

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

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»

(наименование кафедры)

15.03.01 «Машиностроение»

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Технологии, оборудование и автоматизация машиностроительных
производств

(направленность (профиль)/ специализация)

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему Технологический процесс изготовления корпуса робота
промышленного

Студент	<u>М.Э. Шибаяев</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Руководитель	<u>Д.Г. Левашкин</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Консультанты	<u>Н.В. Зубкова</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
	<u>П.А. Корчагин</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
	<u>А.Г. Егоров</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)

« _____ » _____ 2019 г.

Тольятти 2019

АННОТАЦИЯ

Целью настоящей бакалаврской работы является повышение экономической эффективности изготовления корпуса робота промышленного.

Для выполнения вышеуказанной цели необходимо выполнить следующие задачи:

1. Автоматизация управления циклом обработки и многостаночного обслуживания.
2. Сокращение вспомогательного времени технического обслуживания (перекрытие времени установки и закрепления деталей, ускорение холостых и установочных перемещений, сокращение времени на промеры, подналадки и установки инструмента вне станка).
3. Повышение доли машинного времени в основном технологическом процессе.
4. Снижение времени и затрат на специальную оснастку, сокращение и упрощение технологической наладки.
5. Сокращение сроков подготовки нового производства.
6. Сокращение начальных затрат (занимаемой площади, количества станков, складских запасов и площадей под них).
7. Сокращение числа контрольных операций.

СОДЕРЖАНИЕ

ВЕДЕНИЕ.....	4
1 Анализ исходных данных	6
2 Разработка технологической части работы.....	8
3 Проектирование специальных средств оснащения	30
4 Совершенствование операций на базе научных исследований....	33
5 Безопасность и экологичность технического объекта	36
6 Экономическая эффективность работы	41
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	45
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	46
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	49
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	51

ВВЕДЕНИЕ

Технологический процесс на сегодняшний день неразрывно связан с применением электронно-вычислительной техники на производстве. Трудно представить машиностроительный завод, не имеющий в своих цехах станков с программно-числовым управлением (ЧПУ). Вычислительная техника на производстве стала неотъемлемой частью. Практически нельзя найти место, где бы она не применялась: в цехах это от простейших станков с ЧПУ до сложнейших производственных модулей, способных выпускать продукцию полностью в автоматическом режиме; в конструкторских отделах это мощные компьютеры, позволяющие создавать готовые технологические процессы, включая чертежи, полностью в автоматическом режиме. В экономических отделах электроника взяла на себя все вычислительные функции; даже на складе применяется специальная система, позволяющая отыскать среди десятков тысяч наименований необходимое изделие и отправить его на место вызова [1].

Как показала практика, применение станков с ЧПУ на мелко и среднесерийных производствах дает наибольшую эффективность по сравнению с применением обычных станков. К тому же станки с ЧПУ являются основой для построений гибких автоматизированных производств. Это стало возможным благодаря тому, что данный вид станков легко переналаживается с одного вида продукции на другой с минимальными затратами на переналадку, давая высокую производительность и качественную продукцию. В этом заключается главный выигрыш по сравнению с обычными станками. Ведь для того, чтобы перевести станок с ЧПУ на другую продукцию достаточно лишь ввести в станок другую программу, а для окончательной наладки использовать корректоры. Автоматические станочные системы, которые представляют собой комплекс оборудования, состоящий из станка с ЧПУ, загрузчика, транспортно-складского устройства и управляющей электронно-вычислительной машины

(ЭВМ), обладают высокой гибкостью, необходимой для обработки широкой гаммы различных по конструкции деталей при их частой сменности [2].

Итак, проведем черту и приведем основные преимущества и недостатки применения станков с ЧПУ по отношению к обычным станкам:

- повышение производительности труда за счет сокращения вспомогательного и машинного времени обработки на станке;

- исключение предварительной разметки на детали и сокращение слесарных доводочных работ;

- повышение точности обработки деталей при сокращении штата необходимых контролеров и большого количества доводочных работ при сборке;

- упрощение, а значит удешевление специальной оснастки, т.к. большая точность достигается не за счет точности приспособления и направляющих для инструмента, а за счет точности самих станков;

- сокращение времени на наладку и переустановку обрабатываемых заготовок в среднем на 30 процентов;

- сокращение времени на межстаночную транспортировку за счет большей концентрации операций на одном станке;

- упрощение функций оператора, что дает возможность обслуживания нескольких станков одновременно;

К недостаткам можно отнести высокую стоимость станков с ЧПУ и невозможность их использования в крупносерийном и массовом производстве, где не требуется такая гибкость и скорость переналадки на другую продукцию.

Цель данной бакалаврской работы – разработка прогрессивного технологического процесса механической обработки детали «Корпуса робота промышленного» с использованием станков с ЧПУ с его экономическим обоснованием.

1 Анализ исходных данных

1.1 Анализ служебного назначения и условий работы детали

Исходя из назначения и конструкции детали, выбор материала является технологичным. Так как корпус является наиболее нагруженной деталью, он не должен быть тяжеловесным. Алюминиевый сплав имеет наименьший удельный вес, по сравнению с другими материалами, поэтому его выбор является оптимальным для данной конструкции. Технологичность заготовки зависит от сочетания форм и размеров с механическими качествами материала, влияющими на ее обрабатываемость, т.е. способность подвергаться механической обработке. Обрабатываемость материала заготовки обуславливает в процессе механической обработки достижения требуемой чистоты поверхности.

Корпус робота промышленного изготавливается из сплава АК 7ч литьем под давлением. Сплав обладает хорошими литейными свойствами:

- малая литейная усадка;
- повышенная жидкотекучесть;
- хорошая герметичность;
- не склонность к горячим трещинам.

Форма детали позволяет изготавливать заготовки с минимальными припусками и минимальным количеством обрабатываемых поверхностей. Для облегчения надежной работы корпуса робота промышленного и устойчивости его эксплуатационных качеств, втулка гнезда подшипника изготавливается из стали.

К технологической оценке относятся такие показатели как:

- а) сокращение сроков подготовки производства и освоение изготовления корпуса робота промышленного в заданном объеме;
- б) использование современных производительных технологических процессов обработки;
- в) обеспечение заданной точности при изготовлении технических условий.

г) обеспечение высокого качества корпуса робота промышленного и высокой производительности.

Исходя из этого, можно сказать, что данная деталь технологична. Корпус робота промышленного имеет правильную геометрическую форму, конструкторские базы совпадают с технологическими.

При изготовлении заготовки литьем в кокиль снижаются припуски на механическую обработку. Корпус робота промышленного можно обрабатывать на станках с программным управлением, причем с одного установка можно обработать несколько поверхностей.

В целом конструкция дает возможность обработки основания на высокопроизводительных многошпиндельных станках и многоинструментальных станках с ЧПУ.

1.2 Формулировка задач работы

В ходе выполнения бакалаврской работы необходимо выполнить следующие задачи:

1 Автоматизация управления циклом обработки многостаночного обслуживания.

2 Сокращение вспомогательного времени технического обслуживания (перекрытие времени установки и закрепления деталей, ускорение холостых и установочных перемещений, сокращение времени на промеры, подналадки и установки инструмента вне станка).

3 Повышение доли машинного времени в основном технологическом процессе.

4 Снижение времени и затрат на специальную оснастку, сокращение и упрощение технологической наладки.

5 Сокращение сроков подготовки нового производства.

6 Сокращение начальных затрат (занимаемой площади, количества станков, складских запасов и площадей под них).

7 Сокращение числа контрольных операций.

2 Разработка технологической части работы

2.1 Выбор стратегии разработки техпроцесса

Программа запуска, эффективный фонд рабочего времени оборудования и обоснование типа производства [5]

$$N_3 = N_6 \cdot \left(\frac{100}{100 - \alpha_{омс}} \right), \quad (2.1)$$

где N_6 - программа выпуска, $N_6 = 10000$ шт.;

$\alpha_{омс}$ - процент отсева по техническим причинам (0,3%...0,6%), принимаем $\alpha_{омс} = 0,5$ %;

$$N_3 = 10000 \cdot \left(\frac{100}{100 - 0,5} \right) = 10050 \text{ шт.}$$

Действительный фонд работы оборудования определяем по формуле [5]:

$$F_д = F_н \cdot \left(1 - \frac{P_p}{100} \right), \quad (2.2)$$

где $F_н$ - номинальный фонд работы оборудования (при 2-х сменной работе $F_н = 4000$ ч.);

P_p - процент простоя в ремонте (3%...5%), принимаем $P_p = 3$ %;

$$F_д = 4000 \cdot \left(1 - \frac{3}{100} \right) = 3880 \text{ ч.}$$

Тип производства определяем по коэффициенту серийности

$$K_c = \frac{r}{t_{um.ср.}}, \quad (2.3)$$

где r - такт производства, мин;

$$r = \frac{60 \cdot F_0}{N_3} = \frac{60 \cdot 3880}{10050} = 23,16 \text{ мин.} \quad (2.4)$$

$t_{um.ср.}$ - среднее штучное время

$$t_{um.ср.} = \frac{\sum t_{um.i}}{n}, \text{ мин.} \quad (2.5)$$

где n - количество операций, $n=12$;

$t_{um.i}$ - штучное время на операцию, мин;

$$t_{um.ср.} = \frac{70,9}{13} = 5,45 \text{ мин.}$$

Получаем коэффициент серийности

$$K_c = 23,73/7,075=3,35.$$

Согласно ГОСТ 14.004-79:

$K_c \leq 1,4$ - массовое производство;

$1,4 < K_c < 5$ – крупносерийное производство;

$5 \leq K_c \leq 10$ - серийное производство;

$K_c > 10$ – мелкосерийное производство.

Принимаем крупносерийное производство, так как коэффициент серийности получился равным $K_c=3,35$.

Трудоемкость изготовления детали представлена в таблице 2.1.

Таблица 2.1 - Трудоемкость изготовления детали

Операция	Оборудование	Разряд	$t_{шт}, мин$	$t_{пз}, мин$
010 Токарно-винторезная с ЧПУ	16К20Ф3С5	4	6,53	36
020 Вертикально-фрезерный	ОФ-55	4	2,52	25
030 Токарно-винторезная с ЧПУ	16К20Ф3С5	4	5,34	36
040 Токарно-винторезная с ЧПУ	16К20Ф3С5	4	21,2	36
050 Многоцелевая с ЧПУ	МС12-250М	4	9,5	34
060 Многоцелевая с ЧПУ	ВМ12-500	5	2,7	34
070 Многоцелевая с ЧПУ	ВМ12-500	5	7,1	34
080 Многоцелевая с ЧПУ	МС- 032	4	8,6	34
090 Слесарная	Верстак	4	4,5	8
110 Сборочная	Верстак	4	6,53	15
120 Токарно-винторезная с ЧПУ	16К20Ф3С5	4	6,49	36
130 Промывка	Ванна	3	3,8	8
Итого: $\Sigma t_{шт} = 84,81 мин$				

Базовый вариант технологического процесса изготовления детали представим в таблице 2.2.

Таблица 2.2 - Базовый вариант технологического процесса

Базовый технологический процесс	
Операции: 310, 320, 330.	Универсальные
Операция 340	Фрезерная 6М12П
Операция 350	Токарная 1К62
Операции: 360, 370, 390, 430, 480, 510, 540.	Универсальные.
Операции: 380, 400, 490, 520.	Универсальные.
Операции: 440, 450	Универсальные фрезерные
Операции: 410, 460, 520, 540, 550	Универсальные

Продолжение таблицы 2.2

Операции: 470, 500, 530	Универсальные
Операция 550	Слесарная
Операция 570	Контрольная
Операция 590	Сборочная
Операции: 610, 620	Токарные 1К62
Операция 670	Контрольная

В целом технологический процесс соответствует всем требованиям технологичности обработки корпуса робота промышленного.

Недостатками базового технологического процесса считаем:

1. Низкая концентрация обработки на одной операции.
2. Несоответствие режимов резания прогрессивным режимам.
3. Применение физически и морально устаревшего оборудования.
4. Низкий процент применения на станках быстрозажимных приспособлений и комбинированных режущих инструментов.

2.2 Выбор метода получения заготовки

Задача состоит в том, чтобы из разнообразных видов заготовок выбрать такую, которая была бы для данной детали самой экономичной.

Для выявления самой экономичной заготовки из ряда заготовок, удовлетворяющих прочностным и стойкостным характеристикам детали необходимо провести технико-экономический анализ.

Данную деталь можно получить:

- литьем в кокиль;
- литьем под давлением;

Все заготовки полученной при литье в кокиль:

Q_{зк.}=1040г.

Все заготовки полученной литьем под давлением:

Q_{зд.}=800г.

А вес готовой детали

$Q_d=600$ г.

Тогда коэффициент использования материала:

а) при литье в кокиль:

$$КИМ_k = \frac{Q_d}{Q_{з.к.}}, \quad (2.6)$$

$$КИМ_k = \frac{1040}{600} = 0,58.$$

б) при литье под давлением:

$$КИМ_д = \frac{Q_d}{Q_{з.д.}}, \quad (2.7)$$

$$КИМ_д = \frac{800}{600} = 0,75.$$

Рациональной считаем заготовку, полученную под давлением, т.к. ее вес 800г и коэффициент использования материала $КИМ = 0,75$, больше чем при литье в кокиль.

Определяем стоимость заготовок получаемых такими методами.

Стоимость заготовок при литье в кокиль и под давлением:

$$S_{заг} = \left(\frac{C_i}{1000} \cdot Q \cdot K_m \cdot K_c \cdot K_v \cdot K_m \cdot K_n \right) - Q - g \cdot \frac{S_{омх.}}{1000} \text{ руб}, \quad (2.8)$$

где C_i - базовая стоимость 1т. заготовок, руб;

при литье в кокиль $C_i=55850$ руб;

при литье под давлением $C_i=8210$ руб;

K_T, K_c, K_v, K_m, K_o – коэффициенты, зависящие от класса точности, группы сложности, массы, марки материала и объема производства заготовок.

$K_T=1$ – для 6 класса точности;

$K_c=1,12$ – для 4-ой группы сложности;

$K_v=1$ – для отливки весом до 1,5 кг;

$K_m=5,1$

$K_o=2$

Q – масса заготовки, кг;

$S_{отх.}$ - цена 1 т. отходов, руб.; $S_{отх.} = 10320$ руб.

g – масса готовой детали, кг;

$$S_{заг.кок} = \left(\frac{58084}{1000} \cdot 1,04 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 5,1 \cdot 2 \right) - (0,04 - 0,6) \cdot \frac{10320}{1000} = 734,84 \text{ руб.},$$

$$S_{заг.д.} = \left(\frac{44680}{1000} \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 5,1 \cdot 2 \right) - (0,04 - 0,6) \cdot \frac{10320}{1000} = 565,44 \text{ руб.},$$

Экономический эффект для сопоставления способа получения заготовок, при которых технологический процесс не меняется:

$$\Delta z = (S_{заг.кок} - S_{заг.д.}) \cdot N; \quad (2.9)$$

где $S_{заг.к.}$, $S_{заг.д.}$ – стоимость сопоставляемых заготовок, руб;

N – годовая программа выпуска, шт.

$$\Delta z = (734,84 - 564,44) \cdot 1000 = 299397.$$

Исходя из этого для получения заготовки, принимаем литье под давлением.

2.3 Определение припусков и проектирование заготовки

Технологический маршрут обработки поверхности состоит из операции черного растачивания и чистового.

Заготовка базируется по наружному диаметру и торцу.

Расчет ведем путем составления таблиц [7]. Суммарное значение R_z и T характеризующее качество поверхности литых заготовок.

$R_z = 200$ мкм; $T = 300$ [7].

Суммарное значение пространственных отклонений для заготовки данного типа:

$$\rho_z = \sqrt{\rho_{см}^2 + \rho_{кор}^2}, \quad (2.10)$$

где $\rho_{см}$ – погрешность литых заготовок по эксцентricности [7],

$\rho_{кор}$ – погрешность заготовок по короблению.

$$\rho_{кор} = \sqrt{\Delta k \cdot d^2 + \Delta k \cdot l^2}, \quad (2.11)$$

где Δk – величина удельного коробления,

d – диаметр заготовки,

l – длина обрабатываемого отверстия.

$$\rho_{см} = \sqrt{\left(\frac{\delta_B}{2}\right)^2 + \left(\frac{\delta_\Gamma}{2}\right)^2}, \quad (2.12)$$

где δ_B , δ_Γ – допуск на размер Б и Г [7].

$$\rho_{кор} = \sqrt{0,8 \cdot 55^2 + 0,7 \cdot 50^2} = 58 \text{ мкм},$$

$$\rho_{см} = \sqrt{200^2 + 200^2} = 284 \text{ мкм}.$$

Суммарное значение пространственного отклонения заготовки составит:

$$\rho_3 = \sqrt{284^2 + 58^2} = 289 \text{ мкм}.$$

Величина пространственного отклонения после чернового растачивания:

$$\rho_1 = 0,05 \cdot \rho_3, \text{ мкм}$$

$$\rho_1 = 0,05 \cdot 289 = 14,49 \text{ мкм}.$$

Погрешность установки при черновом растачивании:

$$\varepsilon_1 = \sqrt{\varepsilon_0^2 + \varepsilon_3^2}, \quad (2.13)$$

где ε_0 – погрешность базирования в самоцентрирующем патроне, $\varepsilon_0 = 0$.

ε_3 – погрешность закрепления заготовки принимаем 700 мкм, табл. 37

[6].

$$\varepsilon_1 = \sqrt{\varepsilon_3^2} = 700 \text{ мкм}, \quad (2.14)$$

Остаточная погрешность установки при чистовом растачивании:

$$\varepsilon_2 = 0,05 \cdot \varepsilon_1 + \varepsilon_{\text{инд}}, \quad (2.15)$$

где $\varepsilon_{\text{инд}}$ – погрешность установки $\varepsilon_{\text{инд}} = 0$, т.к. черновое и чистовое растачивание производится за одну установку.

$$\varepsilon_2 = 0,05 \cdot 700 + 0 = 34 \text{ мкм}$$

Рассчитаем минимальные значения межоперационных припусков, пользуясь формулой:

$$2Z_{\min} = 2 \left(Z_{i-1} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2} \right), \quad (2.16)$$

min припуск под растачивание:

предварительное

$$2Z_{\min} = 2 \left(0 + 300 + \sqrt{289^2 + 700^2} \right) = 2 \cdot (0 + 754) = 2514 \text{ мкм},$$

окончательное

$$2Z_{\min} = 2 \left(0 + \sqrt{14,49^2 + 35^2} \right) = 116 \text{ мкм}.$$

Результаты расчетов сводим в таблицу 2.3.

Имея чертежный размер последней операции, получаем расчетные размеры для предыдущих операций:

для предварительного растачивания:

$$d_{p1} = 70,045 - 0,116 = 69,929 \text{ мм},$$

$$d_{p2} = 69,929 - 2,514 = 67,415 \text{ мм}.$$

Минимальные предельные значения припусков $Z_{\min}^{\text{пр}}$ и максимальные $Z_{\max}^{\text{пр}}$. Чистовое растачивание:

$$2Z_{\min_2}^{\text{пр}} = 70,045 - 69,929 = 0,116 = 116 \text{ мкм};$$

Таблица 2.3 - Расчет припусков и предельных размеров на обработку отверстия $\varnothing 70^{+0,045}$

Технологические переходы обработки поверхности $\varnothing 70^{+0,045}$	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск $2Z_{\min}$, мкм	Расчетный размер d_p , мм	Допуск δ мм	Предельный размер, мм		Предельные значения припусков, мкм	
	Rz	T	ρ	ε				d min	d max	$2Z_{\min}^{i\delta}$	$2Z_{\max}^{i\delta}$
Заготовка	200	300	289	-	-	67,415	400	67,015	67,415	-	-
Растачивание предварительное	50	-	14,49	700	2514	69,929	170	69,759	69,929	25,14	27,44
Растачивание окончательное	20	-	-	35	116	70,045	45	70	70,045	116	241

$$2Z_{\max 2}^{np} = 70 - 69,759 = 0,241 = 241 \text{ мкм.}$$

Для чернового растачивания:

$$2Z_{\min 1}^{np} = 69,929 - 67,415 = 2,514 = 2514 \text{ мкм,}$$

$$2Z_{\max 1}^{np} = 69,759 - 67,015 = 2,744 = 2744 \text{ мкм.}$$

Графическое изображение припусков и допусков представлено на рисунке 2.1.

Припуски и допуски по обработке отверстия $\varnothing 70^{+0,045}$ изобразим графически.

Проводим проверку правильности проведения расчетов:

$$Z_{\max 2}^{np} - Z_{\min 2}^{np} = 241 - 116 = 125 \text{ мкм,} \quad (2.17)$$

$$\delta_1 - \delta_2 = 170 - 45 = 125 \text{ мкм;} \quad (2.18)$$

$$Z_{\max 1}^{np} - Z_{\min 1}^{np} = 2744 - 2514 = 230 \text{ мкм,} \quad (2.19)$$

$$\delta_3 - \delta_1 = 400 - 170 = 230 \text{ мкм.} \quad (2.20)$$

Технический маршрут обработки площадки квадрата состоит из операций фрезерования.

Заготовка базируется по торцу и наружному диаметру, предварительно обработанному.

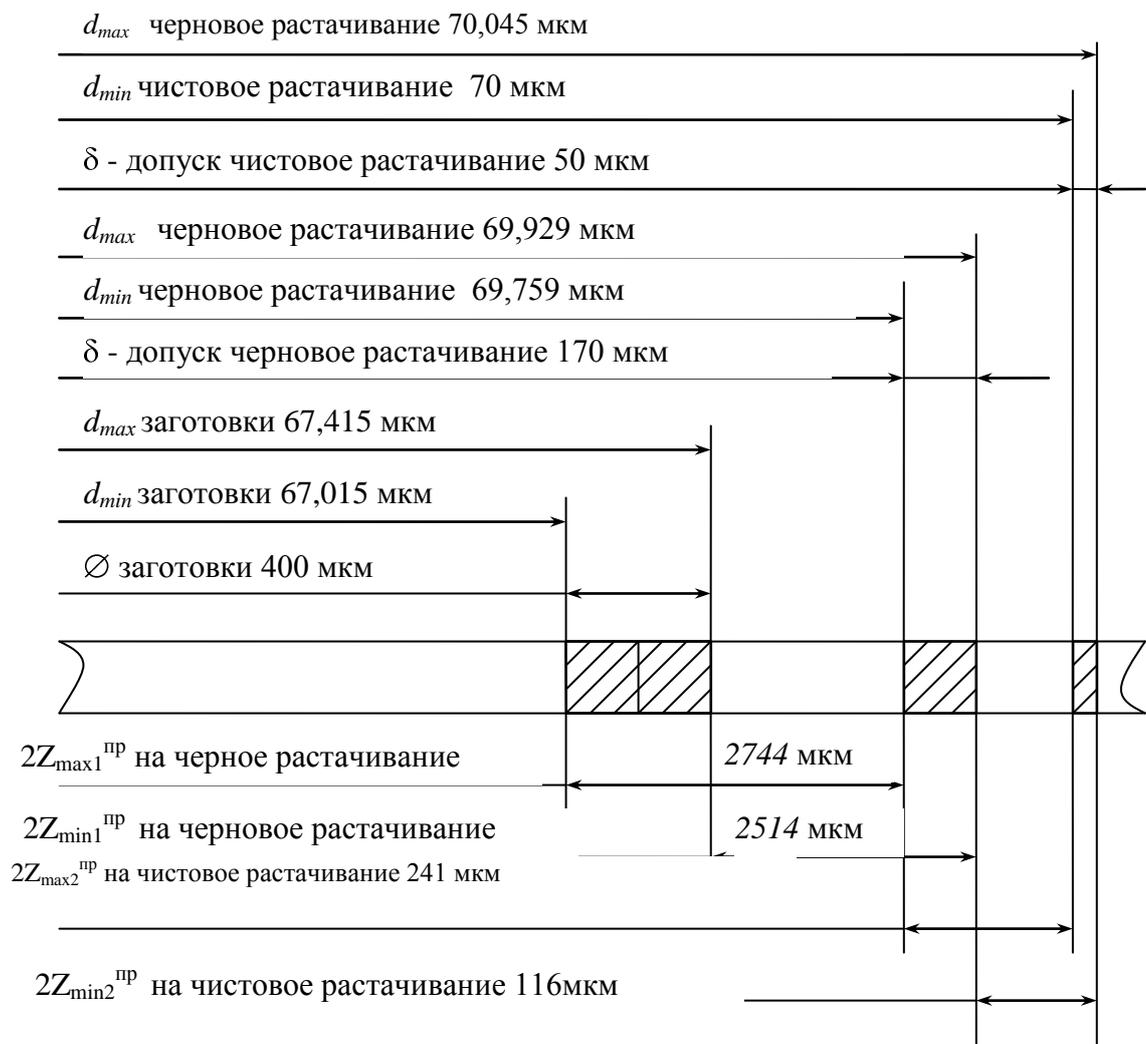


Рисунок 2.1 - Графическое изображение припусков и допусков по обработке отверстия $\varnothing 70^{+0,045}$

2.4 Разработка технологического маршрута и плана изготовления

На рисунке 2.2 показаны базы, которые используются в разрабатываемом технологическом процессе.

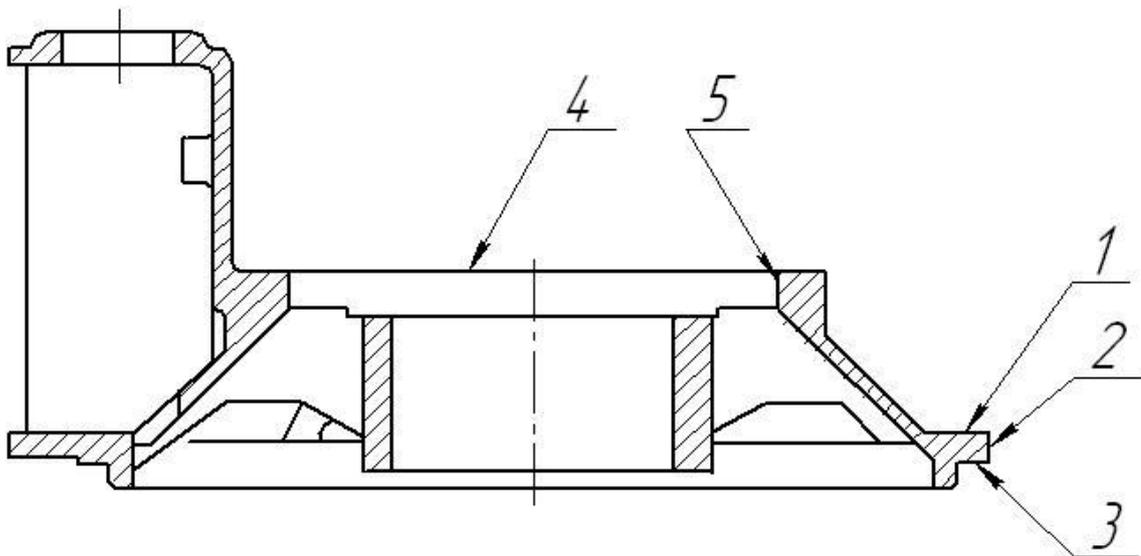


Рисунок 2.2 - Базы, используемые при обработке

Операция 005 – 1,2

Операция 010 – 1,3

Операция 015 – 1,2,3

Операция 020 – 1,2,3

Операция 025 – 2,3,4

Операция 030 – 2,3,4

Операция 035 – 2,3,4

Операция 040 – 2,3

Операция 050 – 4,5

На проектируемый механический участок заготовка - корпус робота промышленного поставляется из литейного цеха обработанная.

Технологический процесс механической обработки корпуса робота промышленного начинаем с подготовки баз для последующих операций.

Операция 005 «Токарная с ЧПУ»

Обработка производится на токарном полуавтомате с ЧПУ модели СТП-220АП. Базами являются поверхности 4,6.

Подрезным резцом производим обработку диаметра, торца и фаски. Расточку диаметра и обработку торца с другой стороны детали произведем борштангой.

Операция 010 «Фрезерная»

Для данной операции произведен подбор станка фрезерной группы – вертикально – фрезерный станок модели 6М12П. Базами являются поверхности 4,5. Пальцевой фрезой подрезаем литник.

Операция 015 «Токарная»

Обработка производится на токарно-винторезном станке 16Б16 в специальной планшайбе. Базирование по поверхностям 5,7. На данной операции обрабатываются диаметры $\varnothing 150+1$ и $\varnothing 130+0,08$ и снимаются фаски.

Операция 020 «Многоцелевая»

Данная операция производится на многоцелевом станке с ЧПУ модели ВМ 12-500. Базами детали являются поверхности 5,7. Специально разработанное приспособление обеспечивает надежность закрепления и базирования детали, а также значительно снижает время на установку и снятие детали.

Операция включает в себя фрезерование поверхностей, сверление, зенкование отверстий с дальнейшей нарезкой метрической резьбы.

Операция 025 «Многоцелевая»

Обработка происходит на многоцелевом станке с ЧПУ модели ВМ 12-500. Базами детали являются поверхности 5,7.

Концевой фрезой производится фрезерование площадок под крепление крышки и бобышек. Далее сверлятся отверстия, и нарезается резьба.

Операция 030 «Многоцелевая»

Осуществляется на многоцелевом станке с ЧПУ модели ВМ 12-500. Фрезой фрезеруются выемки разной глубины. Базами являются поверхности 5,7. Контроль осуществляется специальными шаблонами.

Операция 035 «Многоцелевая»

Производится сверление, зенкование отверстий, нарезание резьбы с базированием по поверхности 5,7, в специальном приспособлении на многоцелевом станке с ЧПУ ВМ 12-500.

Для контроля используются пробки гладкие и резьбовые.

Операция 040 «Многоцелевая»

Обработка отверстия производится в 3 перехода. Для этого используются комбинированные инструменты: сверло-зенковка, сверло-зенкер. Коническая резьба нарезается коническим метчиком К1/16. Станок многоцелевой с ЧПУ ВМ 12-500. Базирование детали поверхностями 5,7. Для контроля используются специальные шаблоны и резьбовые конические пробки.

Операция 045 «Слесарная»

На специальном верстаке оборудованном тисками слесарными производится снятие заусенцев, притупляются острые кромки, напльвы с помощью электрической бормашинки и слесарных инструментов.

Операция 050 «Токарная»

Обработка производится на токарно-винторезном станке 16Б16. Базируя деталь на поверхности 1,2, производится окончательная обработка внутреннего диаметра втулки и наружного диаметра корпуса робота промышленного. Чистота и точность обработки внутреннего диаметра втулки $\varnothing 62^{+0,029}_{+0,010}$. Достигается шлифованием путем выхаживания до прекращения искрения.

Операция 055 «Контрольная»

Производится контроль размеров и чистоты обработки. Взаимное расположение отверстий и поверхностей осуществляется проверкой специальными калибрами. Визуально контролируется все обработанные поверхности на шероховатость, отсутствие острых кромок, заусенцев, раковин и забоин. Размеры детали проверяют специальными скобами, шаблонами и штихмассами. Биение торца и диаметра $\varnothing 62^{+0,029}_{+0,010}$ замеряется на специальном контрольном приспособлении.

2.5 Выбор средств технологического оснащения

Выбор средств технологического оснащения показан в таблице 2.4.

Таблица 2.4 - Выбор средств технологического оснащения

№ оп.	Наименование операции	Оборудование	Инструмент
005	Токарная с ЧПУ	Токарный полуавтомат с ЧПУ модели СТП-220АП	Резец ВК8; борштанга
010	Фрезерная	Вертикально-фрезерный станок модели 6М12П	Фреза Ø 32 ГОСТ2223-0194-70
015	Токарная	Токарно-винторезный станок 16Б16	Резец ВК8
020	Многоцелевая	Многоцелевой станок с ЧПУ модели ВМ 12-500	Фреза Ø 17 P6M5 ГОСТ18852-89; Сверло - зенковка Ø 5,5 Ø10 P6M5; Сверло Ø 6 P6M5; Сверло Ø 4,2 P6M5; Сверло Ø 2,5 P6M5; Сверло Ø 17 P6M5; Фреза Ø 20 P6M5; Фреза Ø 30 P6M5; Зенковка Ø 10 P6M5; Метчик М5х0,8Н-5Н6Н; Метчик М3х5Н6Н
025	Многоцелевая	Многоцелевой станок с ЧПУ модели ВМ 12-500	Фреза Ø 16 P6M5; Сверло Ø 4,2 P6M5; Сверло Ø 3,3 P6M5; Метчик М5х0,8; Метчик М4х0,7-5Н6Н
030	Многоцелевая	Многоцелевой станок с ЧПУ модели ВМ 12-500	Фреза Ø 35 P6M5;

Продолжение таблицы 2.4

035	Многоцелевая	Многоцелевой станок с ЧПУ модели ВМ 12-500	Сверло Ø 12 P6M5; Сверло-зенковка Ø 3,3- Ø 10 P6M5; Метчик М4х0,7-6Н
040	Многоцелевая	Многоцелевой станок с ЧПУ модели ВМ 12-500	Фреза Ø 15 P6M5; Сверло-зенковка специальное; Метчик К1/16"; Сверло - зенкер специальное
045	Слесарная	Специальный верстак	Бормашинка; Шабер
050	Токарная	Токарно-винторезный станок 16Б16	Резец ВК8; Борштанга
055	Контрольная	Контрольный стол	Специальные калибры, специальные скобы, шаблоны, штихмассами, специальное контрольное приспособление

2.6 Проектирование технологических операций

Определение режимов резания

Операция 010 «Токарная»

Операция производится на токарном станке полуавтомате с ЧПУ

СТП – 220АП за 2 перехода.

Переход 1: точить диаметр Ø221-0,09, фаска 1,5×45° и подрезать торец.

Величину подачи выбираем по [7].

$S_o=0,15$ мм/об

Скорость резания определяем по формуле:

$$V = \frac{C_v}{T^{0,3} \cdot t^{0,22} \cdot S^{0,4} \cdot \left(\frac{120}{200}\right)^1}, \text{ м/мин.} \quad (2.21)$$

Значение C_1 умножаем на необходимые коэффициенты $K_1 \dots K_3$ в случае изменения условий резания по сравнению с табличным.

K_1 – учитывает влияние поперечных размеров резца:

$$K_1 = \left(\frac{g}{20 \cdot 30} \right)^{0,08} = \left(\frac{16 \cdot 25}{20 \cdot 30} \right)^{0,08} = 0,96,$$

где g – поперечные размеры державки резца;

K_2 – учитывает влияние главного угла в плане, при $\varphi = 15^\circ$ $K_3 = 1$.

K_4 – учитывает влияние радиуса при вершине:

$$K_4 = \left(\frac{V}{2} \right)^{0,09} = \left(\frac{0,05}{2} \right)^{0,09} = 0,87 \quad (2.22)$$

K_5 – учитывает материал режущей части инструмента, $K_5 = 1$;

K_6 – учитывает влияние обрабатываемого материала, с $\tau_b = 35 \text{ кг/мм}^2$,
 $K_6 = 4$;

K_7 – учитывает способ изготовления металла (заготовки); $K_7 = 0,9 \div 1$,
 $K_7 = 1$;

K_8 – учитывает состояние поверхности обрабатываемого материала,
 $K_8 = 1$;

K_9 – учитывает влияние формы передней грани резца. При плоской форме $K_9 = 1$;

НВ – твердость по Бринеллю; НВ = 120 кг/мм²;

n – показатель степени, при НВ ≤ 130 кг/мм²; $n = 1$.

$$C_1 = 485 \cdot 0,96 \cdot 0,66 \cdot 1 \cdot 0,87 \cdot 1 \cdot 4 \cdot 1 \cdot 1 = 1069$$

$$V = \frac{1069}{60^{0,3} \cdot 3,5^{0,22} \cdot 0,15^{0,4} \cdot \left(\frac{120}{200}\right)^1} = 325 \text{ м/мин.}$$

Число оборотов «*n*» определяем по формуле:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D},$$

где *v* – скорость резания, м/мин;

D – максимальный диаметр обработки, мм.

Принимаем $n_d = 500$ об/мин.

Тогда действительная скорость резания:

$$v_d = \frac{\pi \cdot D \cdot n_d}{1000}, \quad (2.23)$$

$$v_{d1} = \frac{3,14 \cdot 211 \cdot 500}{1000} = 333 \text{ м/мин.}$$

Определяем силу резания [7]:

$$P_z = C_2 \cdot t^{x_1} \cdot S^{y_1} \cdot \text{HB}^{n_1}, \quad (2.24)$$

где C_2 , x_1 , y_1 , n_1 – коэффициенты, зависящие от типа резца, марки режущей части резца и обрабатываемого материала;

t – глубина резания при обтачивании диаметра, $t = 6,5$ мм;

$C_2 = 27,9$; $x_1 = 1$; $y_1 = 0,75$; [7]

C_2 – коэффициент, в зависимости от условий резания умножается на коэффициенты $K_{15} \dots K_{19}$;

K_{15} – учитывает свойства обрабатываемого материала, $K_{15} = 0,55$;

K_{16} – учитывает влияние главного угла в плане φ_p , при $\varphi = 105^\circ$ $K_{16} = 1,2$;

K_{17} - учитывает влияние радиуса при вершине резца:

$$K_{17} = \left(\frac{V}{2}\right)^{0,1} = \left(\frac{0,5}{2}\right)^{0,1} = 0,87 \quad (2.25)$$

K_{18} – учитывает влияние переднего угла γ , при $\gamma=10^\circ$ $K_{18} = 1$.

K_{19} - учитывает влияние величины износа резца. Величина износа резца по задней грани с пластиной ВК-8, $\delta=0,8-1$ мм $K_{19}=0,96$.

$$C_2 = 27,9 \cdot 0,55 \cdot 1,2 \cdot 0,87 \cdot 1 \cdot 0,96 = 15,5.$$

$$P_z = 15,5 \cdot 6,5 \cdot 0,15^{0,75} \cdot 120 = 756 \text{ к}\text{г}$$

Эффективная мощность, потребляемая на резание [7]:

$$N_1 = \frac{756 \cdot 285}{102 \cdot 60} = 3,8 \text{ кВт}.$$

Мощность на приводе станка [7]:

$$N_M = \frac{N_{\text{э}}}{\eta}, \quad (2.26)$$

где $\eta=0,85$ – КПД станка.

Расчет технической нормы времени

Операция 010 «Токарная».

Обработка ведется на токарном полуавтомате с ЧПУ СТП – 220АП.

Норма штучного времени на операцию $T_{шт.}$ при программном станке определяется по формуле:

$$T_{шт.} = (T_T + T_B \cdot K_{осв.}) \cdot \left(1 + \frac{K}{100}\right), \text{ мм}, \quad (2.27)$$

где $T_a = T_{oa} + T_{va}$ - основное и вспомогательное время автоматической работы станка.

$$T_{oa} = \sum_{i=1}^m \frac{L_i}{S_{mi}}, \quad (2.28)$$

где L – длина пути проходимая инструментом (рабочий ход суппорта);
 S_{mi} - минутная подача на участке пути;

$$T_{va} = T_x + T_{ост} + T_{см} \text{ (мин)}, \quad (2.29)$$

T_x – время холостых ходов инструмента;

$T_{ост}$ – время технологических ходов инструмента;

$T_{см}$ – время выполнения ручной вспомогательной работы.

$$T_v = T_{ву} + T_{всп} + T_{ви} + T_{вп} \text{ (мин)}, \quad (2.30)$$

T_v – время на установку и снятие деталей;

$T_{всп}$ – время вспомогательное связанное с выполнением операции;

$T_{ви}$ – время на измерение;

$T_{вп}$ – время на подналадку станка;

$K_{осв}$ – время на освоение операции;

K – время на обслуживание рабочего места:

1 – раскладка инструмента и уборка его в конце смены;

2 – осмотр и опробование станка;

3 – регулировка и подналадка станка;

4 – уход за станком в течение смены;

5 – смазка, отдых, личные надобности, чистка станка;

Определяем основное автоматическое время

$$T_{oa} = \sum \frac{Li}{S_{MM}} = 4 \cdot \frac{10}{500 \cdot 0.15} + 4 \cdot \frac{5}{500 \cdot 0.15} + 5 \cdot \frac{45}{500 \cdot 0.15} + 2 \cdot \frac{10}{500 \cdot 0.15} + \frac{4}{500 \cdot 0.15} = 7.8 \text{ мин}$$

Определяем вспомогательное автоматическое время

$$T_{ва} = T_x + T_{сн} \quad (2.31)$$

$$T_{ва} = T_x + T_{сн} = (0,075 \cdot 2) + 0,2 + 0,3 = 0,65 \text{ мин},$$

$$\text{г } T_{ва} = T_x + T_{сн} = (0,075 \cdot 2) + 0,2 + 0,3 = 0,65 \text{ мин}$$

где $2 \frac{M}{\text{мин}}$ - скорость холостых ходов;

0,2 мин - время позиционирования;

0,3 мин - время смены инструмента;

$$T_{ва} = (0,075 \cdot 2) + 0,2 + 0,3 = 0,65 \text{ мин}$$

Определяем время выполнения ручной работы:

$T_{ву}$ - время на установку и снятие деталей с выверкой [7], $T_{ву} = 1,5 \text{ мин}$;

$T_{всп} = 0,06 \text{ мин}$;

где из них выключение механизма 0,03 мин;

0,03 мин - отодвинуть и задвинуть защитный щиток [7];

где $T_{ви}$ - время контрольного замера, $T_{ви} = 0,05 \text{ мин}$ [7];

$$T_v = 1,5 + 0,06 + 0,05 = 1,61 \text{ мин.}$$

Определяем штучное время

$$T_{шт} = [(7.8 + 0.65) \cdot 1.61] \cdot (1 + 0.1) = 10.5 \text{ мин.}$$

3 Проектирование специальных средств оснащения

3.1 Проектирование зажимного приспособления

В крупносерийном и массовом производстве применяются специальные приспособления преимущественно с пневматическим или гидравлическим приводом. Кроме основных требований (точность, жесткость, компактность) к приспособлениям предъявляются и дополнительные – по максимально возможной их механизации и автоматизации [10].

Векторная схема приспособления представлена на рисунке 3.1.

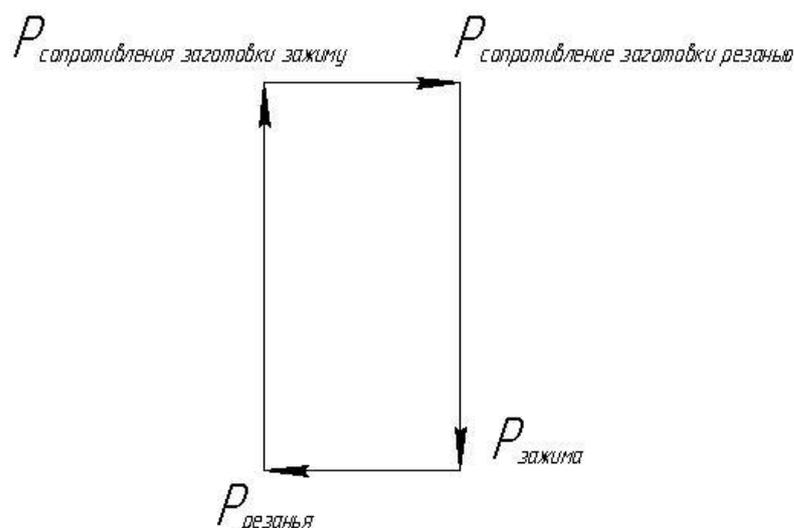


Рисунок 3.1 - Схема расчетов

Служебное назначение проектируемого приспособления

Приспособление предназначено для комбинированной операции 040 проектируемого технологического процесса.

Привод зажимного элемента пневматический. Зажим осуществляется от пневмоцилиндра, усилие от которого передается через рычаг на зажимные элементы [11].

Исходные данные для проектирования

Максимальные усилия резания возникают при фрезеровании паза.

Режущий инструмент – фреза $\varnothing 17$.

Материал – Р6М5

$S = 0,3$ мм/об

$t = 7$ мм

$n = 1000$ об/мин

$V = 50,3$

Для обработки корпуса робота промышленного на многоцелевой операции 020 спроектировано одноместное приспособление. Приспособление предназначено для установки и закрепления одной заготовки при обработке на многоцелевом станке модели VM12-500.

В качестве установочных элементов целесообразно использовать: цилиндрическую поверхность – отверстие $\varnothing 70$, торец заготовки, технологическое отверстие для пальца для правильной ориентации детали на станке. Палец исключает поворот заготовки относительно оси.

В качестве зажимного элемента целесообразно использовать второй торец заготовки для зажима быстросъемной шайбой.

Расчет на прочность [11].

Наиболее нагруженным элементом является шток пневмоцилиндра, на который действует растягивающая сила W . Ее опасным сечением является проточка.

$$\sigma_p = \frac{4 \cdot P}{\pi \cdot d_n^2} \leq [\sigma_p] \quad (3.1)$$

$$d_n = \sqrt{\frac{4 \cdot P}{\pi \cdot [\sigma_p]}} \quad (3.2)$$

где $[\sigma_p]$ – допускаемые напряжения при растяжении, для улучшенной стали 45 $[\sigma_p]=155$ МПа, тогда

$$d_n = \sqrt{\frac{4 \cdot 3313}{3,14 \cdot 155 \cdot 10^6}} = 0,005 \text{ м} = 5 \text{ мм.}$$

Из конструктивных соображений принимаем $d_p=10$ мм.

Технические характеристики приспособления

Давление воздуха в сети 0,4 МПа.

Испытать на герметичность при давлении сжатого воздуха 0,6 МПа.

Утечка воздуха не допускается.

Ход рабочий для диафрагмы 35мм.

Усилие зажима 1384 Н.

3.2 Проектирование контрольного приспособления

Приспособление предназначено для контроля биения двух наружных поверхностей $\varnothing 210$ и торца корпуса робота промышленного относительно диаметра $\varnothing 62^{+0,029}_{+0,010}$ не более 0,02 мм.

Приспособление имеет гидропластовую оправку с пневмоприводом.

Вращение детали осуществляется при помощи маховика.

Зажим детали осуществляется посредством пневмоцилиндра с поршнем.

Для уменьшения собственной погрешности приспособления верхний подшипник выполнен в виде конической пары скольжения.

Рукояткой через систему рычагов производится подвод и отвод кронштейна с амплитудным электромагнитными датчиками.

Электродатчики снабжены индикаторной шкалой для визуального наблюдения. Датчики подключаются к стандартным электросветовым табло.

4 Совершенствование операций на базе научных исследований

В данном разделе проведено исследование на работоспособность детали корпуса робота промышленного после оптимизации его массы [14].

Для этого необходимо было создать трехмерную модель корпуса робота промышленного по обновленным параметрам геометрического двухмерного чертежа (см. рисунок 4.1).

Затем на трехмерную модель корпуса робота промышленного накладываются конечные элементы, которые заполняют все пространство трехмерной модели внутри и снаружи (см. рисунок 4.2).

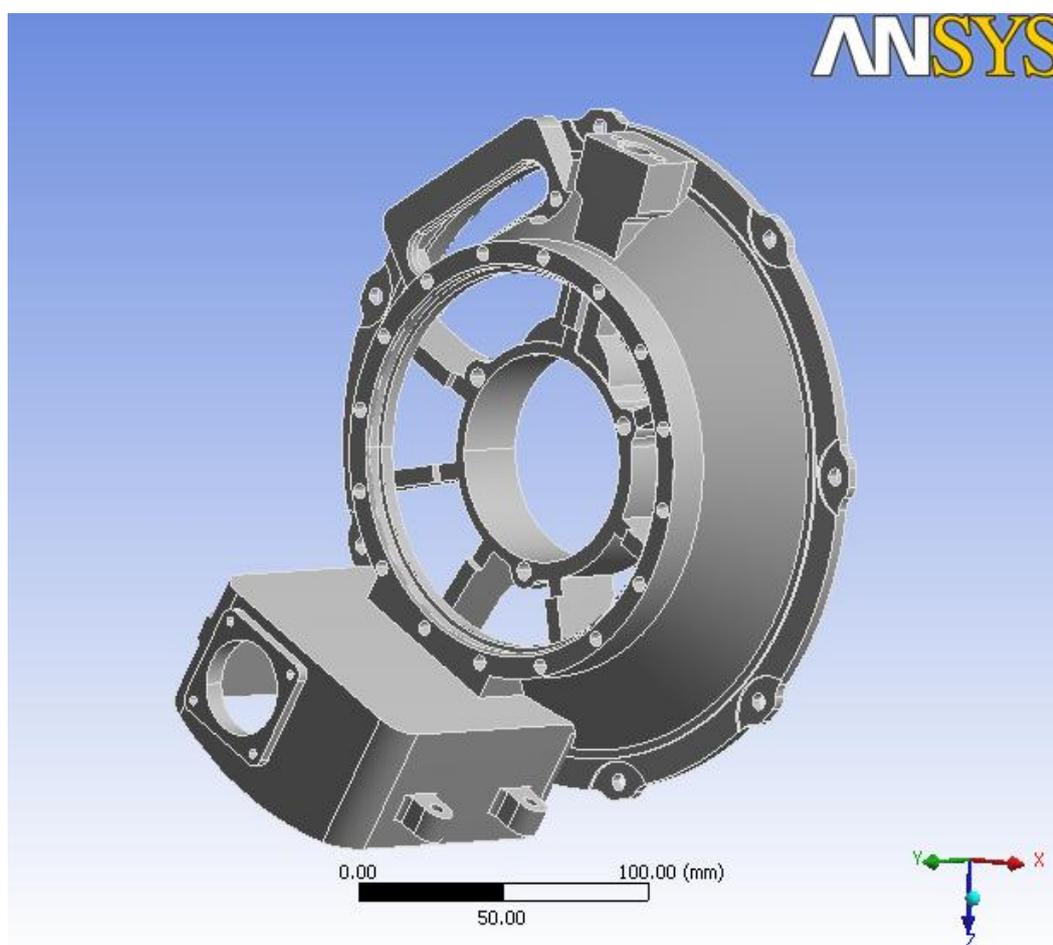


Рисунок 4.1 - Твёрдотельная модели корпуса робота промышленного

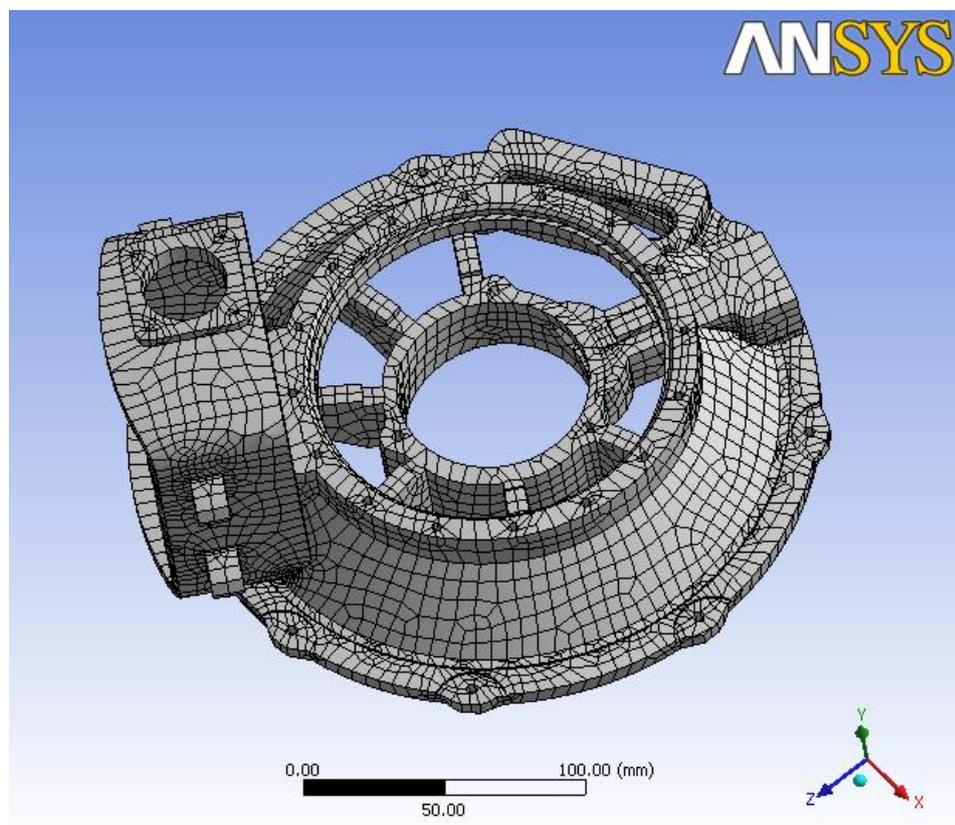


Рисунок 4.2 - Конечно-элементная модель корпуса робота промышленного

Следующим этапом было назначение свойств материала корпуса робота промышленного. Корпус робота промышленного изготовлен из сплава АК 7ч. Следовательно, задаемся свойствами именно этого материала.

Далее задаемся граничными условиями для будущего расчета, то есть определяем какие поверхности робота промышленного закреплены неподвижно при его работе в составе всего робота, а на какие поверхности действуют силы (см. рисунок 4.3).

На рисунке 4.4 можем наблюдать диаграмму эквивалентных напряжений корпуса робота промышленного при его работе в составе робота. Видно, что максимально возможное напряжение получилось в результате автоматизированного расчета равным 12,6 МПа. Что гораздо меньше предела

прочности исследуемого материала корпуса робота промышленного. Следовательно, можно сделать вывод не только о достаточной прочности и долговечности работы корпуса робота промышленного в составе робота, но также о дальнейших перспективах по оптимизации массы детали.

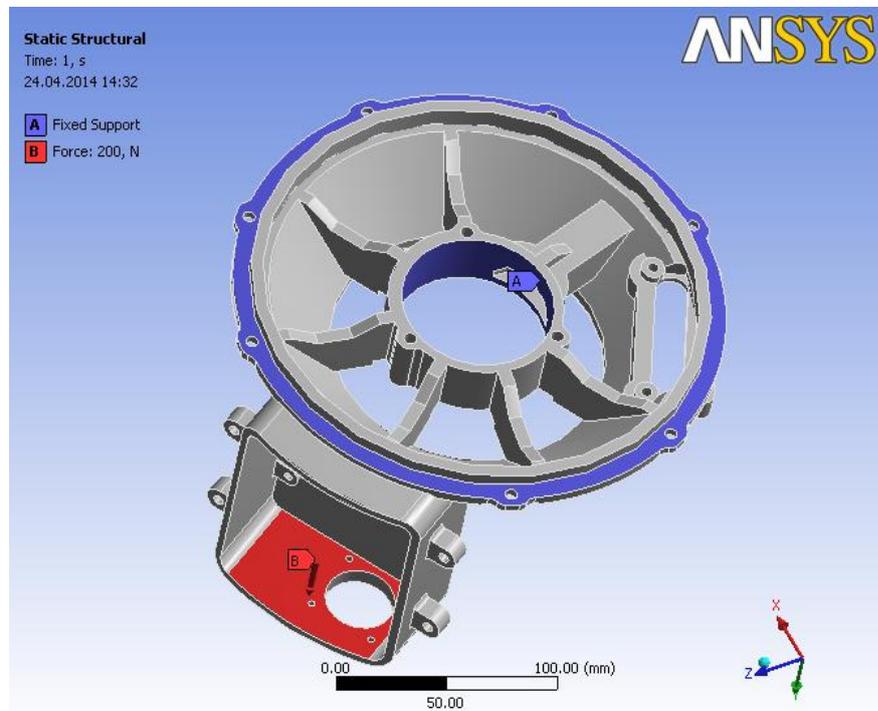


Рисунок 4.3 - Граничные условия работы корпуса робота промышленного

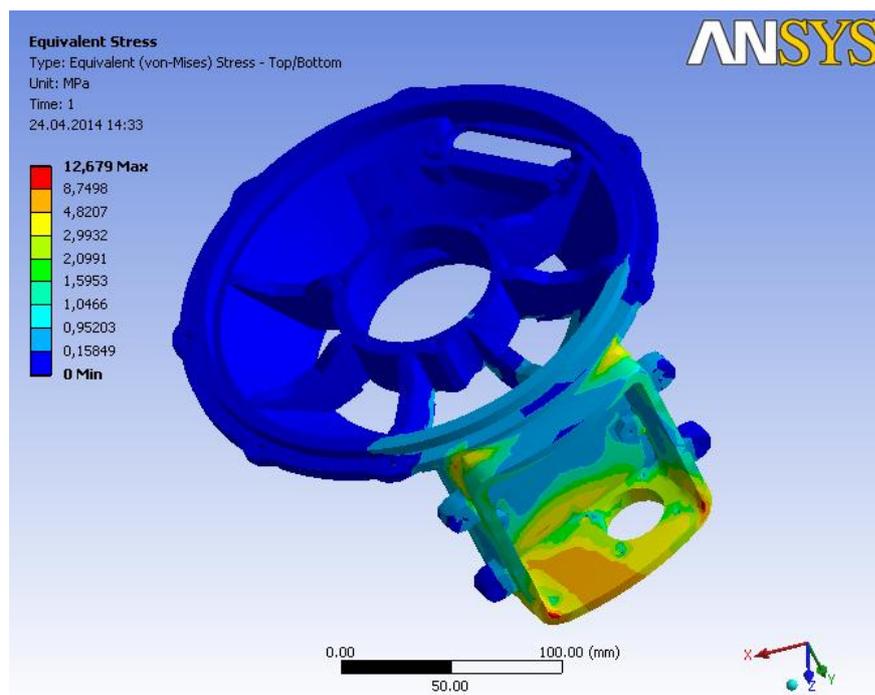


Рисунок 4.4 - Диаграмма эквивалентных напряжений корпуса работа промышленного при его работе в составе работа

5 Безопасность и экологичность технического объекта

5.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристика рассматриваемого технического объекта

В качестве основного технологического процесса в данном подразделе рассмотрим операцию 005 «Токарная с ЧПУ». Обработка производится на токарном полуавтомате с ЧПУ модели СТП-220АП. Подрезным резцом производим обработку диаметра, торца и фаски. Расточку диаметра и обработку торца с другой стороны детали произведем борштангой.

Выполняет данную операцию оператор ЧПУ пятого разряда.

5.2 Идентификация профессиональных рисков

В данном подразделе бакалаврской работы выявлены возможные опасные и вредные производственные факторы технологического процесса чистового точения гнезда подшипников и торца, гнезда центровки шестерни главной передачи и торца фланца, гнезда спидометра и торца, плоскости опоры винтов для крепления шестерни главной передачи (см. таблицу 5.1) [24].

Таблица 5.1 – Идентификация профессиональных рисков

Производственно-технологическая операция	Опасный и вредный производственный фактор	Источники опасных и вредных производственных факторов
1	2	3
Токарная с ЧПУ	«движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки, материалы; опасные и вредные производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызвать ожоги тканей организма человека; повышенный уровень и другие неблагоприятные характеристики шума» [25]	Токарный полуавтомат с ЧПУ модели СТП-220АП, Резец ВК8; борштанга

5.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

В данном подразделе подобраны с обоснованием эффективности и достаточности мероприятия направленные на снижение уровня опасных и вредных производственных факторов (см. таблицу 5.2) [24].

Таблица 5.2 – Мероприятия направленные на снижение уровня опасных и вредных производственных факторов

Опасный и вредный производственный фактор	Организационно-технические методы и технические средства защиты, частичного снижения, полного устранения опасного и вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
1	2	3
«движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки, материалы» [25]	Приобретение и монтаж средств сигнализации о нарушении нормального функционирования производственного оборудования, средств аварийной остановки, а также устройств, позволяющих исключить возникновение опасных ситуаций при полном или частичном прекращении энергоснабжения и последующем его восстановлении	Очки защитные «Эталон»
«опасные и вредные производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызвать ожоги тканей организма человека» [25]	Соблюдение техники безопасности выполнения токарных работ	Краги брезентовые с двойным наладонником, перчатки «Ангара»
«повышенный уровень и другие неблагоприятные характеристики шума» [25]	Шумоизоляционная обработка производственного участка токарных работ	Наушники «Кедр»

5.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

По результатам выполненной идентификации опасных факторов пожара оформлена и заполнена таблица 5.3.

Таблица 5.3 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

Участок , подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
1	2	3	4	5
производственный участок токарных работ	Токарный полуавтомат с ЧПУ модели СТП-220АП, Резец ВК8; борштанга	Пожары, связанные с воспламенением и горением жидкостей или плавящихся твердых веществ и материалов (В)	Неисправность электропроводки ; пламя и искры; возгорание промасленной ветоши	Вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества

Также проведен выбор технических средств обеспечения пожарной безопасности (см. таблицу 5.4) [24].

Таблица 5.4 - Технические средства обеспечения пожарной безопасности

Первичные средства пожаротушения	Мобильные средства пожаротушения	Стационарные установки системы пожаротушения	Средства пожарной автоматики	Пожарное оборудование	Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре	Пожарный инструмент	Пожарные сигнализация, связь и оповещение
1	2	3	4	5	6	7	8
Огнетушители, ящики с песком, пожарные краны	Пожарные автоматы и пожарные лестницы	Системы пенного тушения	Технические средства оповещения и управления эвакуацией, приборы приемно-контрольные	Напорные пожарные рукава и рукавные разветвления	Веревки пожарные карабины пожарные противогазы, респираторы	Лопаты, багры, ломы, топоры	Автоматические извещатели

По результатам разработки организационно-технические мероприятий оформлена таблица 5.5.

Таблица 5.5 – Организационно-технические мероприятия по обеспечению пожарной безопасности

Технологический процесс, оборудование	Виды применяемых организационно-технических мероприятий	Нормативные требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты
1	2	3
Токарная с ЧПУ, токарный полуавтомат с ЧПУ модели СТП-220АП, Резец ВК8; борштанга	Применение плавких предохранителей или автоматов в электроустановках станков; хранение ветоши в негоряемых ящиках.	Использование пожарной сигнализации и пожарных извещателей, противопожарные инструктажи в соответствии с графиком, обеспечение средствами пожаротушения, обеспечение безопасности проведения огневых работ

5.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта

В данном подразделе выполнена идентификация негативных экологических факторов технического объекта, результаты которой показаны в таблице 5.6 и 5.7 [24].

Таблица 5.6 – Идентификация негативных экологических факторов технического объекта

Наименование технологического процесса	Структурные составляющие технологического процесса	Негативное экологическое воздействие технического объекта на атмосферу	Негативное экологическое воздействие технического объекта на гидросферу	Негативное экологическое воздействие технического объекта на литосферу
1	2	3	4	5
Токарная с ЧПУ	Токарный полуавтомат с ЧПУ модели СТП-220АП, Резец ВК8; борштанга	металлическая пыль	Нефтепродукты и взвешенные вещества и	Основная часть отходов должна храниться в металлических контейнерах

Таблица 5.7 – Разработанные организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия технического объекта на окружающую среду

Наименование технического объекта	Операция чистового точения
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на атмосферу	Мероприятия по усовершенствованию фильтрующих элементов в вытяжных трубах
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на гидросферу	Мероприятия по усовершенствованию фильтрующих элементов канализационных сетей и очистных сооружений
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу	Соблюдение регламентированных процедур, связанных с отходами производства

5.6 Заключение по разделу «Безопасность и экологичность технического объекта» выпускной квалификационной работы бакалавра

В данном разделе бакалаврской работы приведена характеристика токарной операции с ЧПУ. Выявлены опасные и вредные производственные факторы, разработаны мероприятия для снижения их воздействия на оператора станка ЧПУ.

Рассмотрены вопросы снижения вероятности пожара на рассматриваемом участке производства токарных работ. Разработаны мероприятия по уменьшению загрязнения окружающей среды.

6 Экономическая эффективность работы

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

По причине описанных в разделе 2, недостатков базового варианта технологического процесса изготовления корпуса робота промышленного, был предложен новый технологический процесс, который предполагает использование оборудования с числовым программным управлением вместо универсального оборудования. Эти совершенствования позволили объединить ряд операций и сократить выполнение данного процесса с 28 до 9 операций, без учета таких операций как слесарные, контрольные, сборочные и операции промывки.

Так как совершенствование коснулось замены оборудования, по предлагаемому технологическому процессу, то капитальные вложения в проектируемый вариант будут учитывать, в первую очередь прямые капитальные вложения в основное технологическое оборудование, далее сопутствующие капитальные вложения, которые состоят из затрат на: проектирование, доставку и монтаж оборудования, транспортные средства, эксплуатацию производственной площади, а также стоимость аппаратуры для записи программ и оборотные средства в незавершенном производстве. Учитывая алгоритм и методику определения всех выше перечисленных параметров, описанную в соответствующем источнике [26], была получена величина общих капитальных вложений, которая составила 13251709,41 рублей.

Чтобы провести экономическую эффективность работы, кроме определения величины общих капитальных вложений, необходимо рассчитать размер полной себестоимости производимого изделия по данному технологическому процессу.

Расчет полной себестоимости осуществляется в соответствии с методикой «Калькуляции себестоимости обработки детали по вариантам технологического процесса» [26]. Основные параметры (технологическая себестоимость, цеховая себестоимость, заводская себестоимость и полная себестоимость), полученные по данной методике, представлены на рисунке 6.1.



Рисунок 6.1 – Величина всех видов себестоимости по вариантам, руб.

Анализируя рисунок 6.1, видно, что технологическая себестоимость в проектируемом варианте больше, чем в базовом, это связано с тем, что при применении оборудования с числовым программным управлением (ЧПУ) появляются дополнительные расходы, связанные с установкой и эксплуатацией управляющих программ, которые отсутствовали в базовом варианте. Кроме того, оборудование с ЧПУ имеет более высокую стоимость, чем универсальное оборудование без ЧПУ, применяемое в базовом варианте, что также сказывается на расходах, связанных с текущим ремонтом и амортизацией оборудования. Но не смотря на это, все остальные виды себестоимости имеют тенденцию к снижению, что свидетельствует о

правильном решении, по применению данного оборудования для представленного технологического процесса. При сравнении представленных на рисунке 6.1 параметров, видно, что в проектируемом варианте технологического процесса, полная себестоимость снизилась на 326,51 руб., что составило 18,6%.

Благодаря данному изменению предприятие имеет возможность получить дополнительную прибыль в размере 3265100 рублей. Это в свою очередь, позволит окупить вложенные средства в предлагаемый вариант технологического процесса изготовления корпуса робота промышленного за 4 года, что является допустимым сроком окупаемости для промышленных предприятий.

По сроку окупаемости существует следующее требование – $T \leq 4$ года. Описываемый вариант выполняет данное условие. Получив представленные значения, можно сделать предварительное заключение об эффективности проектируемого варианта, однако для получения окончательного подтверждения эффективности проекта, необходимо также рассчитать такие параметры как:

– общий дисконтируемый доход, который по расчетам получился 15160242,56 рублей;

– чистый дисконтируемый доход, который составил 1908533,15 рублей.

«Если общая стоимость доходов (чистый дисконтируемый доход (ЧДД)) больше текущей стоимости затрат (общих капитальных вложений $K_{ОБЩ}$ или $K_{ВВ.ПР}$), т.е. $\Delta_{ИНТ}(ЧДД) > 0$, то проект считается эффективным, и поэтому определяют индекс доходности по формуле:» [26]

$$ИД = \frac{D_{ОБЩ.ДИСК}}{K_{ВВ.ПР}}, \text{ руб./руб.} \quad (6.1)$$

где $D_{\text{ОБЩ.ДИСК}}$ – общая текущая стоимость доходов (чистый дисконтированный доход) в течение принятого горизонта расчета;

$K_{\text{ВВ.ПР}}$ – капитальные вложения (инвестиции), необходимые для приобретения вновь вводимого оборудования, дорогостоящей оснастки, инструмента, а также затраты на эксплуатацию дополнительной площади или общие капитальные вложения, необходимые для приобретения оборудования, оснастки и инструмента ($K_{\text{ОБЩ}}$).

$$ИД = \frac{D_{\text{ОБЩ.ДИСК}}}{K_{\text{ВВ.ПР}}} = \frac{15160242,56}{13251709,41} = 1,14, \text{ руб.} / \text{руб.}$$

Данная величина дает понимание, какую прибыль будет иметь предприятие с каждого вложенного рубля, если данный проект будет внедрен в производство.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения данной бакалаврской работы достигнута цель - повышена экономическая эффективность изготовления корпуса робота промышленного.

Для выполнения вышеуказанной цели были достигнуты следующие задачи:

1 автоматизация управления циклом обработки и многостаночного обслуживания;

2 сокращение вспомогательного времени технического обслуживания (перекрытие времени установки и закрепления деталей, ускорение холостых и установочных перемещений, сокращение времени на промеры, подналадки и установки инструмента вне станка);

3 повышение доли машинного времени в основном технологическом процессе;

4 снижение времени и затрат на специальную оснастку, сокращение и упрощение технологической наладки;

5 сокращение сроков подготовки нового производства;

6 сокращение начальных затрат (занимаемой площади, количества станков, складских запасов и площадей под них);

7 сокращение числа контрольных операций.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аверченков, В.И. Автоматизация проектирования технологических процессов [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов/ Аверченков В.И., Казаков Ю.М.— Электрон. текстовые данные.— Брянск: Брянский государственный технический университет, 2012.— 228 с.
2. Левашкин, Д.Г. Основы программирования станков с ЧПУ токарной группы: учебно-методическое пособие [Текст] / Д.Г. Левашкин, В.И. Малышев, А.С. Селиванов. – Тольятти: ТГУ, 2011. – 108 с.
3. Металлорежущие станки [Электронный ресурс] : учебник. В 2 т. Т. 1 / Т. М. Аврамова [и др.] ; под ред. В. В. Бушуева. - Москва : Машиностроение, 2011. - 608 с.
4. Станки с ЧПУ в машиностроительном производстве [Электронный ресурс] : учебник. Ч. 1 / В. И. Аверченков [и др.] ; Брянский государственный технический университет. - Брянск : БГТУ, 2012. - 216 с.
5. Филонов, И.П. Проектирование технологических процессов в машиностроении [Текст] / И.П. Филонов – Минск, 2003. – 909с.
6. Хейфец, М.Л. Проектирование процессов комбинированной обработки [Текст]. / М.Л.Хейфец- М.: Машиностроение. 2005.- 272 с
7. Палей, М.А. Допуски и посадки: справочник [Текст] / М.А. Палей – М.: Машиностроение, 2001. – 576с.
8. Combined physico-chemical treatment: synergetic aspects [Текст]/ A.I. Gordienko, M.L. Kheifetz, L.M. Kozhuro et al. - Minsk: Technoprint, 2004. 200 p.
9. Ермаков, Ю.М. Комплексные способы эффективной обработки резанием [Текст]/ Ю.М.Ермаков - М.: Машиностроение, 2003. - 272 с.
- 10.Базров, Б.М. Модульная технология в машиностроении [Текст]. – М.: Машиностроение, 2001. - 368 с.
- 11.Шишмарев, В. Ю. Автоматизация производственных процессов в машиностроении : учеб. для вузов [Текст] / В. Ю. Шишмарев. - Гриф МО. - Москва : Академия, 2007. - 364 с.

12. Технология машиностроения. Энциклопедия. Технология изготовления деталей машин [Текст] / А.М. Дальский, А.Г. Суслов, Ю.Ф. Назаров и др. – Под общ. ред. А.Г. Сулова. 2000. 840 с.
13. Григорьев, С.Н. Методы повышения стойкости режущего инструмента: учебник для студентов вузов [Электронный ресурс] : учебник. — Электрон.дан. — М. : Машиностроение, 2009. — 368 с.
14. Панкратов Ю. М. САПР режущих инструментов [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон.дан. — СПб. : Лань, 2013. — 336 с.
15. Троицкий, О.А. Физические основы и технология обработки современных материалов [Текст] / О.А. Троицкий, Ю.В. Баранов, Ю.С. Аврамов, А.Д. Шаляпин. В 2-х томах. Т. 1.- М. – Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2004. - 590 с.
16. Маслов, А. Р. Инструментальные системы машиностроительных производств [Текст] : учеб.для вузов / А. Р. Маслов. - Гриф УМО. - Москва : Машиностроение, 2006. - 335 с.
17. Гордеев, А.В. Основы технического творчества [Текст]: учебное пособие / А.В. Гордеев- Тольятти: ТГУ, 2008. - 216 с.
18. Насад, Т.Г. Высокоскоростная лезвийная обработка труднообрабатываемых материалов с дополнительными потоками энергии в зоне резания [Электронный ресурс]:/ Т.Г. Насад, Дис. д-ра техн. наук: 05.03.01, Саратов: РГБ, -2006 – 404 с.
19. Насад, Т.Г. Оптимизация параметров процесса высокоскоростной обработки с тепловым воздействием [Текст]. Т.Г.Насад // Автоматизация и управление в машиностроении.- Саратов СГТУ, 2004-С.97-100.
20. Кирюшин, Д.Е. Обработка резанием титановых сплавов [Текст] / Д.Е. Кирюшин, Т.Г. Насад // Автоматизация и управление в машино- и приборостроении.- Саратов СГТУ, 2005-С.105-108.
21. Насад, Т.Г. Оптимизация процесса высокоскоростной обработки коррозионных сталей [Текст]. Т.Г.Насад//Прогрессивные направления технологии машиностроения.- Саратов СГТУ, 2004 с. 143-147.

22.Романенко, А.М. Режущий инструмент [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон.дан. — Кемерово :КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2012. — 103 с.

23.Малышев, В.И. Технология изготовления режущего инструмента : [учебное пособие для вузов по направлению подготовки "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств"] [Текст] / В. И. Малышев. - Старый Оскол : ТНТ, 2015. - 439 с.

24.Горина, Л. Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта». Уч.-методическое пособие. [Текст]/ Л. Н. Горина - Тольятти: изд-во ТГУ, 2016. – 33 с.

25.ГОСТ 12.0.003-2015 Система стандартов по безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. [Текст] - М.: Стандартинформ, 2016.-10 с.

26.Краснопевцева, И. В. Экономика и управление машиностроительным производством [Электронный ресурс] : электрон. учеб.-метод. пособие / И. В. Краснопевцева, Н. В. Зубкова. - Тольятти : ТГУ, 2014. - 183 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

ГОСТ 31502-85 Фарма2

Дубл.	Взам.	Подл.	Изм.	Конт	И докум	Подл.	Дата	Изм.	Лист	И докум	Подл.	Дата
											4	1
Разраб.			Шибанов М.З.									
Провер.			Левашкин Д.Г.									
Нормоконтр.			Егоров А.Г.									
Утв.			Лосинов Н.Ю.									
			ТГУ									
			Корпус работа промышленного									
АК74 ГОСТ1583-93												
М 01												
М 02			Код заготовки			Профиль и размеры			КД МЗ			
А			ЛПТЬЕ			01ПЛБКА			0,8			
Б												
			Обозначение документа									
			СМ Проф			Р УТ КР КОИД ЕН ОП			Конт Тп.з. Тшт.			
03												
04 А			Токарная с ЧПУ			АБВГ.60140			Инструкция ОТ №52			
05 Б			АБВГ XXXXXX.XXX Токарный с ЧПУ									
06			мод. 16К20Ф3-С5									
07						4 - 1 1 1			835 - 38 6,53			
08												
09 А			Вертикально-фрезерная			АБВГ.60140			Инструкция ОТ № 5			
10 Б			АБВГ XXXXXX.XXX Верт.-фрезерный									
11			станок мод. ОФ-55									
12						4 - 1 70 1			835 - 25 2,52			
13												
14 А			Токарная			АБВГ.60140			Инструкция ОТ № 52			
15 Б			АБВГ XXXXXX.XXX Токарный с ЧПУ									
16			мод. 16К20Ф3-С5			4 - 1 1 1			835 - 38 5,34			
OK												
А												

Дубл.		Взам.		Подл.																	
Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование оборудования	Код, наименование операции	СМ	Проф	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кит	Тп. з.	Тшт.					
А	xxx	xxx	080	Комбинированная с ЧПУ	АБВГ 60046.ххх	АБВГ 60046.ххх					Инструкция		ОТ № 52								
Б				АБВГ хххххх.ххх Многоцелевой станок с ЧПУ мод. ВМ12-500				4	-	1	1	1	835	-		0,82	6,3				
А	xxx	xxx	090	Слесарная	АБВГ 60046.ххх	АБВГ 60046.ххх					Инструкция		ОТ № 70								
Б				АБВГ хххххх.ххх Верстак				4	-	1	1	1	835	-		0,54	9,8				
А	xxx	xxx	100	Контрольная	АБВГ хххххх.ххх	АБВГ хххххх.ххх					Инструкция		ОТ № 15								
Б				АБВГ хххххх.ххх Стол контролера				4	-	1	1	1	835	-							
А	xxx	xxx	110	Сборочная	АБВГ хххххх.ххх	АБВГ хххххх.ххх					Инструкция		ОТ № 10								
Б				АБВГ хххххх.ххх Печь электрическая				4	-	1	1	1	835	-		0,92	7,1				
	xxx	xxx	120	Токарная	АБВГ 60140.ххх	АБВГ 60140.ххх					Инструкция		ОТ № 52								
				АБВГ хххххх.ххх Токарно-винт. станок мод.16К20Ф3С5				4	-	1	1	1	835	-		0,32	2,2				
																	3				

