

АННОТАЦИЯ

Бадаквa Иван Валериевич. Технологический процесс изготовления сцепной полумуфты подъемного механизма штабелера. ТГУ, кафедра: «Оборудование и технологии машиностроительного производства», Тольятти, 2018 г.

В рассматриваемой работе проектируется технологический процесс изготовления сцепной полумуфты подъемного механизма штабелера. С этой целью проводится комплекс мероприятий в соответствии с правилами технологического проектирования: анализируются исходные данные, проектируется заготовка, выбираются методы обработки и проектируется маршрут изготовления. Кроме того, в работе производится выбор средств технологического оснащения, а также проектируются специальные средства оснащения.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
1 Исходные данные.....	5
2 Технологическая часть работы.....	9
3 Проектирование станочного приспособления и режущего инструмента.....	28
4 Безопасность и экологичность технического объекта.....	35
5 Экономическая эффективность работы.....	43
Заключение.....	47
Список используемых источников.....	48
Приложения.....	51

ВВЕДЕНИЕ

Штабелеры выполняют функции транспортировки грузов на складах, входящих в автоматизированные транспортно-складские системы. Основное назначение таких систем заключается в том, чтобы упорядочить и автоматизировать все складские работы, что особенно актуально в условиях развития концепции современных автоматизированных производств. Подъемный механизм штабелера одна из составных частей этой сложной технической системы. Конструкция такого механизма должна отвечать требованиям надежности и простоты обслуживания. Поэтому к узлам и деталям, входящим в конструкцию подъемного механизма также предъявляются повышенные требования.

Полумуфта является одной из деталей привода подъемного механизма, поэтому технология ее изготовления должна позволить получать детали, которые полностью отвечают всем требованиям по качеству изготовления и при этом обеспечивать выпуск всей годовой программы в размере 7000 штук при минимуме затрат на изготовление.

Решению данной задачи посвящены все дальнейшие разделы данной работы.

1 Исходные данные

1.1 Служебное назначение детали

Полумуфта служит для включения в работу привода подъемного механизма и передачи крутящего момента от выходного вала привода на исполнительный механизм.

Установка полумуфты на выходном валу привода осуществляется на шлицы. Рабочий момент передается через внутренние шлицы и торцовые поверхности муфты.

При работе муфта подвергается воздействию значительных переменных по направлению нагрузок. При резком возрастании внешних нагрузок могут возникнуть ударные нагрузки.

Условия работы муфты не являются агрессивными, т.к. штабелер работает на складе, расположенном в производственном корпусе. Следует учесть, что при работе возможен контакт с различными технологическими жидкостями, а также стружкой, что может привести к негативным последствиям и накладывает определенные ограничения на материал муфты.

1.2 Технологичность детали

Для выявления возможных недостатков в конструкции детали оценим ее технологичность.

Деталь изготавливается из стали 30ХГНМ ГОСТ 4543-71. Проанализируем ее химические и механические характеристики.

Согласно данным [1] сталь имеет следующий химический состав: основные компоненты $C=0,09-0,16\%$, $Cr=0,6-0,9\%$, $Mn=0,3-0,6\%$, $Mo=0,2-0,3\%$, $Ni=1,25-1,65\%$, примеси не более $S=0,025\%$, $P=0,025\%$, $Cu=0,3\%$.

Согласно данным [1] сталь имеет следующие механические свойства: $\sigma_{02} = 360$ МПа, $\sigma_B = 470$ МПа, $\delta_5 = 10\%$, $\psi = 45\%$, $HB = 174-203$ единицы.

Такой химический состав и механические свойства данной стали полностью отвечают условиям работы детали, обеспечивают возможность выполнения термической обработки. Недостатком данного материала является

пониженная обрабатываемость резанием, о чем свидетельствуют коэффициенты обрабатываемости для твердого сплава и быстрорежущей стали, которые составляют 0,8 и 0,7 соответственно. Такие показатели являются средними и могут вызвать ряд трудностей при проектировании технологического процесса, основная из которых – увеличение времени на обработку.

Наиболее эффективным методом для получения заготовки для деталей из данного материала [2] являются различные методы штамповки.

Таким образом, с точки зрения получения заготовки деталь можно считать технологичной.

Конструкция детали типовая для сцепных полумуфт. Поверхности, формирующие ее контур в основном прямолинейные и цилиндрические. Соответственно все они могут быть получены стандартными методами механической обработки. Размеры полумуфты взяты из нормали, поэтому при ее изготовлении можно использовать стандартные и универсальные средства оснащения, что сократит затраты на изготовление.

Из анализа детали следует, что для ее изготовления можно применить техпроцесс, спроектированный на базе типового.

Из чертежа детали следует, что должна быть произведена механическая обработка всех ее поверхностей. Снижение количества механической обработки возможно только при снижении требований по качеству к поверхностям детали, но это невозможно, так как такое решение приведет к потере детали ее эксплуатационных характеристик и преждевременному выходу из строя всего штабелера.

Также стоит отметить удобство базирования заготовок при механической обработке, что обеспечивается большим количеством наружных и внутренних поверхностей и удобством доступа к ним.

1.3 Анализ параметров техпроцесса

С целью проведения анализа параметров техпроцесса нужно выбрать тип производства. При имеющихся исходных данных наиболее приемлема

методика определения типа исходя из массы полумуфты и ее годовой программы [3].

Определение массы детали производим по формуле:

$$q = V \cdot \rho, \quad (1.1)$$

где V – объем материала;

ρ – плотность.

$$q = \left(\frac{\pi}{4} (0,09^2 \cdot 0,036 \cdot 2 + 0,097^2 \cdot 0,038 + 0,132^2 \cdot 0,004 + 0,215^2 \cdot 0,024 - 0,062^2 \cdot 0,078 - 0,071^2 \cdot 0,011 - 0,175^2 \cdot 0,014)\right) \cdot 0,782 = 6,4 \text{ кг.}$$

Тип производства при массе 6,4 кг и годовой программе 4000 штук определяем как среднесерийный.

Анализируя данный тип производства, следует выделить следующее. Наиболее приемлема непоточная организация техпроцесса, с изготовлением деталей партиями. Метод получения заготовок зависит от технологических возможностей производства и материала. В нашем случае это либо штамповка, либо литье. В обоих случаях припуски на обработку должны быть рассчитаны достаточно точно. С этой целью используются два основных метода: аналитический и статистический.

Техпроцесс разрабатывается с использованием типового. Документация в виде маршрутно-операционных карт. При этом оборудование настраивается заранее. В зависимости от имеющегося оборудования могут применяться также средства активного контроля и адаптивного управления. Одним из наиболее прогрессивных вариантов оснащения техпроцесса является использование станков с ЧПУ, но допускается использование универсальных и специализированных станков. Возможно использование разнообразных средств оснащения техпроцесса от универсальных до специальных.

При определении режимы резания следует ориентироваться на нормативы, но в ряде случаев можно использовать расчетные методы.

1.4 Задачи работы

Проведены анализ технологичности детали и параметров техпроцесса показал, какие задачи предстоит решить для достижения цели работы.

Во-первых, необходимо выбрать заготовку путем экономического анализа. Во-вторых, для обеспечения условий создания оптимальных форм детали, определить технологические обработки заготовок. В-третьих, базируясь на характеристиках производства необходимо спроектировать техпроцесс изготовления полумуфты. В-четвертых, основываясь на анализе техпроцесса выявить наиболее проблемные операции и провести их совершенствование путем проектирования усовершенствованных средств оснащения. В-пятых, необходимо провести анализ техпроцесса на безопасность. И на последнем этапе необходимо определить эффективность решений с точки зрения экономики.

2 Технологическая часть работы

2.1 Определение метода получения заготовки

При анализе параметров техпроцесса отмечалось, что наиболее целесообразно применять методы штамповки. Рекомендации литературы [2] говорят, что для данной стали лучше всего использовать штамповку на молоте с применением закрытых штампов или штамповку на ковочной машине.

Выбор одного из двух методов осуществляется по методике [4] путем сравнения технологических себестоимостей методов:

$$C_T = C_{ЗАГ} \cdot Q + C_{МЕХ} (Q - q) - C_{ОТХ} (Q - q) \quad (2.1)$$

где $C_{ЗАГ}$ - стоимость за 1 кг заготовки;

$C_{МЕХ}$ - стоимость удаления 1 кг стружки при механической обработке;

$C_{ОТХ}$ - цена 1 кг стружки.

Определим массу заготовки:

$$Q_i = q \cdot K_p \quad (2.2)$$

где K_p – коэффициент, определяемый способом получения заготовки и формой.

Получим:

$Q_1 = 6,4 \cdot 1,6 = 10,24$ кг для заготовки, полученной штамповкой на молоте.

$Q_2 = 6,4 \cdot 1,5 = 9,6$ кг для заготовки, полученной на ковочной машине.

Определим стоимость удаления 1 кг стружки при механической обработке:

$$C_{МЕХ} = C_C + E_H \cdot C_K \quad (2.3)$$

где C_C , E_H , C_K - показатели, зависящие от затрат на снятие одного кг стружки.

$$C_{МЭХ1,2} = 3,56 + 0,1 \cdot 10,35 = 4,6 \text{ руб.}$$

Стоимость заготовки на стадии начального проектирования:

$$C_{заг} = C_{шт} \cdot h_T \cdot h_C \cdot h_B \cdot h_M \cdot h_{II} \quad (2.4)$$

где $C_{шт}$ - стоимость за один кг заготовок по базовой стоимости.

h_T , h_M , h_C , h_B , h_{II} , - коэффициенты, учитывающие характеристики заготовки и процесса штамповки.

Получим:

$$C_{заг1} = 29,96 \cdot 1,05 \cdot 1,18 \cdot 1,0 \cdot 0,89 \cdot 1,0 = 33,04 \text{ руб.}$$

$$C_{заг2} = 29,96 \cdot 1,0 \cdot 1,18 \cdot 1,0 \cdot 0,89 \cdot 1,0 = 31,46 \text{ руб.}$$

$$C_{T1} = 33,04 \cdot 10,24 + 4,6 \cdot (0,24 - 6,4) \cdot 1,4 \cdot (0,24 - 6,4) = 350,62 \text{ руб.}$$

$$C_{T2} = 31,46 \cdot 9,6 + 4,6 \cdot (0,6 - 6,4) \cdot 1,4 \cdot (0,6 - 6,4) = 313,54 \text{ руб.}$$

Проведенное сравнение показало, что метод получения заготовки на ковочной машине более эффективен.

Определим количественный эффект от применения данного метода получения заготовки. Для этого сравним технологические себестоимости методов отнесенные на годовую программу:

$$\mathcal{E} = (C_{T2} - C_{T1}) \cdot N \quad (2.5)$$

Эффект составит:

$$\mathcal{E} = (50,62 - 313,54) \cdot 4000 = 148320 \text{ руб.}$$

2.2 Проектирование заготовки

Проектирование заготовки начинается с определения маршрутов обработки для каждой поверхности. Основываясь на полученных маршрутах,

определяются припуски на обработку каждой поверхности. Затем определяются основные технические характеристики заготовки, и производится ее проектирование.

Для проектирования маршрутов обработки необходимо выполнить нумерацию всех поверхностей (рисунок 2.1). Далее составляем маршрут обработки для каждой поверхности. Для этого используем рекомендации [5].

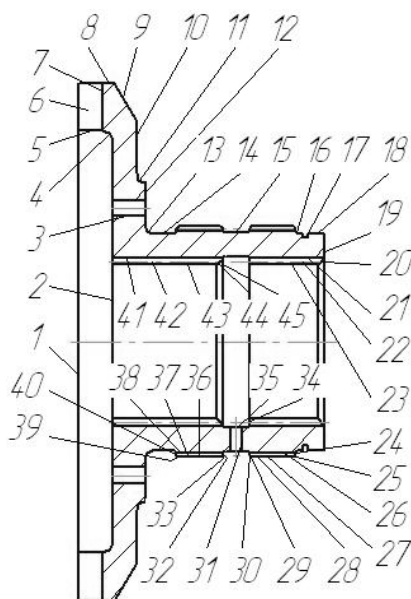


Рисунок 2.1 – Нумерация поверхностей детали

Получим нижеследующие результаты.

Поверхности 1, 12, имеют параметры шероховатости $Ra=12,5$ мкм и точность $IT10$. Исходя из этого маршрут обработки выглядит следующим образом: черновой и чистовой переходы точения, переход термической обработки, переход черного шлифования.

Поверхности 2, 4, 5, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 18, 24, 28, 30, 32, 36, 40 имеют параметры шероховатости $Ra=12,5$ мкм и точность $IT12$. Исходя из этого маршрут обработки выглядит следующим образом: черновой переход точения и переход термической обработки.

Поверхности 3, 31 имеют параметры шероховатости $Ra=12,5$ мкм и точность $IT12$. Исходя из этого маршрут обработки выглядит следующим образом: черновой переход сверления и переход термической обработки.

Поверхность 6 имеет параметры шероховатости $Ra = 3,2$ мкм и точность IT10. Исходя из этого маршрут обработки выглядит следующим образом: чистовой и черновой переходы фрезерования и переход термической обработки.

Поверхность 7 имеет параметры шероховатости $Ra = 6,3$ мкм и точность IT10. Исходя из этого маршрут обработки выглядит следующим образом: чистовой и черновой переходы фрезерования и переход термической обработки.

Поверхности 17, 20, 25, 29, 33, 34, 35, 39, 44, 45 имеют параметры шероховатости $Ra = 12,5$ мкм и точность IT12. Исходя из этого маршрут обработки выглядит следующим образом: чистовой переход точения и переход термической обработки.

Поверхность 19 имеет параметры шероховатости $Ra = 2,5$ мкм и точность IT10. Исходя из этого маршрут обработки выглядит следующим образом: чистовой и черновой переходы точения, переход термической обработки и переход черного шлифования.

Поверхности 21, 41 имеют параметры шероховатости $Ra = 6,3$ мкм и точность IT12. Исходя из этого маршрут обработки выглядит следующим образом: переход протягивания и переход термической обработки.

Поверхности 22, 42 имеют параметры шероховатости $Ra = 6,3$ мкм и точность IT9. Исходя из этого маршрут обработки выглядит следующим образом: переход протягивания и переход термической обработки.

Поверхности 23, 43, имеют параметры шероховатости $Ra = 1,25$ мкм и точность IT7. Исходя из этого маршрут обработки выглядит следующим образом: черновой и чистовой переходы точения, переход термической обработки, черновой и чистовой переходы шлифования.

Поверхности 26, 38 имеют параметры шероховатости $Ra = 12,5$ мкм и точность IT12. Исходя из этого маршрут обработки выглядит следующим образом: переход зубодолбления черного и переход термической обработки.

Поверхности 27, 37 имеют параметры шероховатости $Ra=1,25$ мкм и точность IT8. Исходя из этого маршрут обработки выглядит следующим образом: переход зубодолбления черного и чистового и переход термической обработки.

Затем необходимо рассчитать припуски для каждой поверхности в соответствии с переходами на их обработку.

Для точных поверхностей 23, 43 припуск рассчитаем по расчетно-аналитической методике [6].

Минимально допустимое значение припуска, исходя из условия обеспечения удаления дефектного слоя и отклонений формы и погрешности установки:

$$Z_{i\min} = a_{i-1} + \sqrt{\Delta_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2} \quad (2.6)$$

$$Z_{1\min} = a_0 + \sqrt{\Delta_0^2 + \varepsilon_1^2} = 0,3 + \sqrt{1,0^2 + 0,025^2} = 1,3$$

$$Z_{2\min} = a_1 + \sqrt{\Delta_1^2 + \varepsilon_2^2} = 0,2 + \sqrt{0,1^2 + 0,025^2} = 0,763$$

$$Z_{3\min} = a_{TO} + \sqrt{\Delta_{TO}^2 + \varepsilon_3^2} = 0,25 + \sqrt{0,04^2 + 0,02^2} = 0,295$$

$$Z_{4\min} = a_3 + \sqrt{\Delta_3^2 + \varepsilon_4^2} = 0,09 + \sqrt{0,016^2 + 0,02^2} = 0,155$$

Максимальный припуск для каждого перехода:

$$Z_{i\max} = Z_{i\min} + 0,5 \cdot (\Delta_{i-1} + TD_i) \quad (2.7)$$

$$Z_{1\max} = Z_{1\min} + 0,5 \cdot (\Delta_0 + TD_1) = 1,3 + 0,5 \cdot (0,8 + 0,30) = 2,85$$

$$Z_{2\max} = Z_{2\min} + 0,5 \cdot (\Delta_1 + TD_2) = 0,763 + 0,5 \cdot (0,43 + 0,10) = 1,028$$

$$Z_{3\max} = Z_{3\min} + 0,5 \cdot (\Delta_{TO} + TD_3) = 0,295 + 0,5 \cdot (0,18 + 0,039) = 0,405$$

$$Z_{4\max} = Z_{4\min} + 0,5 \cdot (\Delta_3 + TD_4) = 0,155 + 0,5 \cdot (0,039 + 0,025) = 0,187$$

Усредненное значение припусков:

$$Z_{cpi} = \frac{Z_{i\max} + Z_{i\min}}{2} \quad (2.8)$$

$$\begin{aligned}
Z_{cp1} &= \sqrt{Z_{1\max} + Z_{1\min}} \cdot 2 = \sqrt{3 + 2,85} \cdot 2 = 2,075 \\
Z_{cp2} &= \sqrt{Z_{2\max} + Z_{2\min}} \cdot 2 = \sqrt{0,763 + 1,028} \cdot 2 = 0,896 \\
Z_{cp3} &= \sqrt{Z_{3\max} + Z_{3\min}} \cdot 2 = \sqrt{0,295 + 0,405} \cdot 2 = 0,35 \\
Z_{cp4} &= \sqrt{Z_{4\max} + Z_{4\min}} \cdot 2 = \sqrt{0,155 + 0,187} \cdot 2 = 0,171
\end{aligned}$$

Размеры поверхности:

$$D_{(i-1)\min} = D_{i\min} + 2 \cdot Z_{i\min} \quad (2.9)$$

$$D_{(i-1)\max} = D_{(i-1)\min} - TD_{i-1} \quad (2.10)$$

Исключение составляет термический переход:

$$D_{(TO-1)\min} = D_{(i-1)\min} \cdot 0,999 \quad (2.11)$$

$$\begin{aligned}
D_{4\min} &= 75,000 \\
D_{4\max} &= 75,030 \\
D_{3\max} &= D_{4\max} - 2 \cdot Z_{4\min} = 62,03 - 2 \cdot 0,187 = 61,656 \\
D_{3\min} &= D_{3\max} - TD_3 = 61,656 - 0,1 = 61,556 \\
D_{TO\max} &= D_{3\max} - 2 \cdot Z_{3\min} = 61,656 - 2 \cdot 0,405 = 60,647 \\
D_{TO\min} &= D_{TO\max} - TD_{TO} = 60,647 - 0,18 = 60,476 \\
D_{2\max} &= D_{TO\max} \cdot 0,999 = 60,476 \times 0,999 = 60,394 \\
D_{2\min} &= D_{2\max} - TD_2 = 60,394 - 0,1 = 60,294 \\
D_{1\max} &= D_{2\max} - 2 \cdot Z_{2\min} = 60,394 - 2 \cdot 1,028 = 58,338 \\
D_{1\min} &= D_{1\max} - TD_1 = 58,338 - 0,3 = 58,038 \\
D_{0\max} &= D_{1\max} - 2 \times Z_{1\min} = 58,338 - 2 \cdot 2,85 = 52,638 \\
D_{0\min} &= D_{0\max} - TD_0 = 52,638 - 2,8 = 49,838
\end{aligned}$$

Средний размер:

$$D_{icc} = \sqrt{D_{i\max} + D_{i\min}} \cdot 2 \quad (2.12)$$

$$\begin{aligned}
D_{cp0} &= \sqrt{D_{0\max} + D_{0\min}} = \sqrt{52,638 + 49,838} = 51,238 \\
D_{cp1} &= \sqrt{D_{1\max} + D_{1\min}} = \sqrt{58,338 + 58,038} = 58,188 \\
D_{cp2} &= \sqrt{D_{2\max} + D_{2\min}} = \sqrt{60,394 + 60,294} = 60,344 \\
D_{cpTO} &= \sqrt{D_{TO\max} + D_{TO\min}} = \sqrt{60,647 + 60,476} = 60,562 \\
D_{cp3} &= \sqrt{D_{3\max} + D_{3\min}} = \sqrt{61,656 + 61,556} = 61,606 \\
D_{cp4} &= \sqrt{D_{4\max} + D_{4\min}} = \sqrt{62,03 + 63,00} = 63,015
\end{aligned}$$

Суммарный припуск:

$$2Z_{\min} = D_{4\min} - D_{0\max} \quad (2.13)$$

$$2Z_{\max} = 2Z_{\min} + TD_0 + TD_4 \quad (2.14)$$

$$2Z_{cp} = 0,5 \cdot (2Z_{\min} + 2Z_{\max}) \quad (2.15)$$

$$\begin{aligned}
2Z_{\min} &= 62,000 - 52,638 = 9,362 \\
2Z_{\max} &= 9,362 + 2,8 + 0,03 = 12,192 \\
2Z_{cp} &= 0,5 \cdot (9,362 + 12,192) = 10,777
\end{aligned}$$

Для остальных поверхностей минимальные припуски назначаем по методике [7], остальные по формуле:

$$Z_{i\max} = Z_{i\min} + 0,5 \cdot (TD_{i-1} + TD_i) \quad (2.16)$$

Получаем следующие результаты:

Поверхность 1: точение черновое $Z_{\min} = 2,2$ мм, $Z_{\max} = 3,755$ мм; точение чистовое $Z_{\min} = 1,0$ мм, $Z_{\max} = 1,245$ мм; шлифование $Z_{\min} = 0,5$ мм, $Z_{\max} = 0,599$ мм.

Поверхность 6: фрезерование чистовое $Z_{\min} = 1,0$ мм, $Z_{\max} = 1,32$ мм.

Поверхность 1: точение черновое $Z_{\min} = 2,0$ мм, $Z_{\max} = 3,205$ мм; точение чистовое $Z_{\min} = 1,0$ мм, $Z_{\max} = 1,147$ мм; шлифование $Z_{\min} = 0,4$ мм, $Z_{\max} = 0,459$ мм.

Поверхность 19: точение черновое $Z_{\min} = 1,8$ мм, $Z_{\max} = 3,375$ мм; точение чистовое $Z_{\min} = 0,8$ мм, $Z_{\max} = 1,045$ мм; шлифование $Z_{\min} = 0,4$ мм, $Z_{\max} = 0,499$ мм.

Поверхность 27: долбление чистовое $Z_{\min} = 0,5$ мм, $Z_{\max} = 0,745$ мм; шлифование черновое $Z_{\min} = 0,15$ мм, $Z_{\max} = 0,249$ мм; шлифование чистовое $Z_{\min} = 0,1$ мм, $Z_{\max} = 0,15$ мм.

Поверхность 37: долбление чистовое $Z_{\min} = 0,5$ мм, $Z_{\max} = 0,745$ мм; шлифование черновое $Z_{\min} = 0,15$ мм, $Z_{\max} = 0,249$ мм; шлифование чистовое $Z_{\min} = 0,1$ мм, $Z_{\max} = 0,15$ мм.

2.3 Проектирование маршрута изготовления детали

Маршрут изготовления детали проектируется на основании типовых технологических маршрутов [8, 9]. Учитывая особенности полумуфты получим следующий маршрут изготовления детали.

Операция 005 Токарная обрабатываются поверхности 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 23, 28, 36.

Операция 010 Токарная обрабатываются поверхности 1, 4, 5, 8, 9.

Операция 015 Сверлильная обрабатывается поверхность 3.

Операция 020 Сверлильная обрабатывается поверхность 31.

Операция 025 Токарная обрабатываются поверхности 1, 12, 17, 19, 20, 23, 34, 35, 43, 44, 45.

Операция 030 Протяжная обрабатываются поверхности 22, 21, 41, 42.

Операция 035 Фрезерная обрабатываются поверхности 6, 7.

Операция 040 Долбежная обрабатываются поверхности 26, 27, 38.

Операция 045 Долбежная обрабатываются поверхности 26, 27, 38.

Операция 050 Термическая обрабатываются все поверхности.

Операция 055 Шлифовальная обрабатываются поверхности 1, 23, 43.

Операция 060 Шлифовальная обрабатываются поверхности 12, 19.

Операция 065 Шлифовальная обрабатываются поверхности 27, 37.

Операция 070 Шлифовальная обрабатываются поверхности 27, 37.

Операция 075 Шлифовальная обрабатываются поверхности 23, 43.

На основании полученного маршрута изготовления детали формируется план ее изготовления [10]. В нем указываются все требования по точности изготовления, а также схемы базирования

2.4 Выбор средств оснащения техпроцесса

Данная задача имеет множество решений. Воспользуемся рекомендациями [10].

Выбор металлорежущих станков произведем по данным [11, 12].

Таблица 2.1 - Выбор металлорежущих станков

№ операции	Наименование операции	№ поверхностей	Переход	<i>IT</i>	Модель станка
1	2	3	4	5	6
005	Токарная	10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 23, 28, 36	Точение контура, расточивание отверстия	12	Токарный с ЧПУ 16К20Ф3
010	Токарная	1, 4, 5, 8, 9	Точение контура, расточивание отверстия	12	Токарный с ЧПУ 16К20Ф3
015	Сверлильная	3	Сверление отверстий	12	Вертикально- сверлильный с ЧПУ 2Н125Ф2
020	Сверлильная	31	Сверление отверстия	12	Вертикально- сверлильный 2Н125
025	Токарная	1, 12, 17, 19, 20, 23, 34, 35, 43, 44, 45	Точение контура, расточивание отверстия	10	Токарный с ЧПУ 16К20Ф3
030	Протяжная	22, 21, 41, 42	Протягивание шлиц	7	Горизонтально- протяжной 7А510
035	Фрезерная	6, 7	Фрезерование зубьев	8	Вертикально-фрезерный с

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3	4	5	6
					ЧПУ 6P13MФ3-1
040	Долбежная	26, 27, 37, 38	Нарезание шлиц	10	Долбежный 7A412
045	Долбежная	26, 27, 37, 38	Нарезание шлиц	8	Долбежный 7A412
050	Термическая	все			
055	Шлифовальная	1, 23, 43	Шлифование отверстия, торца	8	Внутришлифовальный 3K228Б
060	Шлифовальная	12, 19	Шлифование отверстия, торца	8	Внутришлифовальный 3K228Б
065	Шлифовальная	27, 37	Шлифование шлиц	8 ст.т.	Шлицешлифовальный 3451
070	Шлифовальная	27, 37	Шлифование шлиц	8 ст.т.	Шлицешлифовальный 3451
075	Шлифовальная	23, 43	Шлифование отверстия	7	Внутришлифовальный 3K228Б
080	Моечная	все			
085	Контрольная	все			

Приспособления для установки заготовок на металлорежущих станках принимаем по данным [11, 13].

Таблица 2.2 – Станочные приспособления

№ операции	Наименование	Базирующие элементы	Зажимные элементы	Переходы	Приспособление
1	2	3	4	5	6
005	Токарная	Торец кулачков	Кулачки	Точение контура, растачивание отверстия	Патрон трехкулачковый ГОСТ2675-80
010	Токарная	Торец кулачков	Кулачки	Точение контура, растачивание отверстия	Патрон трехкулачковый ГОСТ2675-80
015	Сверлильная	Упоры	Лепестки цанги	Сверление отверстий	Оправка цанговая
020	Сверлильная	Упоры	Лепестки цанги	Сверление отверстия	Оправка цанговая
025	Токарная	Торец кулачков	Кулачки	Точение контура, растачивание отверстий	Патрон трехкулачковый ГОСТ2675-80
030	Протяжная	Опора		Протягивание шлиц	Опора сферическая
035	Фрезерная	Упоры	Лепестки цанги	Фрезерование зубьев	Оправка цанговая
040	Долбежная	Упор	Лепестки цанги	Долбление шлиц	Оправка цанговая

Продолжение таблицы 2.2

1	2	3	4	5	6
045	Долбежная	Упор	Лепестки цанги	Долбление шлиц	Оправка цанговая
050	Термическая				
055	Шлифовальная	Упор	Ролики	Шлифование торца и отверстия	Патрон мембранный ГОСТ16157-70
060	Шлифовальная	Упор	Лепестки цанги	Шлифование торцев	Оправка цанговая
065	Шлифовальная	Упор	Лепестки цанги	Шлифование шлиц	Оправка цанговая
070	Шлифовальная	Упор	Лепестки цанги	Шлифование шлиц	Оправка цанговая
075	Шлифовальная	Шлифование отверстия	Упор	Ролики	Патрон мембранный ГОСТ16157-70
080	Моечная				
085	Контрольная				

Выбор металлорежущего инструмента проводится по рекомендациям и данным [11, 14].

Таблица 2.3 - Металлорежущий инструмент

№ операции	Наименование	Содержание операции	Материал режущей части	Наименование инструмента
1	2	3	4	5
005	Токарная	Точение контура, растачивание отверстия	T5K10	Резец контурный специальный, резец расточной ГОСТ 18872-73, резец упорный левый ГОСТ 18879-73
010	Токарная	Точение контура, растачивание отверстия	T5K10	Резец контурный специальный, резец расточной ГОСТ 18879-73
015	Сверлильная	Сверление отверстий	P6M5	Сверло спиральное Ø6,5 ГОСТ 10903-77
020	Сверлильная	Сверление отверстия	P6M5	Сверло спиральное Ø5 ГОСТ 10903-77
025	Токарная	Точение контура, растачивание отверстий, канавок	T30K4, T5K10	Резец контурный специальный, резец расточной ГОСТ 18872-73, резец расточной канавочный ГОСТ 18872-73
030	Протяжная	Протягивание шлиц	P18	Протяжка шлицевая ГОСТ 25161-82
035	Фрезерная	Фрезерова	P6M5	Фреза концевая Ø10

Продолжение таблицы 2.3

1	2	3	4	5
		ние зубьев		ГОСТ17025-71, фреза концевая Ø5 ГОСТ 17025-71
040	Долбежная	Долбление шлиц	P6M5	Долбяк прямозубый чашечный тип 3 Ø100 ГОСТ9323-79 P6M5
045	Долбежная	Долбление шлиц	P6M5	Долбяк прямозубый чашечный тип 3 Ø100 ГОСТ9323-79 P6M5
050	Термическая			
055	Шлифовальная	Шлифование торца, отверстия	Электрокор унд	Круг шлифовальный 6- 50x13x32 25A80K6V35м/с1А, круг шлифовальный 1 50x13x4024A60K7V35м/ с1А
060	Шлифовальная	Шлифование торцев	Электрокор унд	Круг шлифовальный 6- 50x13x32 25A80K6V35м/с1А
065	Шлифовальная	Шлифование шлиц	Электрокор унд	Круг шлифовальный 3 300x127x25 23A60M7V35м/с1А
070	Шлифовальная	Шлифование шлиц	Электрокор унд	Круг шлифовальный 3- 300x127x25 24A90L6V35м/с1А
075	Шлифовальная	Шлифование отверстия	Электрок орунд	Круг шлифовальный 1- 300x127x50

Продолжение таблицы 2.3

1	2	3	4	5
				24A20CM17K
080	Моечная			
085	Контрольная			

Средства контроля выбираем согласно рекомендациям [11, 15].

Таблица 2.4 - Выбор средств контроля

№ операции	Наименование	Точность	Наименование контрольных приборов и приспособлений
005	Токарная	12	Штангенциркуль ГОСТ160-80
010	Токарная	12	Штангенциркуль ГОСТ160-80
015	Сверлильная	12	Нутромер ГОСТ160-80
020	Сверлильная	12	Нутромер ГОСТ160-80
025	Токарная	10	Штангенциркуль ГОСТ160-80 Нутромер ГОСТ160-80
030	Протяжная	10	Калибр
035	Фрезерная	10	Калибр
040	Долбежная	10 ст.т	Калибры
045	Долбежная	8 ст.т	Калибры
055	Термическая	8	Нутромер ГОСТ160-80
060	Шлифовальная	8	Скоба рычажная ГОСТ160-80
065	Шлифовальная	8 ст.т	Калибр
070	Шлифовальная	8 ст.т	Калибр
075	Шлифовальная	7	Калибр

Произведем определение технологических параметров операций проектируемого технологического процесса. Для этого используем методику и данные [16].

Таблица 2.5 – Параметры операций

№ перехода	S_o	V	n	L_{PX}	T_o	$T_{шт}$
1	2	3	4	5	6	7
005 Токарная						
1	0,6	207	320	102	0,53	1,67
2	0,3	218	930	91	0,33	
3	0,1	263	930	8	0,09	
010 Токарная						
1	0,6	216	320	33	0,17	1,78
2	0,6	216	320	25	0,13	
3	0,3	176	320	73	0,76	
015 Сверлильная						
1	0,12	24	960	16	0,56	1,2
020 Сверлильная						
1	0,12	24	960	16	0,14	0,72
025 Токарная Установ А						
1	0,3	345	930	20	0,08	1,42
2	0,2	328	1200	105	0,44	
3	0,1	316	800	6	0,08	
025 Токарная Установ Б						
1	0,3	357	930	18	0,07	0,32
030 Протяжная						
1	(0,06)	2		103	0,11	0,68
035 Фрезерная						
1	0,07	10	320	450	4,01	11,18

Продолжение таблицы 2.5

1	2	3	4	5	6	7
2	0,05	6	180	450	6,28	
040 Долбежная						
1	0,3	24	80	56	1,15	1,65
045 Долбежная						
1	0,15	30	100	56	0,86	1,36
055 Шлифовальная						
1	0,014	30	360	18	0,62	1,6
2	0,011	40	360	92	1,86	
060 Шлифовальная						
1	0,014	30	360	16	0,54	1,97
2	0,014	30	360	23	0,73	
065 Шлифовальная						
1	0,01	40	360	52	0,89	1,74
070 Шлифовальная						
1	0,004	30	360	52	1,53	2,14
075 Шлифовальная						
1	0,005	36	360	92	1,89	2,46

3 Проектирование станочного приспособления и режущего инструмента

3.1 Проектирование станочного приспособления

Для нарезания эвольвентных шлиц $\varnothing 92,25_{-0,14}$, $\varnothing 95,25_{-0,14}$ в технологическом процессе предусмотрена операция долбления (рисунок 3.1). Существенным недостатком данной операции является отсутствие механизированного приспособления. Произведем проектирование такого приспособления с использованием данных [17, 18].

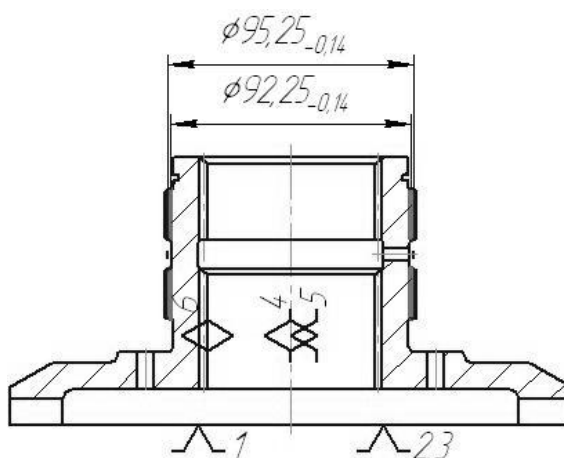


Рисунок 3.1 – Эскиз операции долбления

Исходные данные для расчета, такие как инструмент, режимы резания, модель станка и т.п. берем из п.2 данной работы

На первом этапе необходимо определить основные составляющие силы, которая возникает в процессе резания P_z и P_y [6]:

$$P_{z,y} = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p \quad (3.1)$$

где C_p , x , y , n , K_p - показатели, характеризующие операцию обработки.

$$P_y = 10 \cdot 243 \cdot 1,245^{0,9} \cdot 0,15^{0,6} \cdot 30^{-0,3} \cdot 0,9 = 308 \text{ Н.}$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 1,245^{1,0} \cdot 0,15^{0,75} \cdot 30^{-0,15} \cdot 0,9 = 487 \text{ Н.}$$

Для расчета силы закрепления заготовки W необходимо составить расчетную схему (рисунок 3.2).

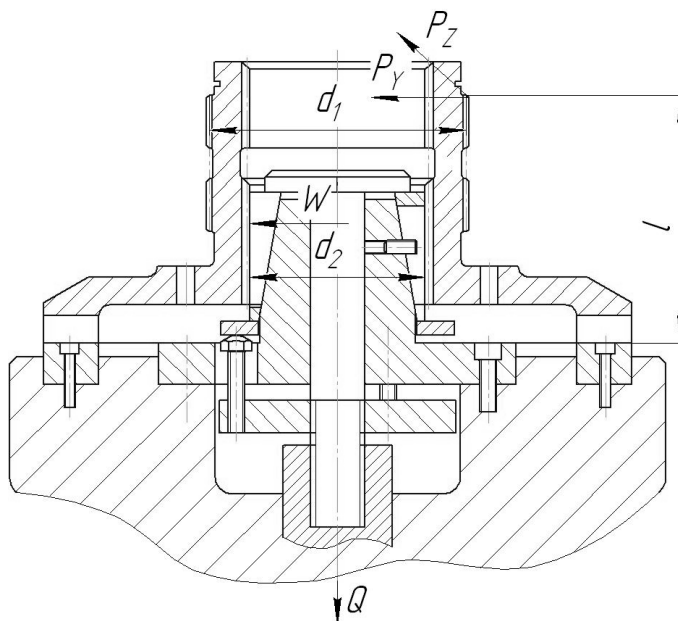


Рисунок 3.2 – Расчетная схема для определения силы закрепления

Из данной схемы следует, что искомая сила может быть определена из условия равновесия системы.

Момент силы резания:

$$M_p = \frac{P_z \cdot d_1}{2} \quad (3.2)$$

Момент, который должна создать сила W :

$$M_3 = \frac{W \cdot f \cdot d_2}{2}, \quad (3.3)$$

где f - коэффициент трения рабочих поверхностей.

Тогда получим:

$$W = \frac{2 \cdot K \cdot P_z \cdot d_1}{f \cdot d_2} \quad (3.4)$$

где K - коэффициент, который учитывает условия при обработке и конструкцию приспособления.

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \quad (3.5)$$

где $K_0, K_1, K_2, K_3, K_4, K_5, K_6$ - учитывают вид обработки, затупление инструмента, характер обработки, зажимной механизм, эргономику, особенности приспособления.

$$W = \frac{2 \cdot 1,80 \cdot 487 \cdot 955}{0,3 \cdot 62} = 8955 \text{ Н.}$$

Аналогичные расчеты проводим для второй составляющей силы резания:

$$M_p = P_y \cdot l \quad (3.6)$$

Момент от силы зажима:

$$M_z = \frac{2 \cdot W \cdot f \cdot d_2}{3} \quad (3.7)$$

Получаем:

$$W = \frac{1,5 \cdot 2,52 \cdot 308 \cdot 91}{0,3 \cdot 62} = 5697 \text{ Н.}$$

Из двух значений W для расчета силового привода выбираем наибольшее $Q = W = 8955 \text{ Н.}$

Расчет силового привода заключается в определении диаметра его поршня. В данном случае рабочее давление создается в штоковой полости, поэтому следует учесть диаметр штока d . Расчет проводим по формуле:

$$D = \sqrt{\frac{1,27 \cdot Q}{P} + d^2} \quad (3.8)$$

где P - давление в цилиндре.

Рабочей средой, создающей необходимое давление в цилиндре могут быть воздух или масло. Наиболее дешевым вариантом является использование воздуха. Тогда получаем:

$$D = \sqrt{\frac{1,27 \cdot 8955}{0,4} + 40^2} = 173 \text{ мм.}$$

Конструктивно привод с таким диаметром невозможно применить на данном станке, поэтому применим в качестве рабочей жидкости масло. Оно позволяет создавать большее давление. Тогда получим

$$D = \sqrt{\frac{1,27 \cdot 8955}{2,5} + 40^2} = 87 \text{ мм.}$$

Принимаем стандартное значение $D = 90$ мм.

На следующем этапе необходимо оценить точность приспособления [19]. Для этого необходимо составить соответствующую схему для определения погрешности (рисунок 3.3).

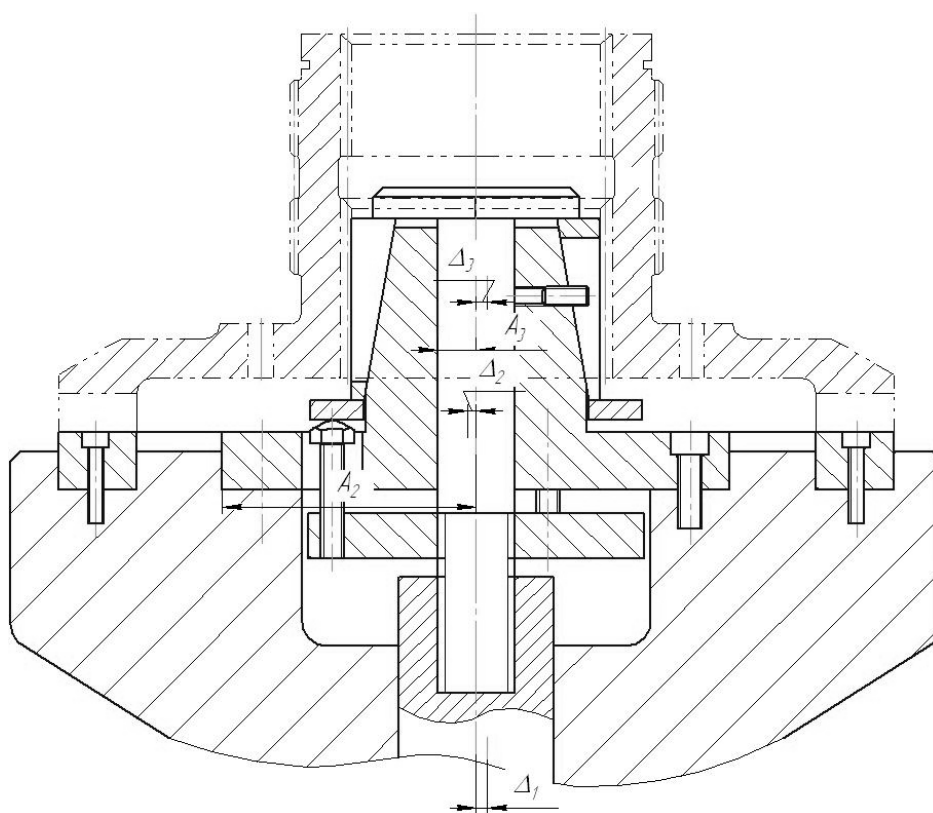


Рисунок 3.3 - Схема для определения погрешности

Исходя из разработанной схемы, получим:

$$\varepsilon_y = \frac{\omega \cdot A_{\Delta}}{2} = \frac{1}{2} \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \Delta_3^2} \quad (3.9)$$

где $\Delta_1, \Delta_2, \Delta_3$ – погрешности связанные с допусками на изготовление и пространственными отклонениями деталей приспособления.

$$\varepsilon_y = \frac{1}{2} \sqrt{0,05^2 + 0,028^2 + 0,106^2} = 0,038 \text{ мм.}$$

Полученное значение погрешности должно быть меньше допустимой, которая в данном случае равна:

$$\varepsilon_y^{\text{дон}} = 0,3Td = 0,3 \cdot 0,14 = 0,042 \text{ мм.}$$

Значит $\varepsilon_y \leq \varepsilon_y^{\text{дон}}$. Делаем вывод о том, что точность приспособления соответствует необходимой.

Конструкция приспособления представлена на соответствующем листе графической части.

3.2 Проектирование режущего инструмента

Одной из важнейших составляющих производственной системы является металлорежущий инструмент. Многие показатели техпроцесса, такие как, точность обработки, качество поверхностного слоя, частота настройки оборудования и другие зависят в первую очередь от применяемого инструмента.

В проектируемом техпроцессе большой объем токарной обработки и при этом применяются стандартные резцы с креплением пластины прихватом, что отражается на скорости смены пластины и надежности крепления. Проведем проектирование резца для токарных операций [20, 21].

Для используемых режимов резания и с целью обеспечения заданной геометрии (угол $\varphi = 91^\circ$) необходимо применить трехгранную пластину.

Для определения основных конструктивных параметров державки резца необходимо определить сечение стружки, которое зависит от подачи на оборот S и глубины срезаемого слоя t :

$$F = t \cdot S \quad (3.10)$$

$$F = t \cdot S = 2,0 \cdot 0,6 = 1,2 \text{ мм}^2.$$

Полученному значению сечения стружки соответствуют следующие конструктивные параметры державки: высота 25 мм, ширина 20 мм, длина 125 мм.

Для крепления режущей пластины применим конструкцию со штифтом. При этом необходимо определить минимально возможный его диаметр исходя из действующего на него усилия Q_1 и допустимого напряжения σ_σ :

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_1}{\pi \cdot \sigma_\sigma}} \quad (3.11)$$

Q_1 определяется из соотношения с составляющей силы резания $P_{z \max}$:

$$P_{z \max} = 0,7 \cdot Q_1 \quad (3.12)$$

Тогда,

$$Q_1 = \frac{P_{z \max}}{0,7} \quad (3.13)$$

$$Q_1 = \frac{164}{0,7} = 235 \text{ Н.}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_1}{\pi \cdot \sigma_\sigma}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 235}{3,14 \cdot 650}} = 2,13 \text{ мм.}$$

Округляем расчетный диаметр штифта до ближайшего большего 3 мм.

Размеры остальных элементов системы крепления определяем по данным [21].

Резец состоит из державки 1, в которой установлен расклинивающий винт 2, расклинивающий специально выполненную часть державки и поджимающий режущую пластину 4, находящуюся на опорной пластине 3 к штифту 5. В результате чего и происходит закрепление пластины на державке.

Такой способ крепления обеспечивает его надежность и экономию времени на замену пластины.

4 Безопасность и экологичность технического объекта

Определим наиболее вероятные риски и вредные производственные факторы, а также разработаем мероприятия по их устранению для производственного участка механической обработки сцепной полумуфты подъемного механизма штабелера. Для этих целей используем методику и данные [22].

4.1 Назначение и планировка участка

Рассматриваемый в работе участок предназначен для проведения операций механической обработки сцепной полумуфты подъемного механизма штабелера и других подобных деталей в условиях среднесерийного типа производства. Планировка участка приведена на рисунке 4.1.

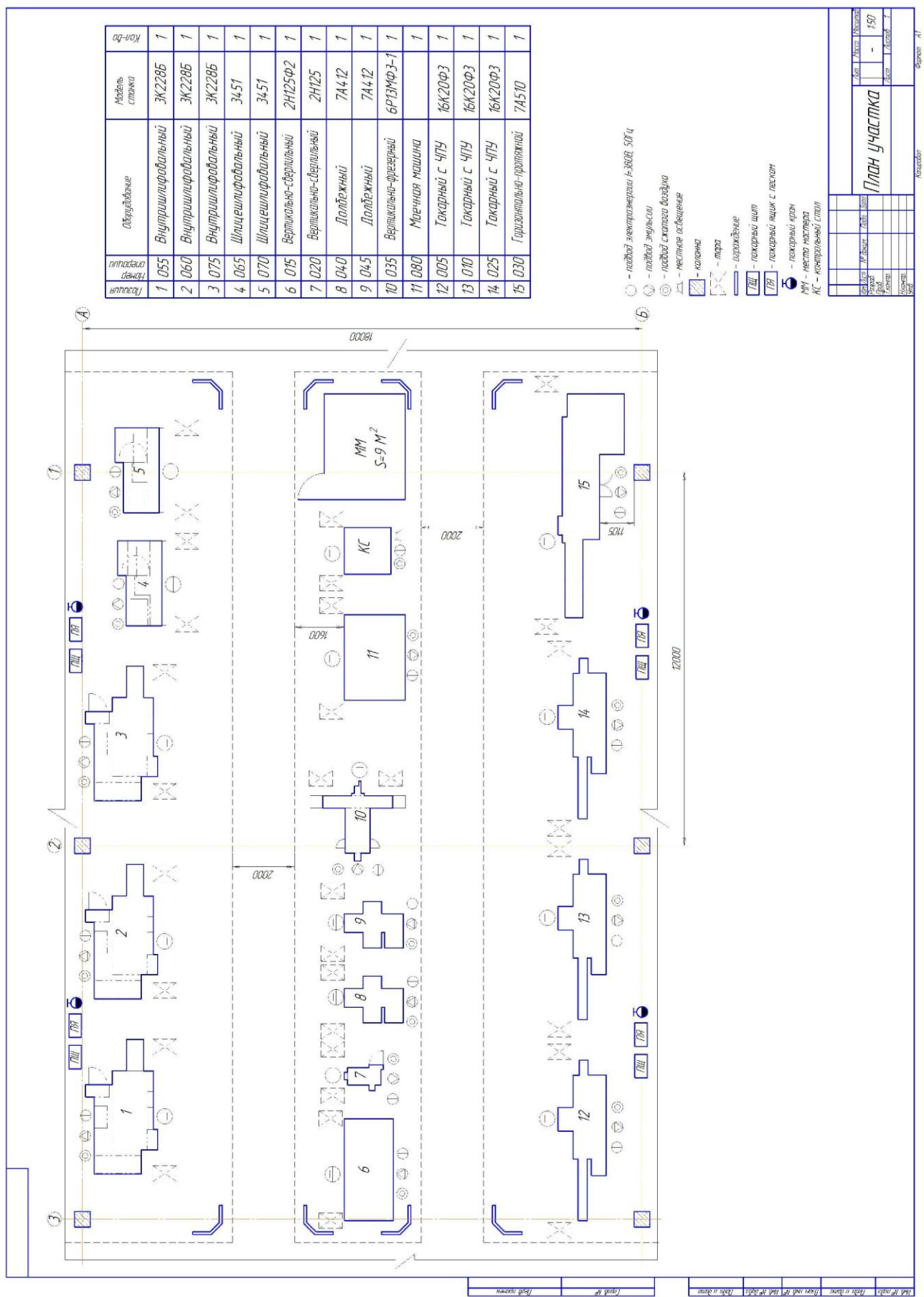


Рисунок 4.1 – План участка

4.2 Состав оборудования

Оборудование, используемое на участке, приведено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Состав оборудования

№ п/п	Оборудование	Количество, шт
1	Токарный с ЧПУ 16К20Ф3	3
2	Вертикально-сверлильный с ЧПУ 2Н125Ф2	1
3	Вертикально-сверлильный 2Н125	1
4	Горизонтально- протяжной 7А510	1
5	Вертикально-фрезерный с ЧПУ 6Р13МФ3-1	1
6	Долбежный 7А412	2
7	Внутришлифовальный 3К228Б	2
8	Шлицешлифовальный 3451	2
9	Внутришлифовальный 3К228Б	1
10	Моечная машина	1
Итого:		15

4.3 Технологический маршрут изготовления

В таблице 4.2 приведен технологический маршрут изготовления полумуфты.

Таблица 4.2 – Технологический маршрут изготовления

Наименование цеха	Номер операции	Наименование операции	Применяемое оборудование	Содержание операции
1	2	3	4	5
Кузнечный	000	Заготовительная	Кривошипный горячештамповочный пресс	Получение заготовки
Механический	005	Токарная	Токарный с ЧПУ 16К20Ф3	Точение контура, растачивание отверстия
Механический	010	Токарная	Токарный с ЧПУ 16К20Ф3	Точение контура, растачивание отверстия
Механический	015	Сверлильная	Вертикально-сверлильный с ЧПУ 2Н125Ф2	Сверление отверстий
Механический	020	Сверлильная	Вертикально-сверлильный 2Н125	Сверление отверстия
Механический	025	Токарная	Токарный с ЧПУ 16К20Ф3	Точение контура, растачивание отверстия
Механический	030	Протяжная	Горизонтально-протяжной 7А510	Протягивание шлиц
Механический	035	Фрезерная	Вертикально-	

Продолжение таблицы 4.2

1	2	3	4	5
кий			фрезерный с ЧПУ 6P13MФЗ- 1	Фрезеровани е зубьев
Механичес кий	040	Долбежная	Долбежный 7A412	Нарезание шлиц
Механичес кий	045	Долбежная	Долбежный 7A412	Нарезание шлиц
Термическ ий	050	Термическая		Закалка
Механичес кий	055	Шлифовальная	Внутришлифов альный 3K228Б	Шлифование отверстия, торца
Механичес кий	060	Шлифовальная	Внутришлифов альный 3K228Б	Шлифование отверстия, торца
Механичес кий	065	Шлифовальная	Шлицешлифова льный 3451	Шлифование шлиц
Механичес кий	070	Шлифовальная	Шлицешлифова льный 3451	Шлифование шлиц
Механичес кий	075	Шлифовальная	Внутришлифов альный 3K228Б	Шлифование отверстия
Механичес кий	080	Моечная	Моечная машина	Промывка, обдувка, сушка
Механичес кий	085	Контрольная	-	Контроль основных параметров

Проведение анализа рисков и возможных вредных производственных факторов, а также разработку мероприятий по снижению их влияния произведем для операций, которые подверглись изменению. Это операции 005 Токарная и 040 Долбежная.

4.4 Анализ вредных производственных факторов

Таблица 4.3 – Вредные производственные факторы

№ п/п	Технологические операции	Вредные производственные факторы	Мероприятия, которые позволяют уменьшить вредные воздействия
1	2	3	4
1	Токарная	<ol style="list-style-type: none"> 1. Отлетающая стружка и сливная стружка; 2. Повышенная температура поверхностей обрабатываемой заготовки; 3. Испарения смазочно-охлаждающей жидкости; 4. Повышенный уровень вибрации и шума от производственного оборудования. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Применение спецодежды, защитных экранов. Стружколомающих устройств. Конвейеров для удаления стружки; 2. Применение спецодежды и защитных очков; 3. Применение смазочно-охлаждающей жидкости на синтетической основе и местной вытяжной вентиляции.

Продолжение таблицы 4.3

1	2	3	4
			<p>4. Применение установки оборудования на виброопоры.</p> <p>Применение виброгасящих ковриков.</p> <p>Применение шумопоглощающих наушников, беруш и защитных акустических экранов.</p>
2	Долбежная	<p>1. Отлетающая стружка;</p> <p>2. Повышенная температура поверхностей обрабатываемой заготовки;</p> <p>3. Испарения смазочно-охлаждающей жидкости;</p> <p>4. Повышенный уровень вибрации и шума от производственного оборудования.</p>	<p>1. Применение спецодежды, защитных экранов.</p> <p>Конвейеров для удаления стружки;</p> <p>2. Применение спецодежды и защитных очков;</p> <p>3. Применение смазочно-охлаждающей жидкости на синтетической основе и местной вытяжной</p>

Продолжение таблицы 4.3

1	2	3	4
			вентиляции. 4. Применение установки оборудования на виброопоры. Применение виброгасящих ковриков. Применение шумопоглощающих наушников, беруш и защитных акустических экранов.

Вывод: анализ рисков и вредных факторов, появление которых возможно на участке изготовления сцепной полумуфты подъемного механизма штабелера позволил разработать комплекс мероприятий, которые призваны снизить влияние, выявленных рисков и вредных факторов на работников участка.

5 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 работе технических решений.

Особенностью совершенствования технологического процесса является то, что предлагается совершенствовать токарную операцию базового варианта. На этой операции совершенствование коснулось замены токарно-винторезного станка, модели 16К20 на токарно-винторезный станок с числовым программным управлением, модели 16К20Ф3. Кроме того, было предложено использование контурного резца с улучшенным креплением пластины Т5К10. В процессе обработки было улучшены условия дробления стружки, что позволило увеличить режимы резания и уменьшить трудоемкость выполнения операции. 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 [23]:

– 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 5.1.

Анализируя представленные на рисунке 5.1 значения, можно сказать, что при изменении технологического процесса увеличатся удельные затраты на единицу продукции на 29,67 руб., что составит 66,1%. Это связано с тем, что возникает необходимость приобретения нового оборудования и инструмента, а также появляются затраты, связанные с проектированием совершенствований технологического процесса.

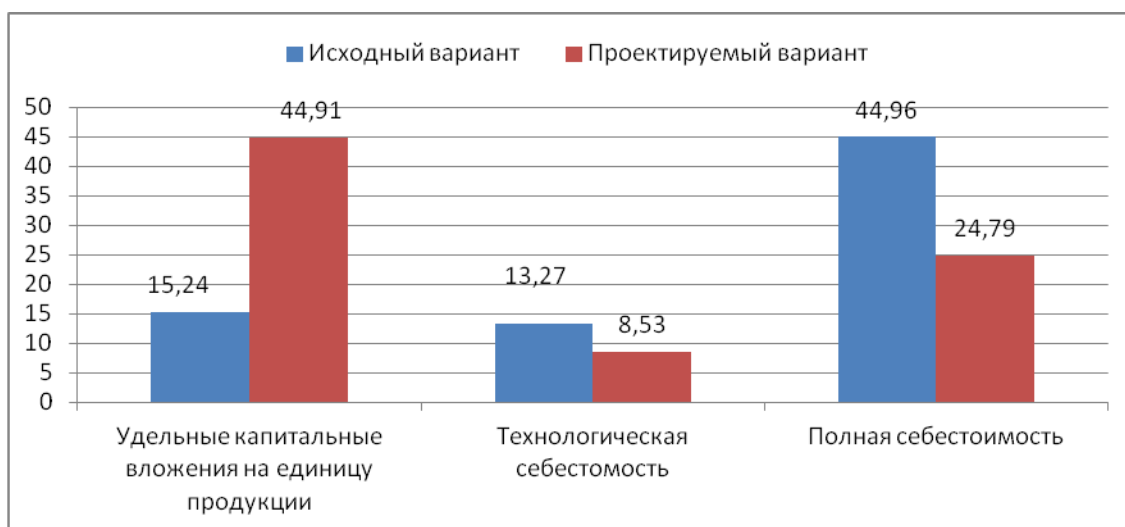


Рисунок 5.1 – Величины удельных капитальных вложений, технологической и полной себестоимости по вариантам, руб.

Не смотря на то, что удельные капитальные вложения возрастают, при этом технологическая и полная себестоимость уменьшатся на 35,7% и 44,86%, соответственно. Это вызвано тем, что замена оборудования и инструмента, и увеличение режимов резанья приводит к сокращению трудоемкости совершенствуемых операций, и как следствие – к уменьшению заработной платы.

В виду того, что расчеты показали положительные изменения в себестоимости изготовления, возникает необходимость провести расчеты с точки зрения экономической целесообразности внедрения изменений 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 изменений.

Для определения перечисленных показателей также будет использован

пакет программного обеспечения MicrosoftExcel. Результаты проведенных расчетов представлены в таблице 5.1

Таблица 5.1 – Значения показателей эффективности внедрения

№	Наименование показателей	Условное обозначение, единица измерения	Значение показателей
1	Чистая прибыль	$P_{\text{ЧИСТ}}$, руб.	64544
2	Срок окупаемости инвестиций	$T_{\text{ОК}}$, лет	4
3	Чистый дисконтированный доход	$\Delta_{\text{ИНТ}} = \text{ЧДД}$, руб.	24888,88
4	Индекс доходности	ИД, руб.	1,14

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

Как видно из таблицы 5.1, окупаемость наступит в течение 4-х лет, что позволяет говорить о необходимости внедрения данного предложения. В данном случае выполняется условие, о не превышении срока окупаемости порога 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 – 1,14 руб./руб.

И наконец, чистый дисконтированный доход или интегральный экономический эффект составляет 24888,88 рублей. Данная величина по расчетам получилась положительной, что дает право, также говорить о необходимости внедрения предлагаемого мероприятия по совершенствованию технологического процесса.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выполнение работы позволило спроектировать технологический процесс изготовления сцепной полумуфты подъемного механизма штабелера, который отвечает всем требованиям, сформулированным во введении.

Для решения задач, поставленных по результатам проведения анализа, были последовательно выполнены мероприятия по расчету и проектированию заготовки, спроектирован маршрут изготовления полумуфты и технологические операции. Для токарной черновой операции был спроектирован контурный резец, а для долбежной операции спроектирована цанговая оправка, что позволило уменьшить время обработки на данных операциях.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. <http://m-40.ru>
2. Горохов, В. А. Материалы и их технологии : учеб. для студентов вузов. В 2 ч. Ч. 1 / В. А. Горохов, Н. В. Беляков, А. Г. Схиртладзе ; под ред. В. А. Горохова. - Гриф УМО. - Минск : Новое знание, 2016 ; Москва : ИНФРА-М, 2016. - 588 с.
3. Константинов, И. Л. Технологияковки и горячей объемной штамповки : учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по направлению 22.03.02 "Металлургия" / И. Л. Константинов. - Гриф УМО. - Москва : ИНФРА-М, 2016 ; Красноярск : СФУ, 2016. - 549 с.
4. Меринов, В. П. Технология изготовления деталей : курсовое проектирование по технологии машиностроения : учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по специальности "Технология машиностроения" направления подготовки "Конструкторско-технол. обеспечение машиностр. пр-в" / В. П. Меринов, А. М. Козлов, А. Г. Схиртладзе ; 4-е изд., перераб. и доп. - гриф МО. - Старый Оскол : ТНТ, 2015. - 263 с.
5. Пухаренко, Ю. В. Механическая обработка конструкционных материалов [Электронный ресурс] : курсовое и диплом. проектирование : учеб. пособие / Ю. В. Пухаренко, В. А. Норин. - Санкт-Петербург : Лань, 2018. - 240 с.
6. Справочник технолога-машиностроителя. В 2 т. Т. 1 / А. М. Дальский [и др.] ; под ред. А. М. Дальского [и др.]. - 5-е изд., испр. - Москва : Машиностроение-1, 2003. - 910 с.
7. Методы получения заготовок в машиностроении и расчет припусков на их обработку : учеб. пособие для студентов машиностроит. вузов / Ю. М. Зубарев. - Гриф УМО. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2016. - 255 с.
8. Основы технологии машиностроения [Электронный ресурс] : учебник / В. В. Клепиков [и др.]. - Москва : ИНФРА-М, 2017. - 295 с.
9. Скворцов, В. Ф. Основы технологии машиностроения [Электронный

ресурс] : учеб. пособие / В. Ф. Скворцов. - 2-е изд. - Москва : ИНФРА-М, 2016. - 330 с.

10. Расторгуев, Д. А. Технологическая часть выпускной квалификационной работы машиностроительного направления [Электронный ресурс] : электронное учеб.-метод. пособие / Д. А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2017. - 34 с.

11. Справочник технолога-машиностроителя. В 2 т. Т. 2 / А. М. Дальский [и др.] ; под ред. А. М. Дальского [и др.]. - 5-е изд., испр. - Москва : Машиностроение-1, 2003. - 941 с.

12. Мещерякова, В. Б. Металлорежущие станки с ЧПУ [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. Б. Мещерякова, В. С. Стародубов. - Москва : ИНФРА-М, 2017. - 336 с.

13. Клепиков, В. В. Технологическая оснастка [Электронный ресурс] : станочные приспособления : учеб. пособие / В. В. Клепиков. - Москва : ИНФРА-М, 2017. - 345 с.

14. Боровский, Г. В. Справочник инструментальщика / Г. В. Боровский, С. Н. Григорьев, А. Р. Маслов ; под общ. ред. А. Р. Маслова. - 2-е изд., испр. - Москва : Машиностроение, 2007. - 463 с.

15. Пелевин, В. Ф. Метрология и средства измерений [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. Ф. Пелевин. - Минск : Новое знание, 2017 ; Москва : ИНФРА-М, 2017. - 273 с.

16. Назначение рациональных режимов резания при механической обработке [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. М. Кишуров [и др.]. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - Санкт-Петербург : Лань, 2018. - 216 с.

17. Схиртладзе, А. Г. Технологическая оснастка машиностроительных производств : учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по направлению "Конструкторско-технол. обеспечение машиностр. пр-в". Т. 3 / А. Г. Схиртладзе, В. П. Борискин. - 3-е изд., перераб. и доп. ; гриф УМО. - Старый Оскол : ТНТ, 2016. - 536 с.

18.Схиртладзе, А. Г. Станочные приспособления : учеб. пособие для вузов / А. Г. Схиртладзе, В. Ю. Новиков. - Гриф МО. - Москва : Высш. шк., 2001. - 110 с.

19.Схиртладзе, А. Г. Технологическая оснастка машиностроительных производств : учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по направлению "Конструкторско-технол. обеспечение машиностр. пр-в". Т. 2 / А. Г. Схиртладзе, С. Н. Григорьев, В. П. Борискин. - 4-е изд., перераб. и доп. ; гриф УМО. - Старый Оскол : ТНТ, 2016. - 517 с.

20.Инструментальные материалы [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Г. А. Воробьева [и др.]. - Санкт-Петербург : Политехника, 2016. - 267 с.

21.Клименков, С. С. Обрабатывающий инструмент в машиностроении [Электронный ресурс] : учебник / С. С. Клименков. - Минск : Новое знание, 2013 ; Москва : ИНФРА-М, 2013. - 459 с.

22.Горина, Л. Н., Фесина, М.И. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта». Уч.-методическое пособие. / Л. Н. Горина, М.И. Фесина - Тольятти: изд-во ТГУ, 2016. – 51с.

23.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.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Спецификации к сборочным чертежам

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<i>Документация</i>		
A1			<i>18.БР.ОТМП.362.70.000.00СБ</i>	<i>Сборочный чертеж</i>		
				<i>Детали</i>		
A4	1		<i>18.БР.ОТМП.362.70.001.00</i>	<i>Державка</i>	1	
A4	2		<i>18.БР.ОТМП.362.70.002.00</i>	<i>Винт нажимной</i>	1	
A4	3		<i>18.БР.ОТМП.362.70.003.00</i>	<i>Пластина опорная</i>	1	
A4	4		<i>18.БР.ОТМП.362.70.004.00</i>	<i>Режущая пластина</i>	1	
A4	5		<i>18.БР.ОТМП.362.70.005.00</i>	<i>Штифт</i>	1	
18.БР.ОТМП.362.70.000.00						
	<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>	
<i>Инв. № подл.</i>	<i>Разраб.</i>	<i>Бадакба</i>				<i>Лит.</i>
	<i>Проб.</i>	<i>Козлов</i>				<i>Лист</i>
<i>Н.контр.</i>	<i>Виткалов</i>					<i>Листов</i>
<i>Утв.</i>	<i>Логинов</i>					1
<i>Резец токарный</i>					<i>ТГУ, ТМБз-1331</i>	

Копировал

Формат А4

Перв. примен.		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
						Документация		
		A1			18.БР.ОТМП.362.65.000.00СБ	Сборочный чертеж		
						Детали		
Справ. №		A3	1		18.БР.ОТМП.362.65.001.00	Корпус	1	
		A4	2		18.БР.ОТМП.362.65.002.00	Крышка	1	
		A4	3		18.БР.ОТМП.362.65.003.00	Втулка	1	
		A4	4		18.БР.ОТМП.362.65.004.00	Сухарь	1	
		A4	5		18.БР.ОТМП.362.65.005.00	Крышка	1	
		A4	6		18.БР.ОТМП.362.65.006.00	Гильза	1	
		A4	7		18.БР.ОТМП.362.65.007.00	Поршень	1	
		A4	8		18.БР.ОТМП.362.65.008.00	Шток	1	
		A4	9		18.БР.ОТМП.362.65.009.00	Кольцо	1	
		A4	10		18.БР.ОТМП.362.65.010.00	Тяга	1	
		A4	11		18.БР.ОТМП.362.65.011.00	Гайка	1	
		A4	12		18.БР.ОТМП.362.65.012.00	Конус	1	
		A4	13		18.БР.ОТМП.362.65.013.00	Опора	1	
		A4	14		18.БР.ОТМП.362.65.014.00	Толкатель	1	
		A4	15		18.БР.ОТМП.362.65.015.00	Цанга	1	
					Стандартные изделия			
			16		Винт М5х25 ГОСТ174 76-84	5		
			17		Кольцо ГОСТ1567-68	1		
			18		Манжета ГОСТ144 75-80	2		
					18.БР.ОТМП.362.65.000.00			
Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
	Разраб.	Бадаква				Лит.	Лист	Листов
	Пров.	Козлов				В	1	2
	Н.контр.	Виткалов				ТГУ, ТМБз-1331		
	Утв.	Логинов						

Копировал

Формат А4

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Маршрутные карты

А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа										
						СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Гвоз	Шшт
Б					Код, наименование оборудования											
Т 19					396110 Патрон 3-х кулачковый ГОСТ 24351-80; 392190 Резец расточной ГОСТ 18879-73 Т5К10.											
Т 20					392190 Резец контурный специальный Т5К10; 392190 Резец упорный ГОСТ 18879-73 Т5К10; 393311											
Т 21					Штангенциркуль ШЦ-II ГОСТ 166-89.											
22																
А 23					ХХ ХХ ХХ 015 4120 Сверлильная											
Б 24					381210Вертикально-сверлильный2Н125Ф2.3 17335 312 1Р 1 1 1 1 900 1											12
0 25					Сверлить поверхность 3 в размер $\phi 6,5^{+0,15}$											
Т 26					396190Оправка цанговая; 391213Сверло $\phi 6,5$ ГОСТ10903-77 Р6М5; 393450Диаметр НМ-25 ГОСТ10-88.											
27																
А 28					ХХ ХХ ХХ 020 4120 Сверлильная											
Б 29					381210 Вертикально-сверлильный2Н125.3 17335 312 1Р 1 1 1 1 900 1											0.72
0 30					Сверлить поверхность 31 в размер $\phi 5^{+0,12}$ 38.2											
Т 31					396190 Оправка цанговая; 391213 Сверло $\phi 5$ ГОСТ10903-77 Р6М5; 393450 Диаметр НМ-25 ГОСТ10-88.											
32																
А 33					ХХ ХХ ХХ 025 4110 Токарная											
Б 34					381101 Токарный 16К20Ф3 3 18217 422 1Р 1 1 1 1 900 1											1,74
0 35					Точить поверхность; Установ А 12 17 19 20 23 34 35 43 44 45 в размер $\phi 86,5^{+0,14}$ $\phi 71^{+0,12}$											
0 36					$\phi 60,294^{+0,12}$, $104,9^{+0,14}$, $96,5^{+0,15}$, $2^{+0,48}$, $73^{+0,12}$, $72^{+0,12}$, $28,5^{+0,004}$, Установ Б 1 в размер 103,9											
Т 37					396110 Патрон 3-х кулачковый ГОСТ 24351-80; 392190 Резец расточной ГОСТ 18879-73 Т30К4; 392190											
Т 38					Резец контурный специальный Т30К4; 392190Резец расточной канавочный ГОСТ18879-73 Т5К10.											
Т 39					393311 Штангенциркуль ШЦ-II ГОСТ 166-89; 393450 Диаметр НМ-50 ГОСТ10-88.											
40																
А 41					ХХ ХХ ХХ 030 4180 Протяжная											
МК																

А	Шех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа							Тшт
						СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	
Б	Код, наименование обработки												
Б.42	381756	Горизонтально-прояжной	7А510	3	16458	312	1Р	1	1	900	1	0,68	
0.43	Протянуть поверхность 21, 22, 41, 42 в размер $72^{+0,12}$ $8^{+0,046}$												
Т.44	396190	Опора сферическая;	392341	Протяжка	шлицевая	ГОСТ 25161-82	Р18;	393400	Калидры.				
45													
А.46	XX XX XX	035	4262	Фрезерная									
Б.47	381631	Фрезерный	6Р13МФ3-1	3	18632	312	1Р	1	1	900	1	11,18	
0.48	Фрезеровать поверхность 6, 7 в размер $93,4^{+0,14}$, $115^{+0,046}$, $RO,4$, $60^{\circ} \pm 15'$												
Т.49	396190	Оправка цанговая;	391820	Фреза	концевая	$\phi 10$	ГОСТ17025-71	Р6М5;	391820	Фреза	концевая		
Т.50	$\phi 5$	ГОСТ17025-71	Р6М5;	393400	Калидр.								
51													
А.52	XX XX XX	040	4175	Долбежная.									
Б.53	381718	Долбежный	7А412	3	17960	422	1Р	1	1	900	1	1,65	
0.54	Долбить шлицы 26, 27, 37, 38 в размер 10 степени точности.												
Т.55	396110	Патрон цанговый;	392413	Долбяк	чашечный	$\phi 100$	ГОСТ9323-79	Р6М5;	393400	Калидр.			
56													
А.57	XX XX XX	045	4175	Долбежная.									
Б.58	381718	Долбежный	7А412	3	17960	422	1Р	1	1	900	1	1,36	
0.59	Долбить шлицы 26, 27, 37, 38 в размер 8 степени точности.												
Т.60	396110	Патрон цанговый;	392413	Долбяк	чашечный	$\phi 100$	ГОСТ9323-79	Р6М5;	393400	Калидр.			
61													
А.62	XX XX XX	050	Термическая										
63													
А.64	XX XX XX	055	4132	Шлифовальная									
МК													

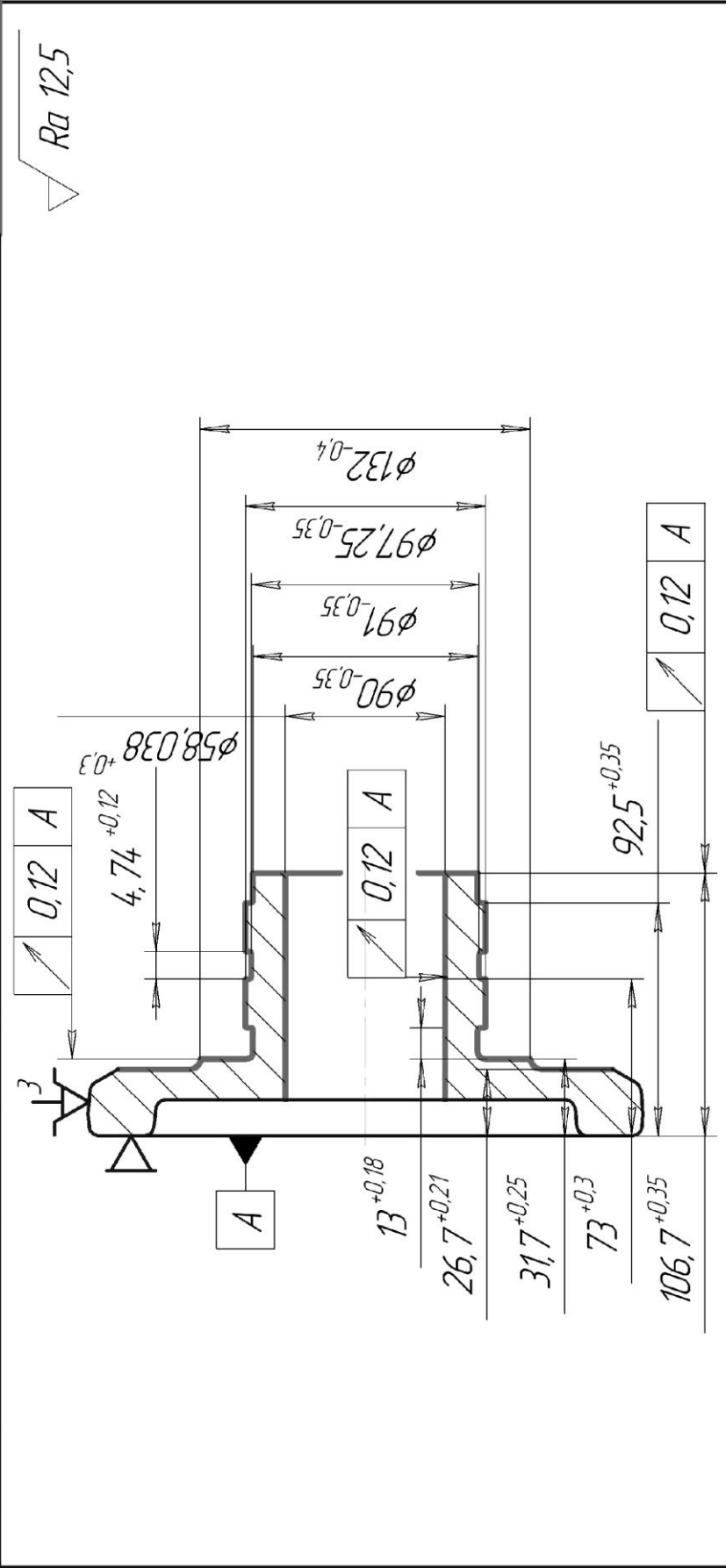
А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код. наименование операции	Обозначение документа													
						СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Глоз	Гшт			
Б					Код. наименование сборки														
Б.65					381312 Внутришлифовальный 3К228Б	3	18873	312	1Р	1	1	1	1	900	1				3,18
0.66					Шлифовать поверхность 1. 23. 43 в размер $\phi 61,556^{+0,040}$														103,4 ^{+0,057}
Т.61					396190 Патрон мембранный с роликами: 39810Круг шлифовальный: 393450Диаметр НМ-50 ГОСТ10-88.														
68																			
А.69					XX XX XX 060 4132 Шлифовальная														
Б.70					381312 Внутришлифовальный 3К228Б	3	18873	312	1Р	1	1	1	1	900	1				1,97
0.71					Шлифовать поверхность 12. 19 в размер $28^{+0,03}$														103 ^{+0,057}
Т.72					396190 Оправка цанговая: 39810Круг шлифовальный: 394300 Скада рыночная СР ГОСТ1098-75.														
73																			
А.74					XX XX XX 065 4130 Шлифовальная														
Б.75					381310 Шлицшлифовальный 3451	3	18873	312	1Р	1	1	1	1	900	1				1,74
0.76					Шлифовать поверхность 37. 27 в размер в степени точности.														
Т.77					396190 Оправка цанговая: 39810 Круг шлифовальный: 393400 Калибр.														
78																			
А.79					XX XX XX 070 4130 Шлифовальная														
Б.80					381310 Шлицшлифовальный 3451В	3	18873	312	1Р	1	1	1	1	900	1				2,14
0.81					Шлифовать поверхность 37. 27 в размер в степени точности.														
Т.82					396190 Оправка цанговая: 39810 Круг шлифовальный: 393400 Калибр.														
83																			
А.84					XX XX XX 075 4132 Шлифовальная														
Б.85					381312 Внутришлифовальный 3К228Б	3	18873	312	1Р	1	1	1	1	900	1				2,46
0.86					Шлифовать поверхность 23. 43 в размер $\phi 62^{+0,019}$														
Т.87					396190 Патрон мембранный с роликами: 39810Круг шлифовальный: 393400 Калибр.														
					МК														

А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа													
						СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Лист	Тшт			
Б					Код, наименование подразделения														
А 88					<i>XX XX XX 080 Моечная.</i>														
89																			
А 90					<i>XX XX XX 085 Контрольная.</i>														
91																			
92																			
93																			
94																			
95																			
96																			
97																			
98																			
99																			
100																			
101																			
102																			
103																			
104																			
105																			
106																			
107																			
108																			
109																			
110																			
																			МК

ПРИЛОЖЕНИЕ В
Операционные карты

Дибл.																						
Взак.																						
Подп.																						

Разрад	Буджета	ТГЧ,	005
Проверил	Козлов	Кафедра ОТМП	
И.контр.		Полумуфта	БР



Дубл.																				
Взам.																				
Подп.																				
Разроб.	Байбаба																			
Проверил	Козлов																			
Н.контр.																				
Наименование операции	ТГУ, Кафедра ОТМП			Полумуфта																
Текст	Твердость			ЕВ		МД		Профиль и размеры			МЗ		КОИД							
Текст	Материал			НВ 180		6,4		φ220,7х108,6			9,6		1							
Текст	Обозначение программы			То		Тб		Тум			СОЖ									
Текст	16К20Ф3			0,95				167			Укринал-1									
Текст	Д или В			L		t		i			S		V							
Текст	ПЧ			1		2		3			0,6		0,3		0,1					
Текст	1. Установить заготовку			1		2		3			0,6		0,3		0,1					
Текст	396110 Патрон 3-х кулачковый ГОСТ 24351-80; 392190 Резец расточной ГОСТ 18879-73 Т5К10;			1		2		3			0,6		0,3		0,1					
Текст	392190 Резец контурный специальный Т5К10; 392190 Резец упорный ГОСТ 18879-73 Т5К10.			1		2		3			0,6		0,3		0,1					
Текст	2. Точить поверхность 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 23, 28, 36 выдерживая размеры согласно эскиза.			1		2		3			0,6		0,3		0,1					
Текст	Р 05			1		2		3			0,6		0,3		0,1					
Текст	Р 06			2		3		0,6			0,3		0,1							
Текст	Р 07			3		0,6			0,3		0,1									
Текст	3. Открепить, снять деталь с приспособления, положить на тележку.			1		2		3			0,6		0,3		0,1					
Текст	08			1		2		3			0,6		0,3		0,1					
Текст	09			1		2		3			0,6		0,3		0,1					
Текст	10			1		2		3			0,6		0,3		0,1					
Текст	11			1		2		3			0,6		0,3		0,1					

