

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Тольяттинский государственный университет»

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»

(наименование кафедры)

15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных

производств»

(код и наименование направления подготовки)

Технология машиностроения

(профиль)

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему Технологический процесс изготовления опоры катка подвесного крана

Студент	<u>А.О. Гиндин</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Руководитель	<u>Д.Г. Левашкин</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Консультанты	<u>И.В. Краснопевцева</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
	<u>А.Н. Москалюк</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
	<u>В.Г. Виткалов</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)

Допустить к защите

Заведующий кафедрой к.т.н, доцент Н.Ю. Логинов

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

_____ (личная подпись)

« _____ » _____ 2018 г.

Тольятти 2018

АННОТАЦИЯ

Гиндин Антон Олегович. Технологический процесс изготовления опоры катка подвешного крана. Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства». ТГУ. Тольятти. 2018 г.

Данная работа рассматривает техпроцесс изготовления опоры катка подвешного крана. В первую очередь произведена оценка исходных данных и выявлены задачи, которые необходимо решить для достижения заданной цели. Произведен выбор заготовки, рассчитаны припуски на обработку каждой поверхности и на основании этого спроектирована заготовка. Разработана маршрутная технология изготовления опоры катка и проведен расчет и нормирование всех операций техпроцесса. Операции, нуждающиеся в доработке, усовершенствованы путем проектирования для них специальных средств оснащения. Выполнение экономических расчетов позволило оценить эффективность принятых технических решений.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
1 Исходные данные.....	5
2 Технологическая часть работы.....	9
3 Проектирование станочного приспособления и режущего инструмента.....	25
4 Безопасность и экологичность технического объекта.....	30
5 Экономическая эффективность работы.....	37
Заключение.....	41
Список используемых источников.....	42
Приложения.....	45

ВВЕДЕНИЕ

Повышение эффективности производства наиболее полно реализуется при полной его механизации. Наиболее сложным с технической точки зрения является реализация механизации погрузочно-разгрузочных и транспортных операций связанных с перемещением крупногабаритных и тяжелых грузов.

Одним из звеньев этой системы являются механизмы доставки деталей к технологическому оборудованию, как правило, в качестве таких механизмов используются подвесные краны. Опора катка является ответственной деталью крана, поэтому технология ее изготовления должна обеспечить выполнение всех требований по точности и состоянию поверхностного слоя детали.

Технология изготовления опоры катка, разрабатываемая в этой работе, должна учитывать не только требования качественных показателей, но и обеспечивать минимальные экономические затраты.

1 Исходные данные

1.1 Служебное назначение детали

Опора подвешенного крана предназначена для установки и закрепления катка. Опора устанавливается на подшипниках, которые запрессовываются во внутренние поверхности детали. Условия работы опоры достаточно сложные, т.к. эксплуатационные нагрузки могут быть достаточно большими и циклическими из-за особенностей транспортируемого груза. Рабочая среда является умеренно агрессивной, т.к. механизм работает в производственном помещении, но имеется контакт с внешней средой некоторых поверхностей, поэтому возможно попадание на них смазочно-охлаждающей жидкости, масла, стружки, что приведет к повышенному износу.

1.2 Технологичность детали

Для оценки технологичности опоры необходимо проанализировать ряд ключевых критериев [1]: материал детали, ее конфигурацию и возможности по ее механической обработке.

Опора изготавливается из стали 40ХН ГОСТ 4543-71. Данная имеет следующий химический состав [2]: углерод 0,36-0,44%, хром 0,45-0,75%, никель 1-1,4%, сера 0,035%, фосфор 0,035%, кремний 0,17-0,37%, марганец 0,5-0,8%, медь 0,3%. Основная механическая характеристика составляет: $\sigma_B = 750$ МПа.

Такие характеристики позволяют обеспечить обрабатываемость на операциях механической обработки для твердосплавного инструмента $K_o = 0,8$, для быстрорежущего инструмента $K_o = 0,72$, что является средним показателем, но не вызовет серьезного снижения производительности операций. Выбор методов получения заготовок ограничивается различными видами штамповки. С точки зрения проведения термообработки данная сталь отвечает всем требованиям технологичности и обеспечивает применение типового техпроцесса.

Конструкция опоры имеет типовые черты для деталей данного класса. Контур достаточно сложный, но состоит в основном из цилиндрических поверхностей, поэтому все операции механической обработки будут типовыми. Размеры детали и точность их выполнения не требуют применения специальных средств оснащения.

Объем механической обработки достаточно большой, что определяется количеством поверхностей и их характеристиками. Изменение данных характеристик недопустимо исходя из эксплуатационных показателей детали. При проектировании операций можно воспользоваться стандартными методами проведения расчетов. Базирование также является типовым для данного вида деталей. За черновые базы можно принять наружные поверхности, а за чистовые любые поверхности исходя из условия обеспечения основных принципов базирования. Следует отметить, что конструкция детали не требует создания для базирования специальных технологических поверхностей.

Проведенный анализ показывает высокие оценки технологичности опоры катка.

1.3 Анализ параметров техпроцесса

Параметры техпроцесса анализируются на основании типа производства. Для его определения необходимо знать массу детали и годовой объем выпуска, который в данном случае задан в размере 4000 деталей.

Массу опоры катка определяем по формуле:

$$M_o = V \cdot \rho \quad (1.1)$$

где V – объем;

ρ – плотность стали.

$$M_o = \left[\frac{\pi}{4} (0,253^2 \cdot 0,02 + 0,192^2 \cdot 0,048 + 0,165^2 \cdot 0,09 - 0,156^2 \cdot 0,014 - 0,15^2 \cdot 0,118 - 0,14^2 \cdot 0,006 - 0,156^2 \cdot 0,02) \right] \cdot 7850 = 11,71 \text{ кг.}$$

Зная значения объема выпуска и массы опоры используя данные [3] принимаем среднесерийный тип производства.

Анализ параметров проектируемого техпроцесса проводим по данным [4].

Организация техпроцесса в данном случае последовательная, групповая но допускаются и другие формы организации при соответствующем обосновании. Выпуск изделий производится периодическими партиями. Способ получения заготовки исходя из материала детали штамповка. Это позволяет сохранить припуски и напуски минимальными. Для определения величин припусков используются следующие методы: для точных поверхностей расчетный, для поверхностей средней и низкой точности табличный метод.

Для проектирования техпроцесса используется типовой техпроцесс изготовления деталей данного типа. Точность обработки обеспечивается методом работы на заранее настроенном оборудовании, также могут применяться средства активного контроля. Базирование заготовок осуществляется на основе основных принципов базирования.

Средства оснащения могут использоваться различные, но наиболее эффективными являются универсальные и станки с числовым программным управлением, универсальные приспособления, стандартный режущий инструмент и средства контроля. В случае необходимости, после экономического обоснования, возможно применение специальных средств оснащения.

Проектирование технологических операций осуществляется расчетными и статистическими методами, в зависимости от необходимой точности расчетов. Оформление техпроцесса основывается на использовании стандартной технологической документации.

1.4 Задачи работы

Из проведенного анализа вытекает ряд задач, которые необходимо решить для получения качественного технологического процесса изготовления

опоры катка.

Необходимо спроектировать максимально эффективную заготовку. Для этого необходимо произвести соответствующие экономические и технические расчеты.

Далее необходимо разработать маршрутно-операционную технологию для данной детали. Для этого необходимо спроектировать маршрут обработки, выбрать наиболее рациональные средства оснащения и рассчитать технологические операции.

Затем необходимо спроектировать специальные средства оснащения для операций, которые этого требуют исходя из экономических и технических показателей. Как правило, проектируются станочные приспособления и режущие инструменты.

Эффективность полученного техпроцесса изготовления опоры катка должны подтвердить соответствующие экономические расчеты.

2 Технологическая часть работы

2.1 Определение метода получения заготовки

В соответствии с рекомендациями проведенного ранее анализа исходных данных для получения заготовки опоры наиболее приемлемыми методами являются штамповка на горизонтально-ковочной машине и на молоте закрытых штампах. Выбор одного из методов проводим путем сравнения экономических затрат на получение деталей C_i [5].

$$C_i = C_{3i} + C_{ОБР.i} \quad (2.1)$$

где C_{3i} – затраты на заготовку;

$C_{ОБР.i}$ – затраты механической обработки.

Затраты на заготовку:

$$C_{3i} = \frac{Ц_{M.i} \cdot M_{3i}}{1000} K_{СП} \cdot K_T \cdot K_{СЛ} \quad (2.2)$$

где M_3 – вес заготовки;

$Ц_M$ – цена стали;

$K_{СП}$, K_T , $K_{СЛ}$ – справочные коэффициенты.

Вес заготовки:

$$M_{3i} = M_o \cdot K_p \quad (2.3)$$

где K_p – коэффициент, который учитывает форму заготовки и метод ее получения.

$M_{31} = 11,71 \cdot 1,5 = 17,57$ кг – для горизонтально-ковочной машины.

$M_{32} = 11,71 \cdot 1,7 = 19,91$ кг – для молота.

$$C_{31} = \frac{30000 \cdot 17,57 \cdot 1,2 \cdot 0,9 \cdot 1}{1000} = 569,29 \text{ руб.}$$

$$C_{32} = \frac{30000 \cdot 19,91 \cdot 1,3 \cdot 0,9 \cdot 1}{1000} = 698,85 \text{ руб.}$$

Затраты механической обработки:

$$C_{ОБР.i} = \frac{C_{уд} \left(\frac{1}{K_{ИМ.i}} - 1 \right) M_{д}}{K_{о}} \quad (2.4)$$

где $C_{уд}$ – удельные затраты.

$$C_{ОБР1} = \frac{40 \cdot \left(\frac{1}{0,67} - 1 \right) \cdot 11,71}{0,85} = 271,42 \text{ руб.}$$

$$C_{ОБР2} = \frac{40 \cdot \left(\frac{1}{0,59} - 1 \right) \cdot 11,71}{0,85} = 382,94 \text{ руб.}$$

Получим:

$$C_1 = 569,29 + 271,42 = 840,71 \text{ руб.}$$

$$C_2 = 698,85 + 382,94 = 1081,79 \text{ руб.}$$

Горизонтально-ковочная машина в данном случае более эффективна.

2.2 Проектирование заготовки

С целью проведения проектирования заготовки необходимо определить припуски на обработку поверхностей и напуски, а также определить остальные требования к заготовке [6].

Для определения припусков необходимо знать маршруты обработки каждой поверхности. Всем поверхностям присваивается свой номер (рисунок 2.1). Далее составляется маршрут обработки каждой поверхности согласно рекомендациям [7].

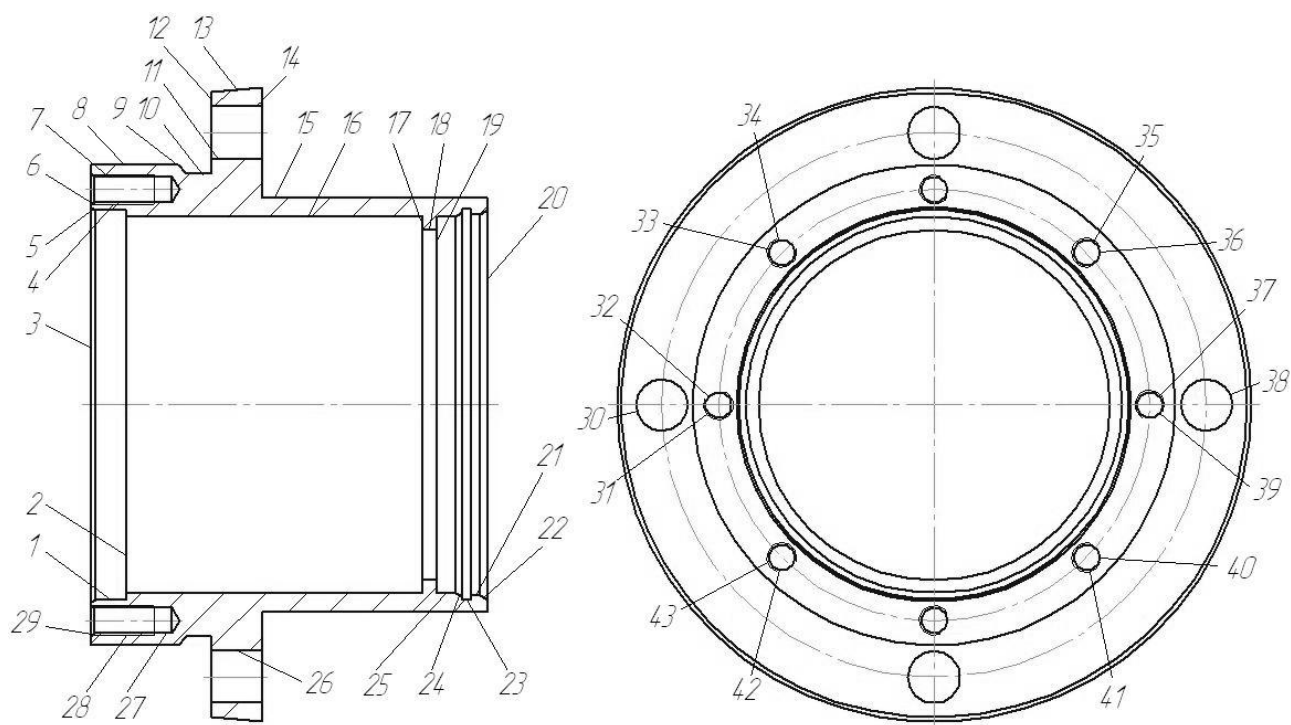


Рисунок 2.1 – Номера поверхностей

Поверхности 1, 25 обрабатываются согласно следующему маршруту: точение и точение чистовое, термообработка, шлифование и шлифование чистовое, хонингование.

Поверхности 2, 8, 9, 10, 12, 13, 18, 19 обрабатываются согласно следующему маршруту: точение черновое, термообработка.

Поверхности 3, 15, 20 обрабатываются согласно следующему маршруту: точение черновое и чистовое, термообработка, шлифование черновое.

Поверхности 4, 28, 31, 33, 35, 37, 41, 43 обрабатываются согласно следующему маршруту: резбонарезание, термообработка.

Поверхности 5, 21, 22, 23, 24 обрабатываются согласно следующему маршруту: точение чистовое, термообработка.

Поверхности 6, 7, 27, 29, 32, 34, 36, 39, 40, 42 обрабатываются согласно следующему маршруту: сверление, термообработка.

Поверхности 11, 26, 30, 38 обрабатываются согласно следующему маршруту: сверление, зенкерование, развертывание, термообработка.

Поверхность 14 обрабатывается согласно следующему маршруту: точение черновое и чистовое, термообработка.

Поверхности 16, 17 обрабатываются согласно следующему маршруту: точение и точение чистовое, термообработка, шлифование и шлифование чистовое.

Зная маршруты обработки поверхностей, определяем припуски на обработку каждой поверхности.

Для поверхности 16 $\varnothing 150H7(+0,04)$ расчеты проводим согласно расчетно-аналитического метода [8].

Для определения минимального значения припуска используем формулу:

$$Z_{i\min} = a_{i-1} + \sqrt{\Delta_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2} \quad (2.5)$$

где a , Δ , ε - составляющие припуска, определяемые из соответствующих рекомендаций.

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

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

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

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

Определение максимального припуска производится по формуле:

$$Z_{i\max} = Z_{i\min} + 0,5 \cdot \sqrt{TD_{i-1} + TD_i} \quad (2.6)$$

$$Z_{1\max} = Z_{1\min} + 0,5 \cdot \sqrt{TD_0 + TD_1} = 1,3 + 0,5 \cdot \sqrt{4,0 + 0,40} = 3,5$$

$$Z_{2\max} = Z_{2\min} + 0,5 \cdot \sqrt{TD_1 + TD_2} = 0,763 + 0,5 \cdot \sqrt{0,40 + 0,16} = 1,043$$

$$Z_{3\max} = Z_{3\min} + 0,5 \cdot \sqrt{TD_{TO} + TD_3} = 0,295 + 0,5 \cdot \sqrt{0,21 + 0,063} = 0,432$$

$$Z_{4\max} = Z_{4\min} + 0,5 \cdot \sqrt{TD_3 + TD_4} = 0,155 + 0,5 \cdot \sqrt{0,063 + 0,04} = 0,207$$

Средний припуск:

$$Z_{cpi} = \frac{Z_{imax} + Z_{imin}}{2} \quad (2.7)$$

$$Z_{cp1} = \frac{Z_{1max} + Z_{1min}}{2} = \frac{3 + 3,5}{2} = 2,4$$

$$Z_{cp2} = \frac{Z_{2max} + Z_{2min}}{2} = \frac{0,763 + 1,043}{2} = 0,903$$

$$Z_{cp3} = \frac{Z_{3max} + Z_{3min}}{2} = \frac{0,295 + 0,432}{2} = 0,364$$

$$Z_{cp4} = \frac{Z_{4max} + Z_{4min}}{2} = \frac{0,155 + 0,207}{2} = 0,259$$

Размеры по переходам

$$D_{(i-1)min} = D_{imin} + 2 \cdot Z_{imin} \quad (2.8)$$

$$D_{(i-1)max} = D_{(i-1)min} - TD_{i-1} \quad (2.9)$$

$$D_{icc} = \frac{D_{imax} + D_{imin}}{2} \quad (2.10)$$

Для термообработки минимальный размер определяем как:

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

$$D_{4min} = 150,000$$

$$D_{4max} = 150,040$$

$$D_{3max} = D_{4max} - 2 \cdot Z_{4min} = 150,04 - 0,310 = 150,350$$

$$D_{3min} = D_{3max} - TD_3 = 150,350 - 0,063 = 150,287$$

$$D_{TOmax} = D_{3max} - 2 \cdot Z_{3min} = 150,350 - 0,59 = 149,76$$

$$D_{TOmin} = D_{TOmax} - TD_{TO} = 149,76 - 0,21 = 149,55$$

$$D_{2max} = D_{TOmax} \cdot 0,999 = 149,76 \cdot 0,999 = 149,61$$

$$D_{2min} = D_{2max} - TD_2 = 149,61 - 0,16 = 149,55$$

$$D_{1max} = D_{2max} - 2 \cdot Z_{2min} = 149,61 - 1,526 = 148,084$$

$$D_{1min} = D_{1max} - TD_1 = 148,084 - 0,4 = 147,684$$

$$D_{0max} = D_{1max} - 2 \cdot Z_{1min} = 147,684 - 2,6 = 145,084$$

$$D_{0min} = D_{0max} - TD_0 = 145,084 - 4,0 = 141,084$$

$$\begin{aligned}
D_{cp0} &= \sqrt{D_{0\max} + D_{0\min}} \sqrt{2} = \sqrt{45,084 + 141,084} \sqrt{2} = 143,084 \\
D_{cp1} &= \sqrt{D_{1\max} + D_{1\min}} \sqrt{2} = \sqrt{48,084 + 147,684} \sqrt{2} = 147,884 \\
D_{cp2} &= \sqrt{D_{2\max} + D_{2\min}} \sqrt{2} = \sqrt{49,061 + 149,055} \sqrt{2} = 149,058 \\
D_{cpTO} &= \sqrt{D_{TO\max} + D_{TO\min}} \sqrt{2} = \sqrt{49,55 + 149,76} \sqrt{2} = 149,655 \\
D_{cp3} &= \sqrt{D_{3\max} + D_{3\min}} \sqrt{2} = \sqrt{50,287 + 150,35} \sqrt{2} = 150,319 \\
D_{cp4} &= \sqrt{D_{4\max} + D_{4\min}} \sqrt{2} = \sqrt{50,000 + 150,040} \sqrt{2} = 150,020
\end{aligned}$$

Суммарные припуски равны:

$$2Z_{\min} = D_{4\min} - D_{0\max} \quad (2.12)$$

$$2Z_{\max} = 2Z_{\min} + TD_0 + TD_4 \quad (2.13)$$

$$2Z_{cp} = \sqrt{2Z_{\min} + 2Z_{\max}} \sqrt{2} \quad (2.14)$$

$$\begin{aligned}
2Z_{\min} &= 150,040 - 141,084 = 8,956 \\
2Z_{\max} &= 8,956 + 4,0 + 0,04 = 12,996 \\
2Z_{cp} &= 0,5 \cdot \sqrt{8,956 + 12,996} \sqrt{2} = 10,976
\end{aligned}$$

Припуски для обработки других поверхностей по переходам определяем с использованием статистических данных [9]. Данный метод приемлем для точности обработки оставшихся поверхностей.

Припуски на поверхности 1, 25: для точения черного $Z_{\min} = 0,9$ мм, $Z_{\max} = 3,1$ мм; для точения чистового $Z_{\min} = 0,7$ мм, $Z_{\max} = 0,98$ мм; для шлифования черного $Z_{\min} = 0,5$ мм, $Z_{\max} = 0,612$ мм; для шлифования чистового $Z_{\min} = 0,3$ мм, $Z_{\max} = 0,363$ мм; для хонингования $Z_{\min} = 0,06$ мм, $Z_{\max} = 0,123$ мм.

Припуски на поверхность 3: для точения черного $Z_{\min} = 1,8$ мм, $Z_{\max} = 4,0$ мм; для точения чистового $Z_{\min} = 0,8$ мм, $Z_{\max} = 1,08$ мм; для шлифования черного $Z_{\min} = 0,4$ мм, $Z_{\max} = 0,512$ мм.

Припуски на поверхности 11, 26, 30, 38: для сверления $Z_{\min} = 9,85$ мм, $Z_{\max} = 10,18$ мм; для зенкерования $Z_{\min} = 0,5$ мм, $Z_{\max} = 0,543$ мм; для развертывания $Z_{\min} = 0,15$ мм, $Z_{\max} = 0,187$ мм.

Припуски на поверхность 15: для точения черного $Z_{\min} = 2,3$ мм, $Z_{\max} = 4,75$ мм; для точения чистового $Z_{\min} = 0,2$ мм, $Z_{\max} = 0,48$ мм; для шлифования черного $Z_{\min} = 0,15$ мм, $Z_{\max} = 0,262$ мм.

Припуски на поверхность 17: для точения черного $Z_{\min} = 1,8$ мм, $Z_{\max} = 3,705$ мм; для точения чистового $Z_{\min} = 0,8$ мм, $Z_{\max} = 0,947$ мм; для шлифования черного $Z_{\min} = 0,4$ мм, $Z_{\max} = 0,459$ мм; для шлифования чистового $Z_{\min} = 0,2$ мм, $Z_{\max} = 0,233$ мм.

Припуски на поверхность 20: для точения черного $Z_{\min} = 1,8$ мм, $Z_{\max} = 4,0$ мм; для точения чистового $Z_{\min} = 0,8$ мм, $Z_{\max} = 1,08$ мм; для шлифования черного $Z_{\min} = 0,4$ мм, $Z_{\max} = 0,512$ мм.

Данные по припускам используются для разработки рабочего чертежа заготовки.

2.3 Проектирование маршрута изготовления детали

Проектирование маршрута изготовления один из самых важных этапов, который определяет эффективность техпроцесса. Согласно проведенного анализа исходных данных для проектирования маршрута используются типовые маршруты изготовления опоры [10]. Получаем следующий маршрут.

Поверхности 14, 15, 18, 19, 20, 25 обрабатываются на 005 Токарной операции.

Поверхности 1, 2, 3, 8, 9, 10, 12, 13 обрабатываются на 010 Токарной операции.

Поверхности 14, 15, 20, 21, 22, 23, 24, 25 обрабатываются на 015 Токарной операции.

Поверхности 1, 3, 5, 16, 17 обрабатываются на 020 Токарной операции.

Поверхности 4, 6, 7, 11, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 41, 42, 43 обрабатываются на 025 Сверильной операции.

Все поверхности детали обрабатываются на 030 Термической операции.

Поверхности 3, 20 обрабатываются на 035 Шлифовальной операции.

Поверхности 1, 16, 17 обрабатываются на 040 Шлифовальной операции.

Поверхность 25 обрабатываются на 045 Шлифовальной операции.

Поверхность 15 обрабатываются на 050 Шлифовальной операции.

Поверхности 1, 16, 17 обрабатываются на 055 Шлифовальной операции.

Поверхность 25 обрабатываются на 060 Шлифовальной операции.

Поверхность 1 обрабатываются на 065 Хонинговальной операции.

Поверхность 25 обрабатываются на 070 Хонинговальной операции.

Все поверхности детали обрабатываются на 075 Моечной операции.

Все поверхности детали обрабатываются на 080 Контрольной операции.

На основе полученных данных формируем план изготовления опоры катка. Все технические требования для его формирования и схемы базирования принимаем согласно данным [11].

2.4 Выбор средств оснащения техпроцесса

От правильного выбора средств оснащения зависят в первую очередь экономические показатели техпроцесса. При этом все этапы выбора средств оснащения взаимосвязаны и при изменении в одном из них могут поменяться результаты на других этапах. В связи с этим выбор производим по рекомендациям [12]. Станки выбираем по данным [13], оснастку по данным [14], инструмент по данным [15], контрольные приборы по данным [16].

Таблица 2.1 - Станки

№ операции	Наименование	Точность	Модель станка
1	2	3	4
005	Токарная	12	SAMAT 135 NC

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3	4
010	Токарная	12	SAMAT 135 NC
015	Токарная	10	SAMAT 135 NC
020	Токарная	10	SAMAT 135 NC
025	Сверлильная	6	2Н125Ф3
030	Термическая		
035	Шлифовальная	8	3П722
040	Шлифовальная	8	3К227
045	Шлифовальная	8	3К227
050	Шлифовальная	8	3У131
055	Шлифовальная	7	3К227В
060	Шлифовальная	7	3К227В
065	Хонинговальная	7	3Б833
070	Хонинговальная	7	3Б833
075	Моечная		
080	Контрольная		

Таблица 2.2 – Станочные приспособления

№ операции	Наименование	Элементы для закрепления	Приспособление
1	2	3	4
005	Токарная	Кулачки	Патрон 7100-0031 ГОСТ2675-80
010	Токарная	Кулачки	Патрон 7100-0031 ГОСТ2675-80
015	Токарная	Лепестки цанги	Оправка цанговая специальная

Продолжение таблицы 2.2

1	2	3	4
020	Токарная	Лепестки цанги	Патрон цанговый специальный
025	Сверлильная	Кулачки	Оправка кулачковая специальная
030	Термическая		
035	Шлифовальная	Плита магнитная	Плита ГОСТ 17519-81
040	Шлифовальная	Зажимные кулачки	Патрон мембранный
045	Шлифовальная	Втулка	Оправка гидропластовая специальная
050	Шлифовальная	Втулка	Оправка гидропластовая специальная
055	Шлифовальная	Кулачки	Патрон мембранный специальный
060	Шлифовальная	Втулка	Оправка гидропластовая специальная
065	Хонинговальная	Кулачки	Патрон мембранный специальный
070	Хонинговальная	Втулка	Оправка гидропластовая специальная
075	Моечная		
080	Контрольная		

Таблица 2.3 - Инструмент

№ операции	Наименование операции	Материал режущей части	Название
1	2	3	4
005	Токарная	T5K10	Резец контурный ГОСТ18879-73, резец расточной ГОСТ18879-73
010	Токарная	T5K10	Резец контурный ГОСТ18879-73, резец расточной ГОСТ18879-73
015	Токарная	T30K4, T5K10	Резец расточной ГОСТ18879-73, резец контурный ГОСТ18879-73, резец расточной канавочный ГОСТ18879-73
020	Токарная	T30K4, T5K10	Резец расточной ГОСТ18879-73, резец контурный ГОСТ18879-73, резец расточной канавочный ГОСТ18879-73
025	Сверлильная	P18, P6M5	Сверо Ø20 ГОСТ10903-77, Сверо Ø12 ГОСТ10902-77, Зенкер Ø20 ГОСТ12489-71, Развертка Ø20 ГОСТ1672-80, Метчик M12 ГОСТ3266-81
030	Термическая		
035	Шлифовальная	Электрокорунд белый	Круг шлифовальный 1-200x32x100

Продолжение таблицы 2.3

1	2	3	4
			25A80K6V30м/с 1А
040	Шлифовальная	Электрокорунд	Круг 1-40x13x25 25A80K6V30м/с 1А
045	Шлифовальная	Электрокорунд	Круг 1-40x13x25 25A80K6V30м/с 1А
050	Шлифовальная	Электрокорунд	Круг 1-500x305x45 24A60K7V 30 м/с 1А
055	Шлифовальная	Электрокорунд	Круг 1-40x13x25 24A90K7V30м/с 1А
060	Шлифовальная	Электрокорунд	Круг 1-40x13x25 24A90K7V30м/с 1А
065	Хонинговальная	Электрокорунд	Хон 24A90N4V
070	Хонинговальная	Электрокорунд	Хон 24A90N4V
075	Моечная		
080	Контрольная		

Таблица 2.4 – Контрольные приборы

№ операции	Наименование операции	Точность	Средства контроля
1	2	3	4
005	Токарная	12	Нутромер ГОСТ10-88, штангенциркуль ГОСТ166-89
010	Токарная	12	Нутромер ГОСТ10-88, штангенциркуль ГОСТ166-89
015	Токарная	10	Нутромер ГОСТ10-88,

Продолжение таблицы 2.4

1	2	3	4
			микрометр МК-200 ГОСТ6507-90
020	Токарная	10	Нутромер ГОСТ10-88
025	Сверлильная	7	Калибр, нутромер ГОСТ10-88,
035	Шлифовальная	8	Скоба рычажная ГОСТ11098-75
040	Шлифовальная	8	Скоба рычажная ГОСТ11098-75
045	Шлифовальная	8	Скоба рычажная ГОСТ11098-75
050	Шлифовальная	8	Скоба рычажная ГОСТ11098-75
055	Шлифовальная	7	Скоба рычажная ГОСТ11098-75
060	Шлифовальная	7	Скоба рычажная ГОСТ11098-75
065	Хонинговальная	7	Скоба рычажная ГОСТ11098-75
070	Хонинговальная	7	Скоба рычажная ГОСТ11098-75

2.5 Определение режимов резания

Режимы резания являются основой для проектирования технологических операций. Для их определения можно использовать расчетно-аналитический метод [17] и статистический метод [18]. В обоих случаях результаты получаются достаточно точными для среднесерийного типа производства.

Данные по расчету режимов резания отражаем в маршрутных и операционных картах техпроцесса.

Обрабатываемый материал подвержен наклепу. Параметры наклёпа изменяются в достаточно широких пределах в зависимости от толщины среза. Уменьшение толщины среза относительно экстремальной величины приводит к увеличению всех характеристик наклёпа. Это объясняется влиянием радиуса округления режущей кромки на процесс резания. В данном случае уменьшается действительный передний угол резца в отличие от геометрии заточки, что приводит к резкому повышению степени деформации стружки и её усадки. Последнее оказывает доминирующее влияние на качество поверхностного слоя, вызывая повышение степени наклёпа и глубины его распространения. Увеличение толщины среза относительно значения 0,1 мм также приводит к росту всех параметров упрочнения, это объясняется тем, что при увеличении толщины среза, при прочих равных условиях, увеличивается толщина зоны стружкообразования и объём пластически деформированного металла, находящегося за линией среза. Кроме этого, увеличивается длина рабочего участка вспомогательной режущей кромки, что усложняет протекание процесса деформации материала от вспомогательной режущей кромки. Это приводит к увеличению сил, действующих со стороны вспомогательной режущей кромки на материал остаточного гребешка и поверхностного слоя, который деформируется в большей мере и на большую глубину.

Характеристики наклёпанного слоя для равных толщин среза остаются постоянными, что объясняется равенством степени деформации срезаемого металла и сил резания.

В процессе резания вследствие переменной толщины среза непостоянны силы резания, степень деформации и температура резания. Это приводит к образованию непостоянного наклёпа по ширине обработанной поверхности. Неравномерность наклёпа является концентратором остаточных напряжений и снижает эксплуатационные характеристики изделий.

Высота микронеровностей не остаётся постоянной по длине детали. С уменьшением толщины среза наблюдается уменьшение величины шероховатости для всех обрабатываемых материалов.

Анализ показывает, что фактическая высота микронеровностей значительно отличается от расчётной и зависит от степени пластической деформации в зоне стружкообразования.

Таблица 2.5 – Определение режимов резания

№ перехода	S_o	V	n	L_{PX}	T_o
1	2	3	4	5	6
005 Токарная					
1	0,3	166	320	145	1,51
2	0,3	150	320	95	0,99
3	0,4	150	320	10	0,08
010 Токарная					
1	0,3	254	320	90	0,94
2	0,3	225	320	150	1,56
3	0,4	225	320	15	0,12
015 Токарная					
1	0,1	327	630	145	2,3
2	0,1	297	630	25	0,4
3	0,05	309	630	5	0,16
020 Токарная					
1	0,1	380	630	20	0,32
2	0,1	297	630	150	2,38
025 Сверлильная					
1	0,4	25	400	88	0,55
2	0,14	37	1000	272	1,94
3	0,6	20	320	88	0,46

Продолжение таблицы 2.5

1	2	3	4	5	6
4	0,7	12	200	88	0,63
5	1,5	7	160	448	1,87
035 Шлифовальная Установ А					
1	1,0 мм/ход	20		242	3,25
Установ Б					
2	1,0 мм/ход	20		242	3,25
040 Шлифовальная					
1	0,005	51	300	16	0,27
2	0,014 мм/ход	50	300	120	0,29
045 Шлифовальная					
1	0,005	50	300	20	0,27
050 Шлифовальная					
1	0,017 мм/ход	52	300	92	0,68
055 Шлифовальная					
1	0,003	51	300	16	0,36
2	0,011 мм/ход	50	300	120	0,38
060 Шлифовальная					
1	0,003	50	300	20	0,36
065 Хонинговальная					
1	5 м/мин	25	-	14	0,5

Продолжение таблицы 2.5

1	2	3	4	5	6
070 Хонинговальная					
1	5 м/мин	25	-	20	0,55

3 Проектирование станочного приспособления и режущего инструмента

3.1 Проектирование станочного приспособления

Станочное приспособление спроектируем для операции наружного шлифования поверхности $\varnothing 165h8(-0,063)$, эскиз которой представлен на рисунке 3.1. Проектирование проводим по данным [19].

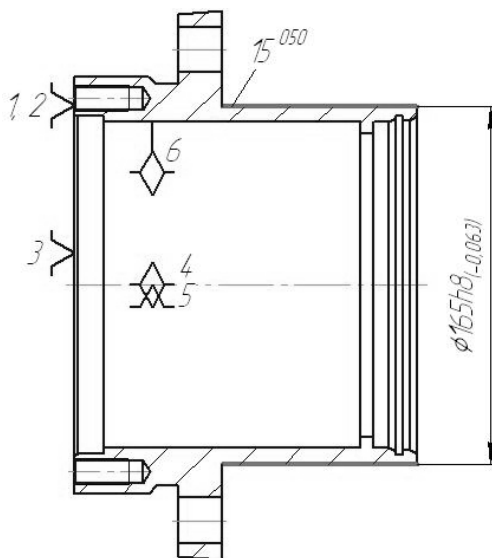


Рисунок 3.1 – Эскиз операции

Для проектирования гидропластовой оправки необходимо выбрать геометрические параметры втулки, которая будет непосредственно закреплять заготовку (рисунок 3.2).

Размеры тонкостенной втулки: $D = 149,972$ мм, $d = 144,675$ мм, $L = 70$ мм (из конструктивных соображений).

Далее определяем давление гидропластмассы $P_r = 25$ МПа, давление контакта втулки и заготовки $P_k = 6,2$ МПа, сила контакты гильзы и заготовки по окружности $Q = 60$ Н/мм.

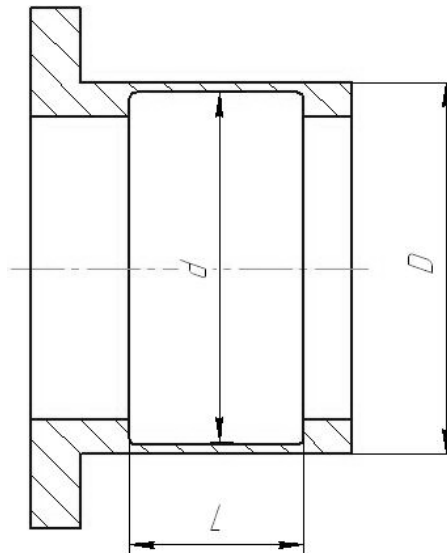


Рисунок 3.2 - Втулка

Рассчитываем момент, который гарантированно сможет передать оправка:

$$M_{кр.зар.} = \pi D^2 f \left[\frac{D}{2} + 0,5 P_k (L_r - 2l) \right] \quad (3.1)$$

где D – диаметр контактной поверхности заготовки;
 f – коэффициент характеризующий трение.

$$M_{кр.зар.} = \pi \cdot 150^2 \cdot 0,16 \left[\frac{150}{2} + 0,5 \cdot 6,2(70 - 40) \right] = 1729512 \text{ Н}\cdot\text{мм.}$$

Для надежного закрепления должно быть обеспечено условие:

$$M_{кр.зар.} \geq K \cdot M_{кр} \quad (3.2)$$

$$K \cdot M_{кр} = 2,5 \cdot 8000 = 20000 \text{ Н}\cdot\text{мм.}$$

$1729512 \geq 20000$ - условие выполнено.

Далее определяем диаметр плунжера:

$$d_n = D_u \sqrt{\frac{P_u}{P_z}} \quad (3.3)$$

где $D_{ц}$ – диаметр гидроцилиндра;

$P_{ц}$ – рабочее давление.

$$d_n = 90 \sqrt{\frac{1,0}{25}} = 19,34 \text{ мм.}$$

Ближайшее стандартное значение $d_n = 20$ мм.

Определение погрешности установки в данном приспособлении производим исходя из схемы, приведенной на рисунке 3.3.

$$\varepsilon_y = \frac{\omega \cdot A_{\Delta}}{2} = \frac{1}{2} \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \Delta_3^2} \quad (3.4)$$

где Δ_1 , Δ_2 , Δ_3 – погрешности допусков на изготовление и пространственных отклонений деталей приспособления.

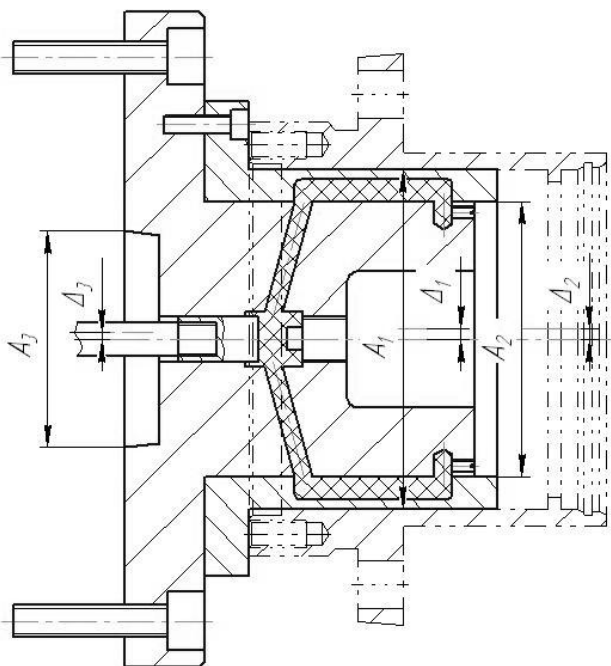


Рисунок 3.3 - Определение погрешности

$$\varepsilon_y = \frac{1}{2} \sqrt{0,012^2 + 0,03^2 + 0,028^2} = 0,017 \text{ мм.}$$

При этом допускаемая погрешность $\varepsilon_y^{don} = 0,3Td = 0,3 \cdot 0,03 = 0,019$ мм.

$\varepsilon_y \leq \varepsilon_y^{don}$ значит точность оправки отвечает необходимым требованиям.

3.2 Проектирование режущего инструмента

Рассчитываем и проектируем шлифовальный круг для 050 Шлифовальной операции [20].

Исходя из марки обрабатываемого материала и необходимых характеристик обрабатываемых поверхностей, выбираем среднюю структуру круга $V_{\text{ЗЕР}} = 46\%$. Отсюда находим объем связующего материала:

$$V_{\text{СВ}} = -11,5 + 1,5N + 2n \quad (3.5)$$

где N – твердость;

n – структура.

$$V_{\text{СВ}} = -11,5 + 1,5 \cdot 6 + 2 \cdot 5 = 7,5\%$$

Объем пор составляет:

$$V_{\text{ПОР}} = 49,5 - 1,5 \cdot N \quad (3.6)$$

$$V_{\text{ПОР}} = 49,5 - 1,5 \cdot 6 = 40,5\%$$

Выбираем керамическую связку.

Полученный круг будет иметь следующие характеристики: 1-500x305x45 24A60K7V 30 м/с 1А.

Для улучшения физических характеристик круга пропитываем его химически активным веществом, состоящим из мочевино-формальдегидной смолы и воды.

Круг испытывается на скорости большей на 50% чем рабочая. Это обеспечит прочность в 2,25 раза большую чем предполагается. $\sigma_B = 5 - 25$ МПа для разрыва, $\sigma_{\text{изг}} = 10 - 35$ МПа для изгиба, $\sigma_{\text{сж}} = 25 - 110$ МПа для сжатия. Такие характеристики полностью отвечают всем необходимым требованиям, предъявляемым к кругу.

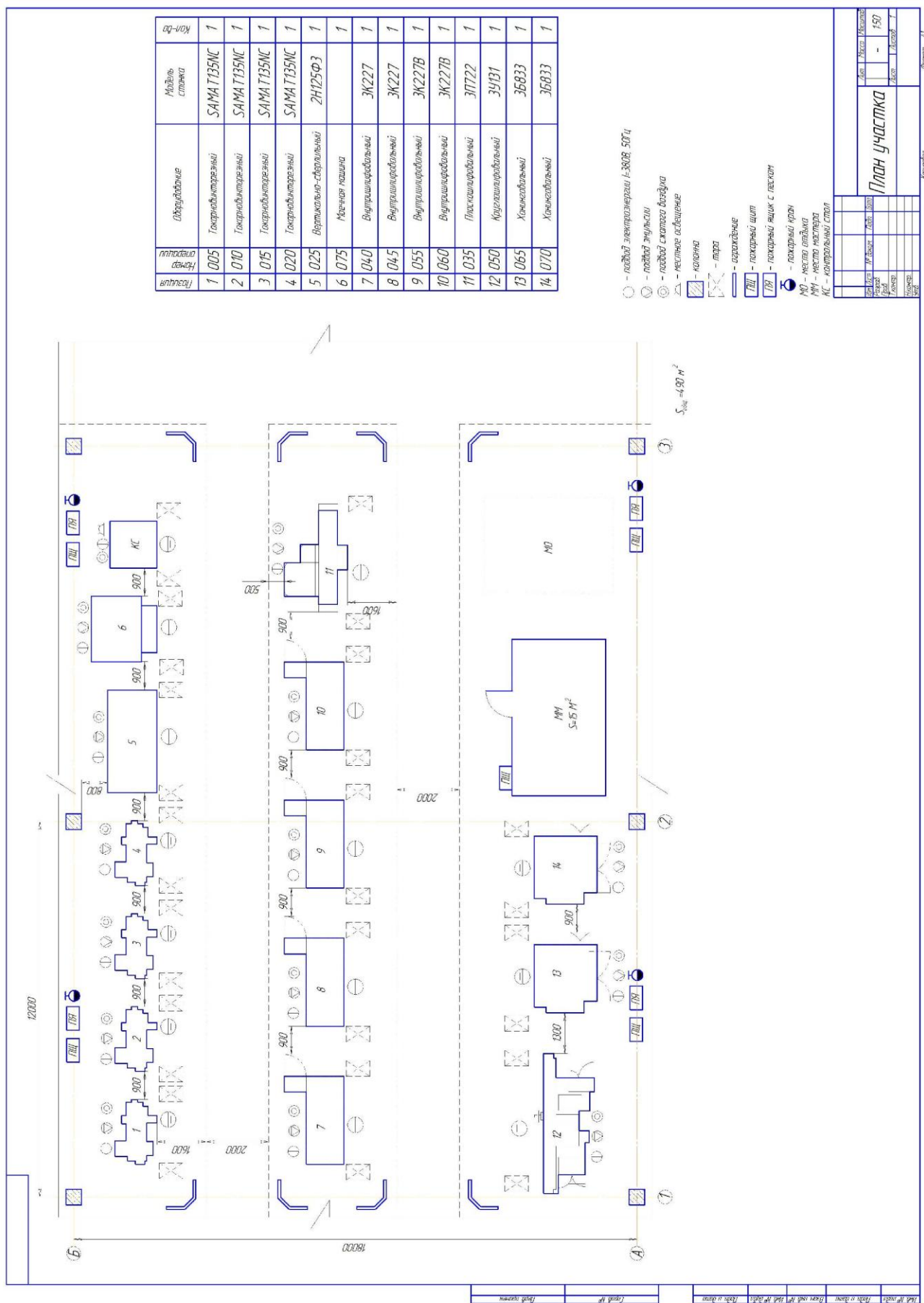
Кроме того, круг имеет усовершенствованную конструкцию, которая способствует улучшению охлаждения зоны резания. Для этого круг выполнен сборным из 12 абразивных сегментов, насаженных на планшайбу и прикрепленных при помощи специальных винтов. Данные винты имеют каналы для подвода смазочно-охлаждающей жидкости, что обеспечивает ее попадание непосредственно в зону резания. Для надежного крепления винта в планшайбе он должен вкручиваться на величину $l \geq 0,8 \cdot d$. Также следует учесть, что абразивные сегменты достаточно хрупкие, поэтому чтобы они не разрушились в процессе крепления, их следует выполнять из мягкого материала.

4 Безопасность и экологичность технического объекта

Основная задача раздела заключается в выявлении производственных рисков и вредных факторов, возникновение которых возможно на участке механической обработки опоры катка подвешного крана и разработке мероприятий по уменьшению их воздействия на работников участка. Для выполнения раздела будем использовать рекомендации [21].

4.1 Назначение и планировка участка

Рассматриваемый производственный участок предназначен для проведения операций механической обработки опоры катка подвешного крана. Выполнение планировки участка (рисунок 4.1) выполнялось с соблюдением рекомендаций по нормам технологического проектирования для среднесерийного типа производства.



Позиция	Наименование	Модель стеллажа	Кол-во
1	Токарный станок	SAMA T135NC	1
2	Токарный станок	SAMA T135NC	1
3	Токарный станок	SAMA T135NC	1
4	Токарный станок	SAMA T135NC	1
5	Верстак-стеллаж	2Н125Ф3	1
6	Металлический шкаф	ЭК227	1
7	Верстак-стеллаж	ЭК227	1
8	Верстак-стеллаж	ЭК227В	1
9	Верстак-стеллаж	ЭК227В	1
10	Верстак-стеллаж	ЭК227В	1
11	Полка	3П722	1
12	Круглый стол	3Ч131	1
13	Химический шкаф	36833	1
14	Химический шкаф	36833	1

- - лоток электроматериала Э-3808, 50Г
- - лоток для инструмента
- - лоток для скотча
- △ - место для освещения
- ▣ - колонна
- ✂ - лоток
- - рабочее место
- ▭ - рабочий стол
- ▭ - рабочий шкаф с полками
- ⊙ - рабочий кран
- МО - место оператора
- ММ - место мастера
- КС - контрольный стол

План участка			
№ документа	№ листа	Масштаб	Листов
			150
Исполнитель	Проверен	Дата	Лист
			1

Рисунок 4.1 – План участка

4.2 Состав оборудования

Состав оборудования участка в соответствии с технологическим процессом изготовления детали приведен в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Состав оборудования

№ п/п	Оборудование	Количество, шт
1	SAMAT 135 NC	4
2	Вертикально-сверлильный 2Н125Ф3	1
3	Плоскошлифовальный 3П722	1
4	Внутришлифовальный 3К227	4
5	Круглошлифовальный 3У131	1
6	Хонинговальный 3Б833	2
7	Моечная машина	1
Итого:		14

4.3 Технологический маршрут изготовления

В таблице 4.2 представлен маршрут изготовления детали, который содержит сведения о последовательности выполнения операций, используемом оборудовании и кратком содержании операций.

Таблица 4.2 – Технологический маршрут

Наименование цеха	Номер операции	Наименование операции	Применяемое оборудование	Содержание операции
1	2	3	4	5
Заготовительный	000	Заготовительная	Горизонтально-ковочная машина	Штамповка заготовки

Продолжение таблицы 4.2

1	2	3	4	5
Механический	005	Токарная	SAMAT 135 NC	Точение шеек, торцев, расточивание отверстий
Механический	010	Токарная	SAMAT 135 NC	Точение шеек, торцев, расточивание отверстий
Механический	015	Токарная	SAMAT 135 NC	Точение шеек, торцев, расточивание отверстий
Механический	020	Токарная	SAMAT 135 NC	Точение шеек, торцев, расточивание отверстий
Механический	025	Сверлильная	2Н125Ф3	Сверление, зенкерование отверстий, нарезание резьбы
Термический	030	Термическая		
Механический	035	Шлифовальная	3П722	Шлифование торцев
Механический	040	Шлифовальная	3К227	Шлифование отверстия

Продолжение таблицы 4.2

1	2	3	4	5
Механический	045	Шлифовальная	ЗК227	Шлифование отверстия
Механический	050	Шлифовальная	ЗУ131	Шлифование шейки
Механический	055	Шлифовальная	ЗК227В	Шлифование отверстия
Механический	060	Шлифовальная	ЗК227В	Шлифование отверстия
Механический	065	Хонинговальная	ЗБ833	Хонингование отверстия
Механический	070	Хонинговальная	ЗБ833	Хонингование отверстия
Механический	075	Моечная	Моечная машина	Промывка, обдувка, сушка
Механический	080	Контрольная	-	Контроль основных параметров

4.4 Анализ вредных производственных факторов

Анализ вредных факторов, которые могут возникнуть на участке и разработку мероприятий по их устранению, проводим для операций 025 Сверлильной и 050 Шлифовальной, которые были усовершенствованы в ходе проектирования технологического процесса путем проектирования для них специальных средств оснащения. В нашем случае это 025 Сверлильная и 050 Шлифовальная операции.

Таблица 4.3 – Вредные производственные факторы

№ п/п	Технологические операции	Вредные производственные факторы	Мероприятия, которые позволят уменьшить вредные воздействия
1	2	3	4
1	Сверление	<p>1. Отлетающая стружка.</p> <p>2. Высокая температура на поверхности обрабатываемой детали.</p> <p>3. Испарения СОЖ при механической обработке.</p> <p>4. Высокий уровень шума и вибраций при работе оборудования</p>	<p>1. Использование защитных очков и спецодежды.</p> <p>Использование защитного экрана.</p> <p>2. Использование СОЖ на синтетической основе.</p> <p>3. Использование местной вытяжки.</p> <p>4. Использование акустических экранов и средств индивидуальной защиты слуха (противошумные наушники, беруши).</p> <p>Использование резино-войлочных матов. Установка оборудования на виброгасящие опоры.</p>
2	Шлифование	<p>1. Отлетающая стружка.</p> <p>2. Высокая температура на поверхности</p>	<p>1. Использование защитных очков и спецодежды.</p>

Продолжение таблицы 4.3

1	2	3	4
		<p>обрабатываемой детали.</p> <p>3. Испарения СОЖ при механической обработке.</p> <p>4. Высокий уровень шума и вибраций при работе оборудования</p>	<p>Использование защитного экрана. 2. Использование СОЖ на синтетической основе.</p> <p>3. Использование местной вытяжки. 4. Использование акустических экранов и средств индивидуальной защиты слуха (противошумные наушники, беруши).</p> <p>Использование резино-войлочных матов. Установка оборудования на виброгасящие опоры.</p>

В результате выполнения раздела были выявлены вредные факторы, возникновение которых возможно на участке и разработан комплекс мер по снижению их воздействия 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 технических решений.

Особенностью совершенствования технологического процесса является то, что предлагается совершенствовать шлифовальную операцию базового варианта. На этой операции совершенствование коснулось оснастки и инструмента. Существующую цанговую оправку с ручным зажимом предлагается заменить на гидропластовую оправку с пневмоприводом. Применяемый инструмент – шлифовальный круг 1-500×305×45 24A60K7V 30 м/с 1А, заменить на шлифовальный круг с канавками для подвода СОЖ и канавками для улучшения охлаждения 1-500×305×45 24A60K7V 30 м/с 1А. Все перечисленные совершенствования приведут к уменьшению трудоемкости выполнения шлифовальной 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 [22]:

- 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.

Анализирую представленные на рисунке 5.1 значения, можно сказать, что при изменении технологического процесса увеличатся удельные затраты на единицу продукции на 3,7 руб., что составит 13,5%. Это связано с тем, что возникает необходимость приобретения новой оснастки и инструмента, а также появляются затраты, связанные с проектированием совершенствований технологического процесса.

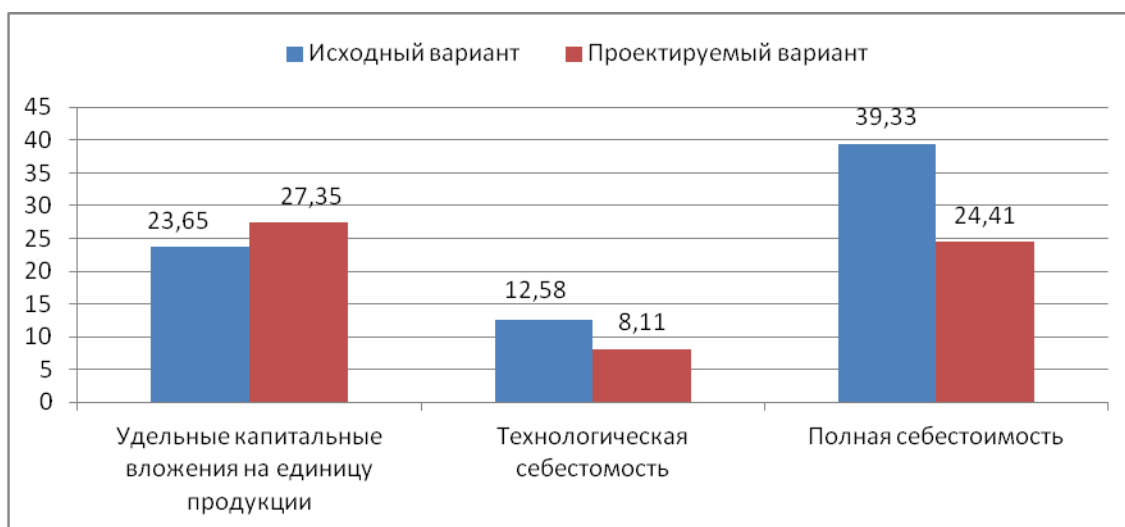


Рисунок 5.1 – Величины удельных капитальных вложений, технологической и полной себестоимости по вариантам, руб.

Не смотря на то, что удельные капитальные вложения возрастают, технологическая и полная себестоимость уменьшатся на 35,5% и 37,9%, соответственно. Это вызвано тем, что замена оснастки и инструмента приводит к сокращению трудоемкости совершенствуемой операции, и как следствие – к уменьшению заработной платы и расходов на содержание и эксплуатацию оборудования.

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 Microsoft Excel. 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.	47744
2	Срок окупаемости инвестиций	$T_{\text{ОК}}$, лет	3
3	Чистый дисконтированный доход	$\Delta_{\text{ИНТ}} = \text{ЧДД}$, руб.	11513,45
4	Индекс доходности	ИД, руб.	1,21

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

Как видно из таблицы 5.1, окупаемость наступит в течение 3-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 во второй половине этого интервала – 1,21 руб./руб.

И наконец, чистый дисконтированный доход или интегральный экономический эффект составляет 11513,45 рублей. Данная величина по расчетам получилась положительной, что дает право, также говорить о необходимости внедрения предлагаемого мероприятия по совершенствованию технологического процесса.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выполнение данной работы позволило спроектировать техпроцесс изготовления опоры катка подвешного крана, который полностью отвечает всем предъявляемым к нему требованиям. Для достижения данной цели были решены задачи связанные с выбором и проектирование заготовки, разработки маршрутно-операционной технологии и расчетами режимов обработки. Кроме того, реализованы мероприятия по увеличению эффективности производственного процесса, которые заключаются в проектировании оправки и инструмента для шлифовальной операции.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. 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.
2. <https://www.thermet.com/articles/all/stal-40hn>
3. Скворцов, В. Ф. Основы технологии машиностроения [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. Ф. Скворцов. - 2-е изд. - Москва : ИНФРА-М, 2016. - 330 с.
4. Основы технологии машиностроения [Электронный ресурс] : учебник / В. В. Клепиков [и др.]. - Москва : ИНФРА-М, 2017. - 295 с.
5. 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 УМО. - Старый Оскол : ТНТ, 2015. - 263 с.
6. 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.
7. Технология машиностроения [Электронный ресурс] : учебник / В. В. Клепиков [и др.]. - Москва : ИНФРА-М, 2017. - 387 с.
8. 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.
9. 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.

10. Сысоев, С. К. Технология машиностроения : Проектирование технол. процессов : учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по направлению подготовки дипломир. специалистов "Конструкторско-технол. обеспечение машиностр. пр-в" / С. К. Сысоев, А. С. Сысоев, В. А. Левко. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2016. - 349 с.
11. 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.
12. 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.
13. Мещерякова, В. Б. Металлорежущие станки с ЧПУ [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. Б. Мещерякова, В. С. Стародубов. - Москва : ИНФРА-М, 2017. - 336 с.
14. Клепиков В. В., Технологическая оснастка [Электронный ресурс] : станочные приспособления : учеб. пособие / В. В. Клепиков. - Москва : ИНФРА-М, 2017. - 345 с.
15. 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.
16. Пелевин, В. Ф. Метрология и средства измерений [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. Ф. Пелевин. - Минск : Новое знание, 2017 ; Москва : ИНФРА-М, 2017. - 273 с.
17. Солоненко, В. Г. Резание металлов и режущие инструменты [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. Г. Солоненко, А. А. Рыжкин. - Москва : ИНФРА-М, 2016. - 416 с.
18. Назначение рациональных режимов резания при механической обработке [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. М. Кишуоров [и др.]. - Изд.

2-е, перераб. и доп. - Санкт-Петербург : Лань, 2018. - 216 с.

19.Схиртладзе, А. Г. Технологическая оснастка машиностроительных производств : учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по направлению "Конструкторско-технол. обеспечение машиностр. пр-в". Т. 8 / А. Г. Схиртладзе, С. Н. Григорьев, В. П. Борискин. - Гриф УМО. - Старый Оскол : ТНТ, 2016. - 361 с.

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

21.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.

22.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	
Перв. примен.							
Справ. №							
A1			18.БР.ОТМП.365.70.000.00СБ	Сборочный чертеж			
Документация							
Детали							
A3	1		18.БР.ОТМП.365.70.001.00	Абразивный сегмент	12		
A4	2		18.БР.ОТМП.365.70.002.00	План-шайба	1		
A4	3		18.БР.ОТМП.365.70.003.00	Винт специальный	12		
A4	4		18.БР.ОТМП.365.70.004.00	Шайба специальная	12		
Подп. и дата							
Инв. № дубл.							
Взам. инв. №							
Подп. и дата							
			18.БР.ОТМП.365.70.000.00				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
Разраб.	Гиндин				Лит.	Лист	
Пров.	Левашкин				В	1	
Н.контр.	Виткалов				ТГУ, ИМ,		
Утв.	Логинов				гр. ТМБз-1331		
Инв. № подл.				Круг шлифовальный		Формат А4	

Копировал

Формат А4

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание		
							Перв. примен.	
				<u>Документация</u>				
A1			18.БР.ОТМП.365.65.000.00СБ	Сборочный чертеж				
				<u>Детали</u>				
A3	1		18.БР.ОТМП.365.65.001.00	Корпус	1			
A4	2		18.БР.ОТМП.365.65.002.00	Втулка	1			
A4	3		18.БР.ОТМП.365.65.003.00	Регулировочный винт	1			
A4	4		18.БР.ОТМП.365.65.004.00	Тяга	1			
A4	5		18.БР.ОТМП.365.65.005.00	Плунжер	1			
A4	6		18.БР.ОТМП.365.65.006.00	Втулка	1			
A4	7		18.БР.ОТМП.365.65.007.00	Корпус	1			
A4	8		18.БР.ОТМП.365.65.008.00	Корпус гидроцилиндра	1			
A4	9		18.БР.ОТМП.365.65.009.00	Шток	1			
A4	10		18.БР.ОТМП.365.65.010.00	Поршень	1			
A4	11		18.БР.ОТМП.365.65.011.00	Крышка	1			
				<u>Стандартные изделия</u>				
		12		Пробка М5 ГОСТ12717-78	2			
		13		Кольцо ГОСТ2833-77	1			
		14		Подшипник 206 ГОСТ8338-75	2			
		15		Кольцо ГОСТ 8752-79	3			
		16		Пробка М8 ГОСТ12717-78	2			
		17		Кольцо ГОСТ 8752-79	3			
		18		Кольцо ГОСТ 8752-79	2			
			18.БР.ОТМП.365.65.000.00					
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата				
Разраб.	Гиндин				Лит.	Лист	Листов	
Пров.	Левашкин				В	1	2	
Н.контр.	Виткалов				ТГУ, ИМ, гр. ТМБз-1331			
Утв.	Логинов							

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инд. № докл.	Подп. и дата

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
		19		Винт М8х10	1	
				ГОСТ 11074-93		
		20		Гайка М16	1	
				ГОСТ 15526-70		
		21		Винт М5х25	5	
				ГОСТ 11738-84		
		22		Винт М8х25	6	
				ГОСТ 11738-84		
		23		Винт М14х70	4	
				ГОСТ 11738-84		
		24		Винт М8х30	3	
				ГОСТ 11738-84		

18.БР.ОТМП.365.65.000.00

Лист
2

Копировал

Формат А4

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Маршрутные карты

Добл.																									
Взам.																									
Подп.																									
Разработал	Гиндин	ТГУ кафедры ОТМП																							
Проверил	Левашкин	Опра катка																							
Утвердил	Логинов																								
И.контр.	Виткалов																								
М01	Сталь 40ХН ГОСТ 4543-71																								
	Код	ЕВ	МД	ЕН	Н. расх.	КИМ	Код заготовки	Профиль и размеры	КД	МЗ															
М02		166	1171	1	0,66	24	φ260,2x164,4	1	17,57																
А	Цех	Уч	РМ	Опер.	Код, наименование операции	Обозначение документа																			
Б	Код, наименование оборудования					СМ	проект.	Р	УТ	КР	КФД	ЕН	ОП	Кшт	Тшт										
А03	XX XX XX 000 Заготовительная																								
Б04	Горизонтально кобачная машина																								
05																									
А06	XX XX XX 005 4110 Токарная																								
Б07	381101 Токарный САМАТ 135 NC 3 18217 422 1P 1 1 1200 1 3,06																								
0 08	Точить поверхность 14, 15, 18, 19, 20, 25 в размер φ165,7 ^{+0,4} , φ146,88 ^{+0,4} , φ140 ^{+0,4} , 162,2 ^{+0,4} , 139,2 ^{+0,4} ,																								
0 09	75 ^{+0,3} , 69,2 ^{+0,3} .																								
Т 10	396110 Патрон 3-х кулачковый ГОСТ 24351-80; 392190 Резец расточной ГОСТ 18879-73 Т5К10.																								
Т 11	392190 Резец контурный ГОСТ 18879-73 Т5К10; 393311 Штангенциркуль ШЦ-I ГОСТ 166-89; 393450																								
Т 12	Нулевой НМ-200 ГОСТ 10-88.																								
Б																									
А 14	XX XX XX 010 4110 Токарная																								
Б 15	381101 Токарный САМАТ 135 NC 3 18217 422 1P 1 1 1200 1 3,06																								
0 16	Точить поверхность 1, 2, 3, 8, 9, 10, 12, 13, 16 в размер φ253 ^{+0,52} , φ250 ^{+0,46} , φ192 ^{+0,46} , φ185 ^{+0,46} , φ152,88 ^{+0,4} .																								
МК																									

А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа												
						СМ	дроп.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Гшт	Тшт		
Б					Код, наименование, обозначения													
0 19					$\phi 147,684^{+0,4}$, $160,4^{+0,4}$, $145,2^{+0,4}$, $125,2^{+0,4}$, $111,2^{+0,35}$, $28,4$													
T 20					396190 Патрон цанговый специальный; 392190 Резец расточной ГОСТ 18879-73 Т5К10;													
T 21					392190 Резец контурный ГОСТ 18879-73 Т5К10; 393311 Штангенциркуль ШЦ-I ГОСТ 166-89; 393450													
T 22					Нутромер НМ-200 ГОСТ10-88.													
23																		
A 24					XX XX XX 015 4110 Токарная													
Б 25					381101 Токарный САМАТ 135 NC 3 18217 422 1P 1 1 1 1200											1	3,3	
0 26					Точить поверхность 14, 15, 20, 21, 22, 23, 24, 25 в размер $\phi 165,3^{+0,16}$, $\phi 148,6^{+0,16}$, $\phi 156^{+0,16}$,													
0 27					$159,6^{+0,16}$, $149,2^{+0,16}$, $69,2^{+0,12}$													
T 28					396190 Оправка цанговая; 392190 Резец расточной ГОСТ 18879-73 Т30К4; 392190 Резец контурный													
T 29					ГОСТ 18879-73 Т30К4; 392190 Резец расточной ГОСТ 18879-73 Т5К10; 394300 Микрометр МК-200													
T 30					ГОСТ6507-90; 393450 Нутромер НМ-200 ГОСТ10-88.													
31																		
A 32					XX XX XX 020 4110 Токарная													
Б 33					381101 Токарный САМАТ 135 NC 3 18217 422 1P 1 1 1 1200												1	3,14
0 34					Точить поверхность 1, 3, 5, 16, 17 в размер $\phi 154,28^{+0,16}$, $\phi 149,55^{+0,16}$, $158,8^{+0,16}$, $26,4^{+0,004}$													
T 35					396190 Патрон цанговый; 392190 Резец расточной ГОСТ 18879-73 Т30К4; 392190 Резец контурный													
T 36					ГОСТ 18879-73 Т30К4; 392190 Резец расточной ГОСТ 18879-73 Т5К10; 393450 Нутромер НМ-200													
T 37					ГОСТ10-88.													
38																		
A 39					XX XX XX 025 4120 Сверлильная													
Б 40					381210 Вертикально-сверлильный 2Н125Ф3 3 17335 312 1P 1 1 1 1200												1	6,18
0 41					Сверлить, зенкеровать, развертывать поверхности 11, сверлить поверхность 7, нарезать резьбу													
МК																		

А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	СМ	проф.	Р	УТ	КР	КВИД	ЕН	ОП	Кшт	Тшт	Обозначение документа		
																	Код, наименование обработки	СМ
0.42					поверхность 4 в размер $\phi 21^{+0,014}$													
Т 43					396190 Оправка кулачковая; 391213 Сверло $\phi 20$ ГОСТ10903-77 Р6М5; 391213Сверло $\phi 12$ ГОСТ10903-77 Р6М5; 391603 Зенковкер $\phi 21$ ГОСТ12489-71 Р6М5; 391703 Развертка $\phi 21$ ГОСТ1672-80; 391311Метчик М12 ГОСТ3266-81; 393450 Диаметр НМ-25 ГОСТ10-88; 393400 Калибр.													
46																		
А 47					XX XX XX 030 Термическая													
48																		
А 49					XX XX XX 035 4133 Плоскошлифовальная													
Б 50					381313 Плоскошлифовальный ЗП722 3 18873 312 1Р 1 1 1 1200												6.82	
0.51					Шлифовать поверхности 3, 20 в размер $158^{+0,063}$													
Т 52					396190 Плита магнитная; 396161 Круг шлифовальный; 394300 Скоба рычажная СР ГОСТ11098-75.													
53																		
А 54					XX XX XX 040 4132 Внутршлифовальная													
Б 55					381312 Внутршлифовальный ЗК227 3 18873 312 1Р 1 1 1 1200												1.31	
0.56					Шлифовать поверхности 1, 16, 17 в размер $\phi 155,34^{+0,063}$; $\phi 149,287^{+0,063}$													
Т 57					396190 Патрон мембранный; 39810 Круг шлифовальный; 394300 Скоба рычажная СР ГОСТ11098-75.													
58																		
А 59					XX XX XX 045 4132 Внутршлифовальная													
Б 60					381312 Внутршлифовальный ЗК227 3 18873 312 1Р 1 1 1 1200												0.82	
0.61					Шлифовать поверхность 25 в размер $\phi 149,34^{+0,063}$													
Т 62					396190 Оправка гидрорасставная; 39810 Круг шлифовальный; 394300 Скоба рычажная СР ГОСТ11098-75.													
63																		
А 64					XX XX XX 050 4130 Круглошлифовальная													
МК																		

А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа									
						СМ	проект	Р	УТ	КР	КРИД	ЕН	ОП	Китп	Глоз
Б 65					Круглошлифовальный 3У131	3	18873	312	1Р	1	1	1	1200	1	145
0.66					Шлифовать поверхность 15 в размер $\phi 165^{+0,063}$										
Т 67					396190 Оправка гидрорастающая. 39810 Круг шлифовальный. 394300 Скода рычажная СР ГОСТ11098-75.										
68															
А 69					ХХ ХХ ХХ 055 4132 Внутршлифовальная										
Б 70					381312 Внутршлифовальный 3К227В	3	18873	312	1Р	1	1	1	1200	1	152
0.71					Шлифовать поверхности 1. 16. 17 в размер $\phi 155.88^{+0,063}$ $\phi 150^{+0,04}$										
Т 72					396190 Патрон мембранный. 39810 Круг шлифовальный. 394300 Скода рычажная СР ГОСТ11098-75.										
73															
А 74					ХХ ХХ ХХ 060 4132 Внутршлифовальная										
Б 75					381312 Внутршлифовальный 3К227В	3	18873	312	1Р	1	1	1	1200	1	102
0.76					Шлифовать поверхность 25 в размер $\phi 149.88^{+0,063}$										
Т 77					396190 Оправка гидрорастающая. 39810 Круг шлифовальный. 394300 Скода рычажная СР ГОСТ11098-75.										
78															
А 79					ХХ ХХ ХХ 065 4191 Хонинговальная										
Б 80					381337 Хонинговальный 3Б833	3	18873	312	1Р	1	1	1	1200	1	116
0.81					Хонинговать поверхность 1 в размер $\phi 156^{+0,063}$										
Т 82					396190 Патрон мембранный. 39810 Хон. 394300 Скода рычажная СР ГОСТ11098-75.										
83															
А 84					ХХ ХХ ХХ 070 4191 Хонинговальная										
Б 85					381337 Хонинговальный 3Б833	3	18873	312	1Р	1	1	1	1200	1	121
0.86					Хонинговать поверхность 25 в размер $\phi 150^{+0,063}$										
Т 87					396190 Патрон мембранный. 39810 Хон. 394300 Скода рычажная СР ГОСТ11098-75.										
МК															

А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	СМ	проф.	Р	УТ	КР	Обозначение документа				Кшт	Гвоз	Тшт
											КОИД	ЕН	ОП	Тшт			
Б	Код, наименование обработки																
А 88	XX XX XX 075		Мясечная.														
89																	
А 90	XX XX XX 080		Контрольная.														
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

Дц.дл.																	
В-зак.																	
Подп.																	

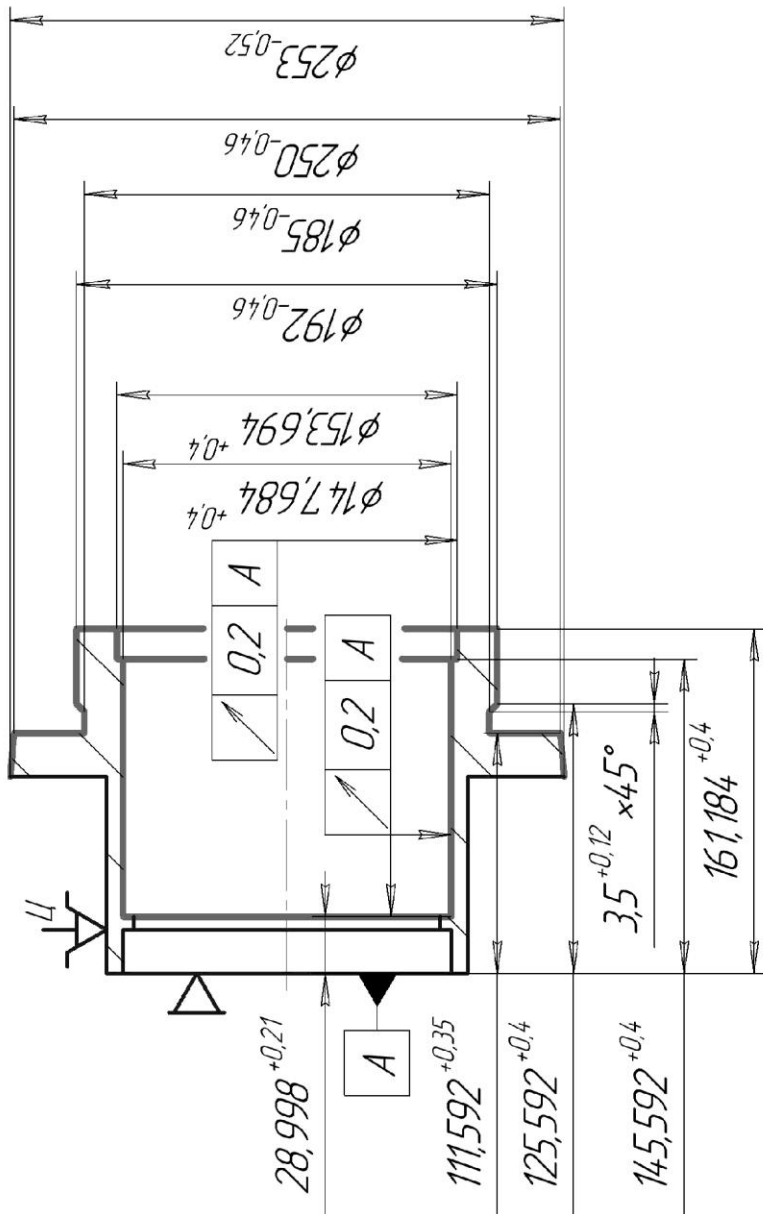
Розроб.	Гиндім																
Проверил	Лебашкин																
Н-контр.	Виткалов																

Опора катка

БР

010

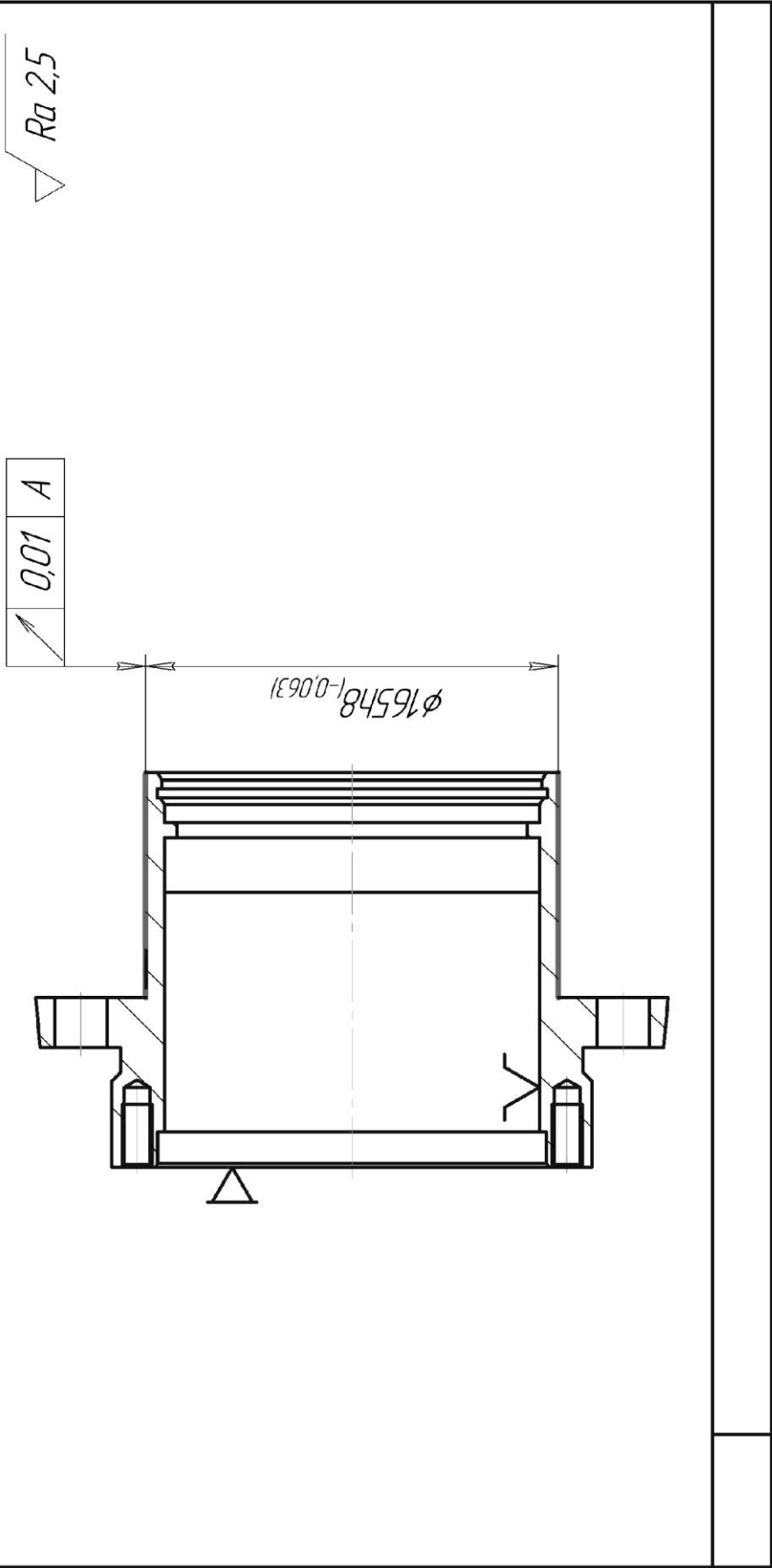
$Ra\ 12,5$



Дцбл.	Взам.	Подп.						Цех	Уч	Р.М.	Опер	
Разраб.	Гиндин		ИГУ								010	
Проверил	Ледяшкин		Кафедра ОТМП									
Н-контр.	Виткалов											
Наименование операции			Материал	Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры				МЗ	КОИД
Токарная			Сталь 40ХН ГОСТ 4543-71	HB 220	166	11,71	∅260,2x164,4				17,57	1
Обработка инструментом ЧПУ			Обозначение программы	To	Tb	Tпа	Tштп				СОЖ	
SAMAT 135 NC				2,62			3,06				Укринол-1	
			Д или В		L	t	i	S	n	v		
01	<i>1. Установить заготовку</i>											
T 02	<i>396190 Патрон цанговый специальный; 392190 Резец расточной ГОСТ 18879-73 T5K10;</i>											
T 03	<i>392190 Резец контурный ГОСТ 18879-73 T5K10.</i>											
0 04	<i>2. Точить поверхность 1 2 3 8 9 10 12 13 16 выдерживая размеры согласно эскиза.</i>											
P 05		1		2,3			0,3	320		254		
P 06		2		2,0			0,3	320		225		
P 07		3		1,7			0,4	320		225		
08	<i>3. Открепить, снять деталь с приспособления, уложить на тележку.</i>											
09												
10												
11												

Дцбл.														
Взам.														
Подп.														

Разроб.	Гунџин																			
Проверил.	Лебашкин																			
Н.контр.	Виткалов																			
												Опора катка		БР	050					



Дцбл.												
Взам.												
Подп.												

Разработ.	ТГУ, Кафедра ОТМП		Опер.	050
Проверил			Цех	Уч.
Нормир.			Р.М.	

Опора катка

Наименование операции	Материал	Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры	МЗ	КОИД
Шлифовальная	Сталь 40ХН ГОСТ 4543-71	НВ 220	166	11,71	ø260,2x164,4	17,57	1
Обработка, устройство ЧПУ	Обозначение программы	To	Tb	Tra	Tum	СОЖ	
34131		0,68			145	Укринол-1	

	Д или В	L	t	S	п	V
--	---------	---	---	---	---	---

1. Установить заготовку

396190 Оправка гидропластовая; 39810 Круг шлифовальный.

2. Шлифовать поверхность 15 выдерживая размеры согласно эскиза.

P ₀₄		1		0,4	0,017	300	30
-----------------	--	---	--	-----	-------	-----	----

3. Открепить, снять деталь с приспособления, уложить на тележку.

05							
06							
07							
08							
09							
10							
