-2007.	калибр-скоба ГОСТ 18355-73. шаблон ГОСТ 2534-79. приспособление мерительное с индикатором ГОСТ 5584-61» [2].
«040	5Б64	поводковый патрон ГОСТ 2571-71. упорный центр ГОСТ 18259-72. люнет.	дисковая фреза ОСТ 2И41-3-85.	шаблон ГОСТ 2534-79. приспособление мерительное с индикатором ГОСТ 5584-61.
045	6Р81ГМФ3-1	специальное приспособление ГОСТ 12195-66.	шпоночная фреза ГОСТ 9140-78 Р6М5К5. спиральное сверло ГОСТ 10903-77 Р6М5К5. метчик ГОСТ 3266-81 М6 Р6М5К5.	шаблон ГОСТ 2534-79. Калибр-пробка ГОСТ 14827-69» [2]

Продолжение таблицы 4

«Операция	Оборудование	Оснастка	Режущий инструмент	Мерительный инструмент
075	RPH 250	специальное приспособление ГОСТ 12195-66.	головка шлифовальная ГОСТ 2447-82.	шаблон ГОСТ 2534-73. приспособление контрольное с индикатором
090	5K822B	поводковый патрон ГОСТ 2571-71. упорный центр ГОСТ 18259-72. Люнет.	круг шлифовальный ГОСТ Р 52781-2007.	шаблон ГОСТ 2534-79. приспособление мерительное с индикатором ГОСТ 5584-61» [2].

В представленном приложении А «Технологическая документация» в таблице А.1 показаны данные из таблицы 3 в более подробном виде.

2.2 Расчет технологической операции

Режимы резания приведем для токарной операции 025.

«Припуск равен 0,35 мм

Перемещение инструмента 0,15 мм/об.

Скорость резания:

$$V = \frac{C_U}{T^{m \cdot t^x \cdot S^y}} \cdot K_U, \quad (17)$$

где выберем базовую величину C_U равную 420 [17];

T равно 60 мин;

m равно 0,2, x равно 0,15, y равно 0,20;

K_U примем равным 1,27» [4].

«Тогда

$$V = \frac{420}{60^{0,2} \cdot 0,35^{0,15} \cdot 0,25^{0,2}} \cdot 1,27 = 363 \text{ м/мин.}$$

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}. \quad (18)$$

Обработка шейки диаметром 18,3 мм:

$$n_1 = \frac{1000 \cdot 363}{3,14 \cdot 18,3} = 6328 \text{ мин}^{-1}.$$

Обработка шейки диаметром 22 мм:

$$n_2 = \frac{1000 \cdot 363}{3,14 \cdot 22} = 5264 \text{ мин}^{-1}.$$

Обработка шейки диаметром 32,3 мм:

$$n_3 = \frac{1000 \cdot 363}{3,14 \cdot 32,3} = 3585 \text{ мин}^{-1}.$$

Корректировка:

обработка шейки диаметром 18,3 мм:

$$V_1 = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 18,3 \cdot 2240}{1000} = 128 \text{ м/мин};$$

обработка шейки диаметром 22 мм:

$$V_2 = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 22 \cdot 2240}{1000} = 154 \text{ м/мин};$$

обработка шейки диаметром 32,3 мм:

$$V_3 = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 32,3 \cdot 2240}{1000} = 227 \text{ м/мин} \gg [3].$$

«Сила резания:

$$P_Z = 10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_P, \quad (19)$$

где C_P – равен 300;

x, y, n – табличные значения соответственно равные 1,0, 0,75, 0,15;

K_P – коррекция.

$$K_P = K_{MP} \cdot K_{\phi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{rP} \quad (20)$$

где $K_{MP}, K_{\phi P}, K_{\gamma P}, K_{\lambda P}$ и K_{rP} равны соответственно 0,83, 0,89, 1,0, 1,0 и 1,0» [19].

«Получим

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,35^{1,0} \cdot 0,25^{0,75} \cdot 227,2^{-0,15} \cdot 0,83 \cdot 0,89 \cdot 1,0 \times \\ \times 1,0 \cdot 1,0 = 121 \text{ Н.}$$

Мощность:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} \quad (21)$$

Получим $N = \frac{121 \cdot 227,2}{1020 \cdot 60} = 0,45 \text{ кВт.}$

По паспортным данным у станка ВСТ-6А25-21 CNC23 мощность намного больше и равна 7,5 кВт, то есть его использование возможно. Режимы резания показаны в таблице 5» [4].

Таблица 5 – Режимы резания

«Операция	t, мм	S, мм/об	n _{пр} об/мин	V _{пр} м/мин
005	1,57	0,04	900	19
	1,9	0,04	900	65
010	1,1	0,5	2240	147
	1,1	0,5	1646	160
	1,1	0,5	2240	138
015	1,1	0,5	2240	133
	1,1	0,5	2240	145
	1,1	0,5	1546	160
020	0,35	0,25	2240	143
	0,35	0,25	2240	213
	0,35	0,25	2240	133
025	0,35	0,25	2240	128
	0,35	0,15	2240	154
	0,35	0,25	2240	227
030	0,1	0,012	396	25
	0,1	0,012	264	25
035	0,1	0,012	440	25
	0,1	0,010	248	25
040	5,5	1,0	315	692
045	3,5	0,02	1250	23
	2,5	0,12	1600	25
	0,5	0,5	500	9
	4,0	0,15	1250	31» [4]

Продолжение таблицы 5

«Операция	t, мм	S, мм/об	$n_{пр}$ об/мин	$V_{пр}$ м/мин
080	0,05	0,006	500	31
	0,05	0,008	371	35
085	0,05	0,006	500	28
	0,05	0,005	348	35
090	0,12	0,10	6	0,6
	0,04	0,05	6	0,6
	0,04	0,05	6	0,6» [4]

Нормы времени указаны в таблице 6.

Таблица 6 – Нормы времени (в минутах)

«Операция	T_0	T_B	$T_{ОП}$	$T_{ОБ,О-Т}$	$T_{П-З}$	$T_{ШТ}$	n	$T_{ШТ-К}$ [8]
«005	0,305	0,385	0,690	0,041	26	0,731	236	0,841
010	0,120	0,358	0,478	0,029	21	0,507	236	0,596
015	0,300	0,346	0,646	0,039	19	0,685	236	0,765
020	0,211	0,592	0,803	0,048	21	0,851	236	0,940
025	0,485	0,536	1,021	0,061	19	1,082	236	1,162
030	0,238	0,522	0,760	0,065	21	0,825	236	0,914
035	1,160	0,522	1,682	0,158	21	1,840	236	1,929
040	1,685	0,440	2,125	0,127	26	2,252	236	2,362
045	0,151	0,555	0,706	0,042	28	0,748	236	0,867
075	0,210	0,381	0,591	0,047	19	0,638	236	0,718
080	0,254	0,522	0,776	0,069	21	0,845	236	0,934
085	1,742	0,522	2,264	0,217	21	2,481	236	2,570
090» [18]	1,012	0,522	1,534	0,193	21	1,727	236	1,816

В разделе «проведены все необходимые расчеты для разработки технологической документации. Маршрутные и операционные карты, представленные в Приложении А «Технологическая документация» в таблице А.1, содержат расчетные данные в виде необходимых сведений, соответствующих конструкторско-технологической документации. Проведен расчет режимов резания и норм времени на технологические операции 025» [10].

3 Расчет и проектирование средств оснащения

3.1 Проектирование основного приспособления

В разделе для 025 «операции проведем расчет для выбранных параметров обработки токарного рычажного патрона, а также его конструкционные особенности. Патрон предназначен для реализации схемы базирования и закрепления заготовки при обработке. Ранее при проектировании 025 операции получено значение главной составляющей силы резания 121 Н» [11]. «Необходимо рассчитать усилие зажима заготовки в проектируемом приспособлении, учитывая систему сил, схема которых представлена на рисунке 6. Сила зажима препятствует силе резания, обеспечивая равенство моментов этих сил» [11].

Проведем «расчет силы зажима заготовки с помощью трех кулачков [20]. Зависимость этой силы от составляющей силы резания определяется формулой:

$$W_z = \frac{K \cdot P_z \cdot R_0}{f \cdot R}, \quad (22)$$

где K – запас;

P_z – составляющая силы резания;

R_0 – радиус зажимаемой поверхности;

R – радиус обрабатываемой поверхности;

f – параметр подвижности для кулачков с гладкой поверхностью, который равен 0,25» [21].

«Коэффициент запаса K определим согласно [21] равным 2,5. Тогда сила зажима по расчетной схеме, представленной на рисунке 5:

$$W_z = \frac{2,5 \cdot 159 \cdot 220}{0,25 \cdot 67,9} = 5151 \text{ Н} \text{» [21].}$$

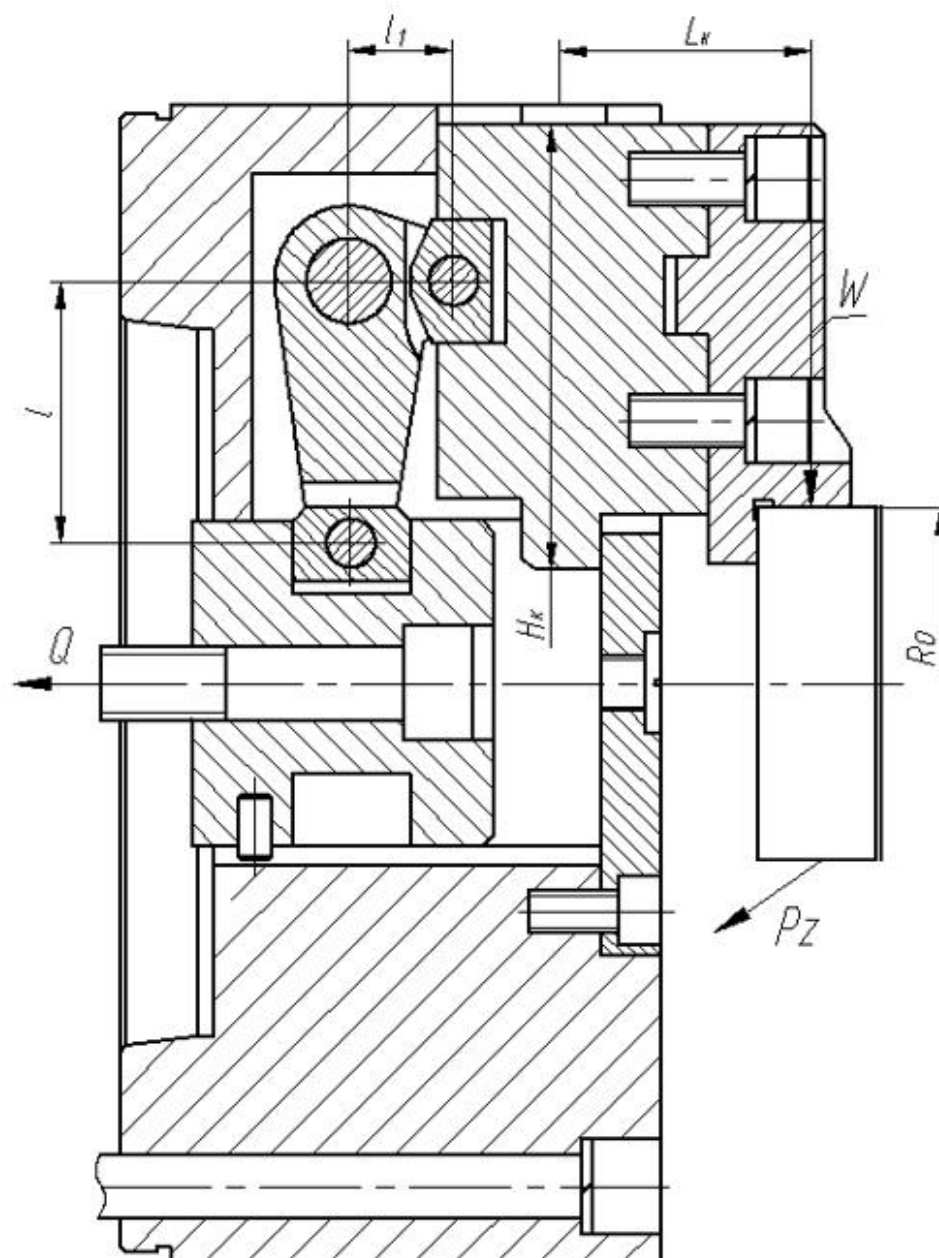


Рисунок 5 – Расчетная схема

Для «определения силы зажима, которая осуществляется сменными кулачками, в отличие от постоянных кулачков, используем выражение:

$$W_1 = \frac{w}{1-3 \cdot f_1 \cdot (L/H)}, \quad (23)$$

где f_1 – коэффициент трения равен 0,1 [21];

L – вылет кулачка равен 48 мм;

H – длина направляющей кулачка равна 85 мм» [14].

«Получим

$$W_1 = \frac{5151}{1-3 \cdot 0,1 \cdot (48/85)} = 6510 \text{ Н.}$$

Далее определим усилие, которое должен обеспечивать силовой привод для реализации такой силы зажима заготовки:

$$Q = W_1 \cdot \frac{l_1}{l}, \quad (24)$$

где l_1 и l – плечи рычага соответственно равны 20 мм и 50 мм» [14].

«Получим:

$$Q = 6510 \cdot \frac{20}{50} = 2604 \text{ Н.}$$

Для «обеспечения усилия в 2604 Н можно использовать как пневматический привод, так и гидравлический привод. Выбор вида привода согласно условиям обработки отдадим в пользу пневматического привода двустороннего действия с рабочим давлением 0,63 МПа.

Диаметр штока привода, который будет обеспечивать исходную силу определяется, согласно выражению:

$$D = 1,15 \cdot \sqrt{\frac{Q}{p \cdot \eta}}, \quad (25)$$

где p – необходимое давление;

η – КПД привода равно 0,9» [21].

«Получим:

$$D = 1,15 \cdot \sqrt{\frac{2604}{0,63 \cdot 0,9}} = 79,3 \text{ мм.}$$

Согласно ГОСТ 15608-81 примем ближайшее к расчетному значению для диаметра штока присоединяемого пневматического цилиндра с вращающейся

муфтой для резьбового конца шпинделя станка 80 мм, ход кулачков патрона 3,2 мм и ход рычага 3,5 мм. Для упрощения дальнейших расчетов в настоящей работе погрешностью базирования можно пренебречь» [12].

3.2 Проектирование вспомогательного приспособления

«Для токарных операций при загрузке и выгрузке деталей принимаем робототехнический комплекс (РТК) М20П.40.01» [12].

Проведем «разработку нового захватного устройства, которое от базового отличается малыми габаритами, надежностью и простотой конструкции.

В процессе перемещения заготовки требуются определенные силы захвата, которые будем определять по формуле:

$$W = K_1 \cdot K_2 \cdot m \cdot g, \quad (26)$$

где K_1 – страховочный коэффициент равен 3;

K_2 – передаточный коэффициент» [12].

В «формуле (26) $m = 1,58$ кг масса заготовки, рассчитанная ранее. g – ускорение свободного падения ($9,8 \text{ м/с}^2$). Передаточный коэффициент K_2 рассчитаем по формуле:

$$K_2 = \frac{\sin\alpha}{2 \cdot \mu}, \quad (27)$$

где μ – коэффициент трения губок в месте контакта равен 0,16;

α - максимальный угол смыкания губок манипулятора 45^0 » [12].

«Получим:

$$K_2 = \frac{\sin 45^0}{2 \cdot 0,16} = 2,2.$$

Окончательно сила захвата из расчетной схемы, представленной на рисунке 6:

$$W = 3 \cdot 2,2 \cdot 1,58 \cdot 9,8 = 519 \text{ Н} \gg [12].$$

«Определим необходимое усилие привода Q из условия статического равновесия:

$$Q \cdot \eta = \frac{1}{m_c \cdot r_c} \cdot 2 \cdot M, \quad (28)$$

где η – КПД реечной передачи;

M – максимальный момент сил;

m_c – модуль зубчатой передачи сектора равен 2;

r_c – число зубьев сектора равно 11» [11].

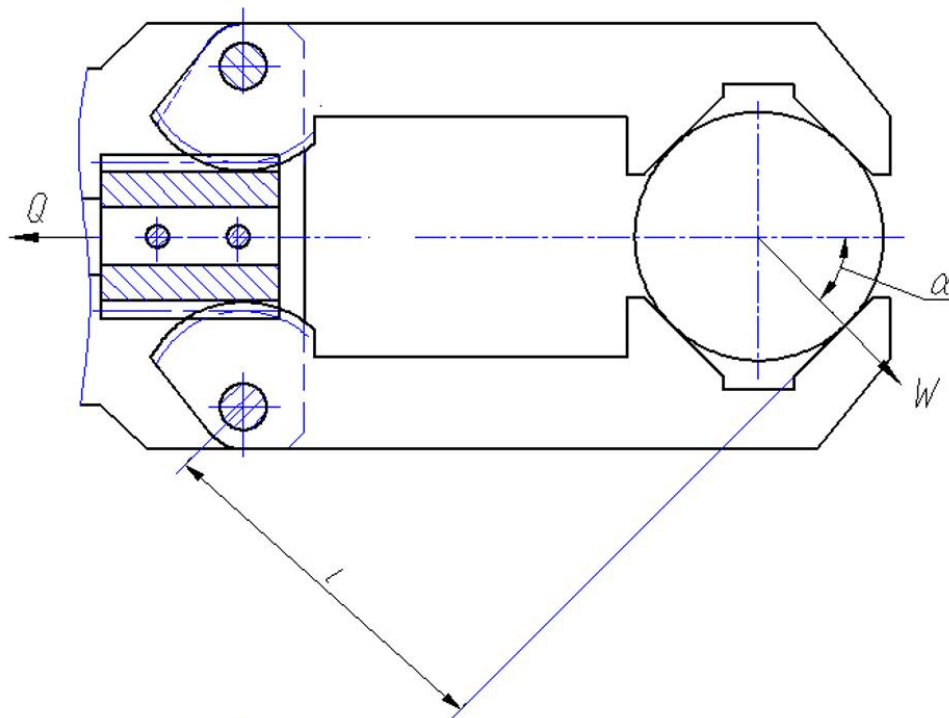


Рисунок 6 – Расчетная схема захватного устройства

«Максимальный момент:

$$M = W \cdot l, \quad (29)$$

где l – плечо (на рисунке 8) равно 58 мм» [12].

«Получим:

$$Q = \frac{2 \cdot 225 \cdot 90}{2 \cdot 18 \cdot 0,9} = 1250 \text{ Н.}$$

Значением рабочего давления привода будем считать 0,63 МПа. Тогда диаметр поршня пневматического цилиндра определим по формуле:

$$D = 1,17 \cdot \sqrt{\frac{Q}{p \cdot \eta}}, \quad (30)$$

Параметры, входящие в (24) расписаны ранее для выражения (19). Тогда получим:

$$D = 1,17 \cdot \sqrt{\frac{1250}{0,63 \cdot 0,9}} = 54,9 \text{ мм} \text{» [12].}$$

Согласно «ГОСТ 15608-81 примем ближайшее к расчетному значение для диаметра штока 63 мм, ход губок 17 мм и ход штока цилиндра 4 мм» [12].

В разделе «проведен соответствующий расчет и необходимые мероприятия по проектированию основного и вспомогательного приспособления для реализации лимитирующей технологической операции с минимальными затратами времени и мощностей выбранного оборудования» [17].

4 Безопасность и экологичность технического объекта

Содержание раздела «предусматривает выбор технического объекта, которому необходимо обеспечить безопасность и экологичность. Будем рассматривать технологический процесс изготовления червяка регулировочного механизма. Для наглядности в разделе будут рассматриваться наиболее трудоемкие и потенциально опасные технологические операции: токарная, фрезерная, центрошлифовальная, круглошлифовальная и резьбошлифовальная» [4]. «В процессе механической обработки используются в качестве материала для заготовки сталь 40Х ГОСТ 4543-2016, смазывающая охлаждающая жидкость, ветошь и другие вспомогательные материалы. При проведении работ по изготовлению детали в технологическом процессе предусмотрены профессиональные рабочие места. Для выбранных технологических операций – это оператор станков с ЧПУ. Технологический процесс реализуется организационно и технически на производственном участке, который оснащен необходимым оборудованием. Для реализации годовой программы выпуска детали предусмотрен график двусменного режима работы» [4]. «Для реализации изготовления детали в технологическом процессе предусмотрен комплекс технического и технологического оснащения. Он состоит из оборудования, приспособлений, режущего и мерительного инструмента» [4]. «Рассматриваемый технический объект предусматривает использование следующего оборудования: полуавтомат 2А923; токарно-винторезный с ЧПУ ВСТ-6А25-21 CNC23; круглошлифовальный SHU-321.22; станок сверлильно-фрезерный с ЧПУ 6Р81ГМФ3-1» [4]; «центрошлифовальный с ЧПУ РРН 250; резьбошлифовальный с ЧПУ 5К822В. Также приспособления: СНП ГОСТ 12195-66; поводковый патрон ГОСТ 2571-71» [4]; «вращающийся центр ГОСТ 8742-75; люнет; упорный центр ГОСТ 18259-72; специальное приспособление ГОСТ 12195-66. Инструменты: резец токарный проходной; пластина ГОСТ 19052-80 Т5К10; круг шлифовальный ГОСТ Р 52781-2007; сверло

комбинированное ГОСТ 14952-75 P6M5; головка шлифовальная ГОСТ 2447-82; дисковая фреза ОСТ 2И41-3-85; шпоночная фреза ГОСТ 9140-78 P6M5K5; спиральное сверло ГОСТ 10903-77 P6M5K5; метчик ГОСТ 3266-81 M6 P6M5K5» [4].

«Идентификация опасностей, а также экологических аспектов на производственном участке проводится по локальному нормативному документу, устанавливающему порядок идентификации экологических аспектов, промышленных опасностей и потенциальных рисков. Использование метода предполагает построение показателей с помощью математических моделей и репрезентативных статистических данных» [5].

«Идентификация и оценка рисков осуществляется путем сбора сведений о процессе деятельности. В процессе идентификации и оценки рисков учитывают:

- проблемы (источники как внешние, так и внутренние), связанные с качеством процессов деятельности/продукции;
- обычную и нерегулярную деятельность;
- оптимальный технологический режим, режимы останова и пуска, инциденты, аварии;
- инфраструктуру, сырье, материалы;
- деятельность соседних подразделений/предприятий, подрядчиков и потребителей;
- условия труда (шум, вибрация, вредные вещества в рабочей зоне);
- воздействие на окружающую среду (стоки, выбросы, отходы);
- происшествия (инциденты, несчастные случаи, аварии), как уже имевшие место на предприятии, так и реально прогнозируемые» [5].

«Все потенциальные риски вносятся в реестр. С реестрами рисков знакомят всех рабочих, на которых он распространяется под роспись в листе (журнале) ознакомления. При необходимости реестры рисков вывешиваются на информационных досках, размещаются в электронной обменной папке. Реестр рисков хранится у разработчика не менее трех лет. Для снижения

рисков необходимо обеспечить: точное соблюдение норм технологического регламента и выполнение требований инструкций по рабочим местам и по охране труда; исправность оборудования, арматуры, трубопроводов, контрольно-измерительных приборов, систем аварийной сигнализации и защитных блокировок; немедленное устранение любой утечки горючих и агрессивных газов и жидкостей. Для снижения рисков необходимо соблюдать нормы технологического регламента и выполнять требования инструкций по рабочим местам» [5].

Рабочее место 201.107.285.201.109.204.

Операция рубка

Ознакомиться с записями в журнале верификации наладки оборудования за предыдущую смену.

Наличие записей в журнале верификации.

Визуально.

Один раз в начале смены.

Записи о качестве в журнале верификации наладок.

Ключевой момент наличие записи в журнале верификации наладок.

Осмотреть рабочее место:

- проверить наличие оснастки и соответствие ее маркировки номерам, указанным в сводной ведомости оснастки, инструмента материалов, СИЗ и входящих комплектующих;
- убедиться в исправности силовых узлов и агрегатов до запуска оборудования;
- наличие масла в бочках смазки, г/станциях, редукторах привода.

Соответствие оснастки сводной ведомости. Исправность оборудования.

Визуально.

1 раз в начале смены.

Методика управления – выборочный визуальный контроль.

Ключевой момент – соответствие маркировки.

Включить электрическое питание оборудования. Проверить ограждения, исправность системы блокировки и кнопку аварийного отключения.

Исправность оборудования.

Визуально.

Один раз в начале смены.

Записи о качестве в журнале верификации наладок.

Ключевой момент – оборудование должно быть исправно.

Снять параметры оборудования согласно чек листа запуска и контроля первой годной детали.

Согласно чек-листа запуска и контроля параметров оборудования в процессе работы.

Два раза в смену и после ремонта.

Записи о качестве чек-лист запуска и контроля первой годной детали.

Ключевой момент – соответствие параметрам.

При необходимости произвести настройку инструмента.

Настройка инструмента должна обеспечивать качество вырубki (вырубka должна выполняться полностью с отсутствием деформаций).

Визуально.

Один раз в начале смены.

Записи о качестве в журнале верификации наладок.

Ключевой момент – исправность инструмента.

Произвести наладочный цикл вырубki. Визуально убедиться в качестве: вырубka должна выполняться полностью, отсутствие задиров, вмятин на поверхности.

Внешний вид.

Визуально.

Одна деталь при запуске оборудования в работу, в случае сбоя настроек, после ремонта или замены инструмента и оснастки.

Методика управления/записи о качестве – выборочный контроль/ журнал верификации наладок.

Ключевой момент – должны быть выдержаны параметры.

Убедиться в качестве выполненной работы (наладки) произвести запись в журнал «верификации наладки» оборудования.

Запись должна содержать: положительный или отрицательный результат и количества отношений в брак, а процессе наладки с указанием времени наладки и фактических размеров первых деталей.

Визуально (наличие и содержание записи).

Записи о качестве в журнале верификации наладок.

Ключевой момент наличие записи в журнале верификации наладок.

Разместить первую годную деталь после наладки оборудования в установленном месте с указанием на ней даты и времени корректировки.

Деталь должна быть – первой годной деталью, снятой с оборудования.

Визуально (наличие и обозначение первой годной детали).

Одна деталь после каждой замены оснастки на оборудовании.

Методика управления – разместить детали в установленном месте на столе контролера.

Ключевой момент – деталь без отклонений.

Следить за состоянием узлов и силовых агрегатов оборудования. Контролировать показания манометров пневматической системы, гидравлической системы, системы смазки, контроль агрегатов на предмет целостности и наличия посторонних шумов.

Заменять оснастку согласно карточке периодичности принудительной ревизии штамповой оснастки.

Исправность оснастки.

Визуально.

Согласно карточке периодичности принудительной ревизии штамповой оснастки.

Записи о качестве в журнале верификации наладок.

Ключевой момент – отметка в журнале верификации.

По окончании работы: отключить электрическое оборудование, перекрыть вентили подачи сжатого воздуха.

Запрещенные действия:

- Использовать неисправное оборудование.
- Работать с неисправным инструментом.
- Использовать пружины несоответствующей (завышенной) длины, пружины с деформациями или механическими повреждениями.

Действия при возникновении отклонений и несоответствий: при возникновении аномальных шумов, вибраций в механизмах и силовых агрегатах, утечек масла в системе охлаждения и ослаблении крепежных элементов:

- Немедленно прекратить рабочий процесс, уведомить ответственного мастера и выяснить причины сбоев. При необходимости выполнить наладку оборудования, если настройки были изменены.
- Действовать согласно указаниям, изложенным в документе «Инструкция И 46232.0157-2010г. «Прохождение нарядов на ремонт».
- В случае обнаружения дефектов на готовых узлах, отделить детали, которые не соответствуют стандартам качества, пометив место дефекта маркером. Определить причину возникновения дефекта и провести настройку оборудования. Зафиксировать количество дефектных деталей в журнале верификации в колонке «количество брака».
- При обнаружении дефектов в комплектующих (трещины, механические повреждения, деформации, коррозия) деталей, выделить их в отдельный контейнер для комплектующих, предварительно пометив место дефекта маркером, и сообщить об этом ответственному мастеру.

- В случае, если какая-либо деталь упала на пол, поместить ее в контейнер для брака, отметив ее как «П» с помощью маркера.

«Пожар является наиболее вероятным источником возникновения аварийных ситуаций техногенного характера. Пожар возможен на производственном участке. Распространение пожара будет происходить по горючей облицовке стен, через технологические отверстия в стенах в смежные помещения, и на кровлю здания. Линейная скорость распространения огня может составлять 0,6 – 1,0 м/мин» [5].

«К причинам возможной реализации пожара можно отнести: замыкание в электросети; повышенные нагрузки при механической обработке на станках; курение в неположенном месте; несоблюдение правил противопожарного режима; некомпетентность персонала. Для снижения рисков необходимо: соблюдение правил противопожарного режима; инструктаж и периодическая проверка знаний. Также необходимо снабдить производственный участок следующими инженерными системами: системой вентиляции; системой холодоснабжения; системой энергоснабжения; системой контроля загазованности; системой пожарной сигнализации; системой охранной сигнализации. Необходимо оснащение производственного участка первичными средствами пожаротушения такими как: пожарным гидрантом, огнетушителями, емкостями с песком, пожарными веревками, карабинами, респираторами, противогазами, баграми, лопатами и топорами» [5]. «Также необходима «пожарная сигнализация, автоматическая система пожаротушения, первичные средства пожаротушения» [5].

«Выделение токсических испарений, масляного тумана, металлической стружки являются наиболее вероятными источниками возникновения чрезвычайных ситуаций экологического характера. Для снижения рисков экологического характера на атмосферу необходимо создание и использование фильтрационных систем вентиляции производственного участка; для снижения рисков экологического характера на гидросферу необходимо создание и использование локальной многоступенчатой очистки

сточных вод; для снижения рисков экологического характера на литосферу необходимо разделение, сортировка и утилизация на полигонах отходов» [5].

В разделе «был исследован технический объект в виде технологического процесса изготовления червяка механизма регулировки на безопасность окружающей среды, экологичность и охрану труда. При проведении работ по изготовлению детали в технологическом процессе были предусмотрены профессиональные рабочие места. Технологический процесс реализовался организационно и технически на производственном участке, который был оснащен необходимым оборудованием. Для реализации годовой программы выпуска детали был применен двусменный режим работы» [4]. «Были определены опасные и вредные производственные факторы, а также соответствующие риски их реализации» [5].

5 Экономическая эффективность работы

Любое техническое решение предполагает экономическое обоснование предложенных совершенствований. В этом и заключается основная задача данного раздела бакалаврской работы.

Подробное описание производимого изделия, его технологического процесса, применяемой оснастки и инструмента, а также трудоемкость операций, представлены в предыдущих разделах бакалаврской работы. Но для выполнения основной задачи данного раздела, наибольший интерес представляют только предложенные изменения в технологический процесс.

Предложенные изменения технологического процесса и результаты представлены на рисунке 7.

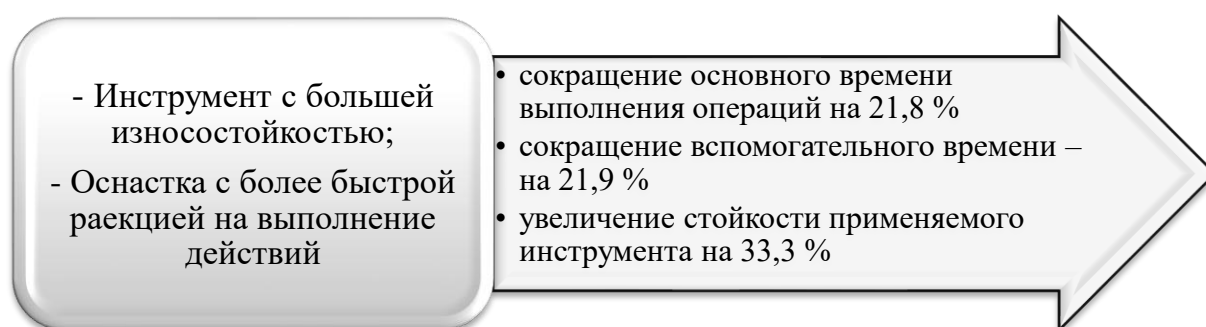


Рисунок 7 – Основные изменения технологического процесса и их технические результаты

Основываясь на технических результатах, представленных на рисунке 7, можно сделать предварительный вывод об эффективности предложенных совершенствований. Однако, для получения действительного подтверждения эффективности предложенных совершенствований, необходимо провести комплекс экономических расчетов. Этот комплекс, укрупнено, можно разделить на несколько этапов. Последовательность и название этапов, а также проводимые расчеты для их выполнения представлены на рисунке 8.

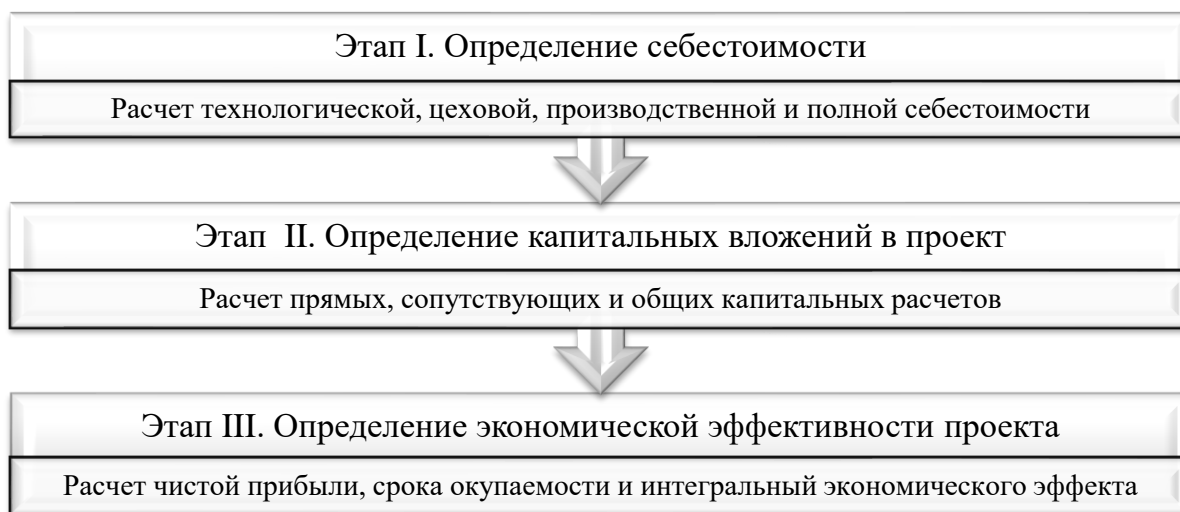


Рисунок 8 – Последовательность выполнения этапов экономических расчетов определению эффективности проекта

Представленные на рисунке 8 расчеты и методики для их проведения [6] позволят получить результаты и сделать итоговые выводы по эффективности предложенных мероприятий. Для упрощения выполнения перечисленных расчетов дополнительно используется программное обеспечение Microsoft Excel.

Результаты расчетов по определению себестоимости изготовления червяка двух сравниваемых вариантов представлены на рисунке 9.

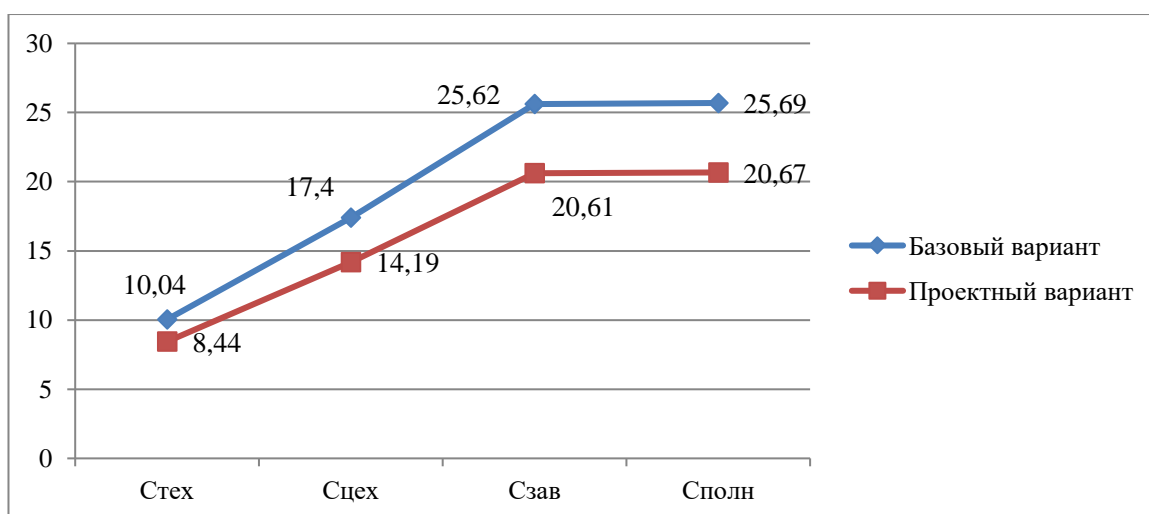


Рисунок 9 – Результаты расчетов по определению себестоимости, руб.

На рисунке 9 видно, что технологическая ($C_{ТЕХ}$), цеховая ($C_{ЦЕХ}$), производственная ($C_{ЗАВ}$) и полная ($C_{ПОЛН}$) себестоимости, по сравниваемым вариантам, в проектном варианте имеют меньшие значения. Это показывает снижение итоговых расходов на производство червяка после предложенных совершенствований на 19,54 %.

Результаты расчетов по определению капитальных вложений в совершенствованный технологический процесс, представлены на рисунке 10.

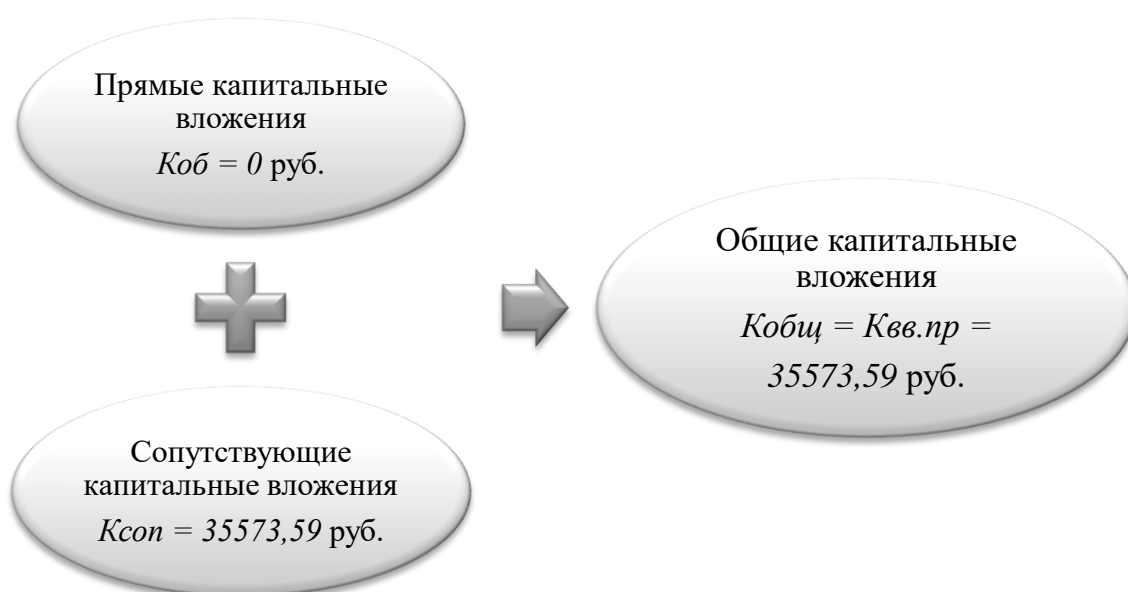


Рисунок 10 – Результаты расчетов по определению капитальных вложений

Из рисунка 10 видно, что совершенствование технологического процесса не предполагает затраты в основное оборудование ($K_{ОБ}$), так как оно не меняется. Основные затраты приходятся на сопутствующие капитальные вложения ($K_{СОП}$), которые учитывают такие затраты как:

- затраты на проектирование – $Z_{ПР}$ равны 30827,01 рублей;
- затраты на оснастку – $K_{ПР}$ равны 2167,97 рублей;
- затраты на инструмент – $K_{И}$ равны 2547,08 рублей;
- оборотные средства в производстве – $НЗП$ равны 31,54 рублей.

Поэтому в предложенной технологии общие капитальные вложения или капитальные вложения в предлагаемый вариант ($K_{ВВ.ПР}$) совпадают с величиной сопутствующих капитальных вложений.

Результаты расчетов по определению экономической эффективности работы представлены на рисунке 11.



Рисунок 11 – Результаты расчетов по определению экономической эффективности

В разделе доказана экономическая эффективность предложенных изменений и, как видно из рисунка 11, предложенные совершенствования технологического процесса можно внедрять, так как это позволит получить предприятию экономический эффект в размере 9646,42 рублей.

Заключение

В выпускной квалификационной работе определялось служебное назначение рассматриваемой детали. Доказана количественно и качественно технологичность детали. Показана реальная возможность изготовления детали. Для реализации служебного назначения детали выбран материал для заготовки. Спроектированы операции. На основе табличных данных определены режимы резания с учетом материала и характеристик режущего инструмента. Спроектированы необходимые при механической обработке заготовки приспособления. Доказана экономическая целесообразность предлагаемых изменений технологического процесса в сравнении с базовой технологией. Выявлены опасные и вредные производственные факторы. Предложены мероприятия по защите, охране труда и окружающей среды. По современной методике определен тип производства и его стратегия; используя автоматизированные средства инженерного расчета, спроектирована заготовка; спроектирован техпроцесс; спроектированы операции и определена необходимая оснастка в виде станочных приспособлений – патрона и захватного устройства. На следующем этапе, используя автоматизированные средства инженерного расчета, решены основные задачи обеспечения безопасности техпроцесса. Задача по определению показателей экономической эффективности решалась по методике, представленной в [6]. Выполнение поставленных задач проводилось в соответствии с необходимой последовательностью, соответствующей достижению цели выпускной квалификационной работы – разработке модернизированного технологического процесса с внесением существенных изменений при использовании самых современных средств автоматизированного проектирования.

Список используемых источников

1. Базров Б.М. Основы технологии машиностроения: учебник для вузов. – М. : Машиностроение, 2005. 736 с.
2. Байкалова В.Н. Основы технического нормирования труда в машиностроении: учебное пособие / В.Н. Байкалова, И.Л. Приходько, А.М. Колокатов. – М. : ФГОУ ВПО МГАУ, 2005. 105 с.
3. Безъязычный В.Ф. Основы технологии машиностроения: учебник. – М. : Инновационное машиностроение, 2016. 568 с.
4. Горбацевич А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие для вузов / А.Ф. Горбацевич, В.А. Шкред. – М. : Альянс, 2015. 256 с.
5. Горина Л.Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта»: учебно- методическое пособие / Л.Н. Горина, М.И. Фесина. – Тольятти : изд-во ТГУ, 2018. 41 с.
6. Зубкова Н.В. Методическое указание к экономическому обоснованию курсовых и дипломных работ / Н.В. Зубкова. – Тольятти : ТГУ, 2015. 46 с.
7. Иванов И.С. Расчёт и проектирование технологической оснастки в машиностроении: учебное пособие. – М. : ИНФРА-М, 2015. 198 с.
8. Иванов И.С. Технология машиностроения: производство типовых деталей машин: учебное пособие. – М. : ИНФРА-М, 2014. 223 с.
9. Клепиков В.В. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие / В.В. Бодров, В.Ф. Солдатов. – М. : ИНФРА-М, 2017. 229 с.
10. Клепиков В.В. Технология машиностроения: учебник / В.В. Клепиков, А.Н. Бодров. – М. : ФОРУМ, ИНФРА-М, 2004. 860 с.
11. Кондаков А.И. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие. – М. : КНОРУС, 2012. 400 с.

12. Косов Н.П. Технологическая оснастка: вопросы и ответы: учебное пособие / Н.П. Косов, А.Н. Исаев, А.Г. Схиртладзе. – М. : Машиностроение, 2005. 304 с.
13. Приходько И.Л. Проектирование заготовок: учебное пособие / И.Л. Приходько, В.Н. Байкалова. – М. : Издательство РГАУ–МСХА, 2016. 171 с.
14. Скворцов В.Ф. Основы технологии машиностроения: учебное пособие. – М. : ИНФРА-М, 2016. 330 с.
15. Справочник технолога - машиностроителя. В 2-х кн. Кн. 2 / А.Г. Косилова [и др.]; под ред. А.М. Дальского [и др.]; - 5-е изд., перераб. и доп. – М. : Машиностроение-1, 2001. 944 с.
16. Суслов А.Г. Технология машиностроения: учебник. – М. : КНОРУС, 2013. 336 с.
17. Bryant M.D. Entropy and dissipative processes of friction and wear – FME Transactions, 2009. № 37(2) – pp.55–60.
18. Bertsche B. Reliability in Automotive and Mechanical Engineering: Determination of Component and System Reliability / B. Bertsche, A. Schanz, K. Pickard. – Berlin Heidelberg : Springer-Verlag, 2015. 502 p.
19. Grote K.-H., Antonsson E.K. Springer Handbook of Mechanical Engineering / K.-H Grote, E.K. Antonsson. – New York : Springer Science+Business Media, 2008. 1589 p.
20. Nee A. Y. C. Handbook of Manufacturing Engineering and Technology / A. Y. C. Nee. – London : Springer Reference, 2015. 3491 p.
21. Rösler J. Mechanical Behaviour of Engineering Materials: Metals, Ceramics, Polymers, and Composites / J. Rösler, H. Harders, M. Bäker. – Berlin Heidelberg New York : Springer, 2007. 540 p.

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.1118-82 Форма 1

													01101.25225	2	4	
Дубл.																
Взам.																
Подп.																
А	цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции				Обозначение документа							
Б	Код, наименование оборудования				СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз.	Тшт.	
01А	XXXXXXX	030	4131	Круглошлифовальная	ИОТ И 37.101.7419-85											
02Б	38132XXX			SHU-321.22	2	18873	411	1Р	1	1	1	236	1	21	0,825	
03																
04А	XXXXXXX	035	4131	Круглошлифовальная	ИОТ И 37.101.7419-85											
05Б	38132XXX			SHU-321.22	2	18873	411	1Р	1	1	1	236	1	21	1,840	
06																
07А	XXXXXXX	040	4153	Резьбофрезерная	ИОТ И 37.101.7419-85											
08Б	38132XXX			5Б64	2	18632	411	1Р	1	1	1	236	1	26	2,252	
09																
10А	XXXXXXX	045	4260	Фрезерная	ИОТ И 37.101.7111-89											
11Б	391213XXX			6Р81ГМФ3-1	2	17335	411	1Р	1	1	1	236	1	28	0,748	
12																
13А	XXXXXXX	050	0190	Слесарная												
14Б	XXXXXXX			4407												
15																
16А	XXXXXXX	055	0130	Моечная												
17Б	375698XXX			КММ												
18																
МК																

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.1404-86 Форма 3

										01101.25225		2	3
Дубл.													
Взам.													
Подп.													
Разраб.	Сорокин									XXXX	XXXX		
Пров.	Гуляев									10141	00001		
Н. Контр.	Гуляев												
Червяк										Цех	Уч.	РМ	Опер 035
Наименование операции		Материал		твёрдость	ЕВ	МД	Профиль и размеры				МЗ	КОИД	
4131 Шлифовальная		Сталь 40Х		190 НВ	166	1,58	Ø35,2х340,8				2,15	1	
Оборудование, устройство ЧПУ		Обозначение программы		To	Te	Tпз	Tшт		СОЖ				
SHU-321.22		XXXXXX		1,160	0,522	21	1,840		Укриноп-1				
<i>P</i>		PI	D или B	L	t	i	S	n	V				
01	мм мм мм мм/ход об/мин м/мин												
02O	1. Установить и снять заготовку												
03T	396111XXX- патрон поводковый с центром ГОСТ 2571-71; 396265XXX- центр упорный ГОСТ 18259-72												
04T	396125XXX- люнет самоцентрирующий ОСТ 3-2845-81												
05P	2. Шлифовать пов, выдерж. разм. 1-2												
06O	391810XXX- шлифовальный круг 1 500х20х203 91А F46 Р 4 V А 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007												
07T	393120XXX- шаблон ГОСТ 9038-83; 393120XXX- калибр-скоба ГОСТ 2216-84												
08T	393125XXX- приспособление мерительное с индикатором												
09P		XX	18,1	23	0,10	1	0,012	440	25				
10P		XX	32,1	193	0,10	1	0,010	248	25				
11													
12													
ОКП													

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.1404-86 Форма 7

Дубл.																			
Взам.																			
Подп.																			
										01101.25225		1	1						
Разраб.	Сорокин			ТГУ			XXXX		XXXX										
Пров.	Гуляев						10141		00001										
Н. Контр.	Гуляев			Червяк						Цех	Уч.	РМ	Опер 035						

√Ra1.6(√)

* Размеры для справок

КЭ

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.1404-86 Форма 7

