

АННОТАЦИЯ

Технологический процесс изготовления корпуса поворотного стола агрегатного станка.

Бакалаврская работа. Тольятти. Тольяттинский государственный университет, 2018.

В бакалаврской работе представлена технология изготовления корпуса поворотного стола агрегатного станка для серийного производства.

Ключевые слова: деталь, заготовка, технологический процесс, оснастка, инструмент, производственное времени и проектирование переходов.

В рамках данной работы было выполнено следующее:

- в разделе 1 данной работы произведен анализ исходных данных для проектирования техпроцесса детали - «Корпус поворотного стола агрегатного станка»;

- в разделе 2 данной работы разработан технологический процесс изготовления корпуса поворотного стола агрегатного станка;

- в разделе 3 данной работы спроектировано зажимное приспособление, для закрепления детали - «Корпус поворотного стола агрегатного станка», при обработке на станке, а также произведен расчет режущего инструмента;

- в разделе 4 данной работы выработаны мероприятия по охране труда при проектировании техпроцесса изготовления детали - «Корпус поворотного стола агрегатного станка»;

- в разделе 5 данной работы подтверждена экономическая эффективность представленной технологии изготовления корпуса поворотного стола агрегатного станка.

Бакалаврская работа содержит пояснительную записку в размере 57 страниц, содержащую 6 таблиц, 6 рисунков, и графическую часть, содержащую 7 листов.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1 Описание исходных данных	6
2 Технологическая часть работы.....	11
3 Проектирование приспособления и режущего инструмента	21
4 Безопасность и экологичность технического объекта.....	37
5 Экономическая эффективность работы.....	42
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.	46
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	47
ПРИЛОЖЕНИЯ	50

ВВЕДЕНИЕ.

Современный уровень развития машиностроительного производства подразумевает применение технологических процессов, позволяющих одновременно решать широкий спектр задач, стоящих в настоящий момент перед отраслью. К таким задачам следует отнести: ресурсосбережение, снижение энергоемкости, повышение производительности труда, снижение себестоимости изготовления. В последнее время, появилась задача повышения заработной платы работников машиностроительных предприятий. Данные задачи являются серьезными и разноплановыми, но без их решения, в современном мире невозможно будет выиграть жесткую конкурентную борьбу за рынки сбыта машиностроительной продукции. Решение данных задач помимо политики и протекционистских мер для отечественного машиностроения лежит в плоскости совершенствования технологических процессов. Применение технологий, позволяющих в комплексе решать данные задачи, позволяет получить конкурентное преимущество, а соответственно и прибыль, которую можно опять задействовать для решения указанных выше задач. Поэтому, использование современных технологий очень актуально.

Одним из способов повышения производительности и механизации современного производства является применение агрегатных станков. Данное оборудование способно обеспечить высокую концентрацию переходов на ограниченном пространстве, что приводит к экономии производственной площади. Высокая автоматизация данного типа оборудования способствует повышению производительности и качества продукции. Таким образом, можно сказать, что применение агрегатного оборудования в современном машиностроительном производстве способствует решению актуальных задач, сформулированных выше.

Важнейшим конструктивным элементом агрегатного оборудования является поворотный стол, обеспечивающий выполнение движения индикации, при выполнении агрегатной операции, а также служит для установки на своей поверхности зажимных приспособлений. Главной деталью поворотного стола является корпус.

Таким образом, можно сформулировать цель бакалаврской работы: разработка технологического процесса изготовления корпуса поворотного стола агрегатного станка с минимальной себестоимостью.

1 Описание исходных данных

1.1 Анализ служебного назначения детали

Корпус поворотного стола агрегатного станка, является главной деталью поворотного стола агрегатного станка, который обеспечивает функционирование агрегатного станка в целом, а следовательно, является одной из самых главных деталей в технической системе – агрегатный станок. Для изготовления корпуса поворотного стола агрегатного станка используется сталь 20Х.

1.2 Материал корпуса поворотного стола, его анализ

На рисунке 1.1. представлена диаграмма ингредиентов, составляющих сталь 20Х. Как видно из диаграммы основу стали 20Х составляет железо и углерод, кроме этого имеются добавки хрома, никеля, кремния и марганца, а также различных примесей в виде фосфора и серы.

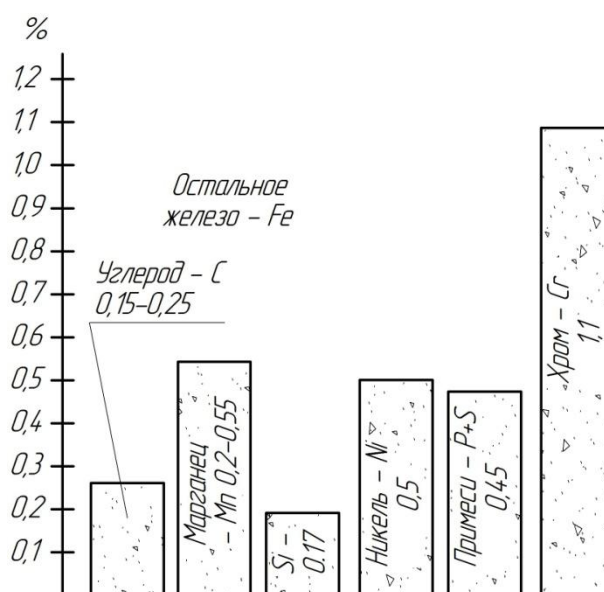


Рисунок 1.1 – Состав стали 20Х

Кроме этого данный материал обладает достаточно высокими механическими свойствами, а так как функционирование узла осуществляется в производственном помещении, то в данном случае не важны требования по коррозионной стойкости. В целом можно сказать, что сталь 20Х удовлетворяет нас для изготовления детали – «Корпус поворотного стола агрегатного станка». Кроме этого возможно для данной детали использовать такую разновидность данной стали, как сталь 20ХЛ или 20ХНЛ.

1.3 Классификация поверхностей детали

Для определения характера обработки каждой их поверхностей, необходимо расклассифицировать их по четырем группам: основные (ОКБ) и вспомогательные (ВКБ) конструкторские базы, исполнительные (ИП) поверхности, свободные (С) поверхности. Данные по классификации поверхностей представлены в таблице 1.1. и рисунке 1.2.

Таблица 1.1 – Классификация поверхностей

Группа поверхностей	№ поврхн.
ОКБ	1
ВКБ	12
ИП	8,9,10,13
С	2,3,4,5,6,7,11

Анализируя данные таблицы 1.1, можно сказать, что особое внимание, при изготовлении корпуса поворотного стола агрегатного станка следует

обратить на поверхности с номерами – 1,8,9,10,12,13, которые обеспечивают качество и детали и работоспособность агрегатного станка в целом.

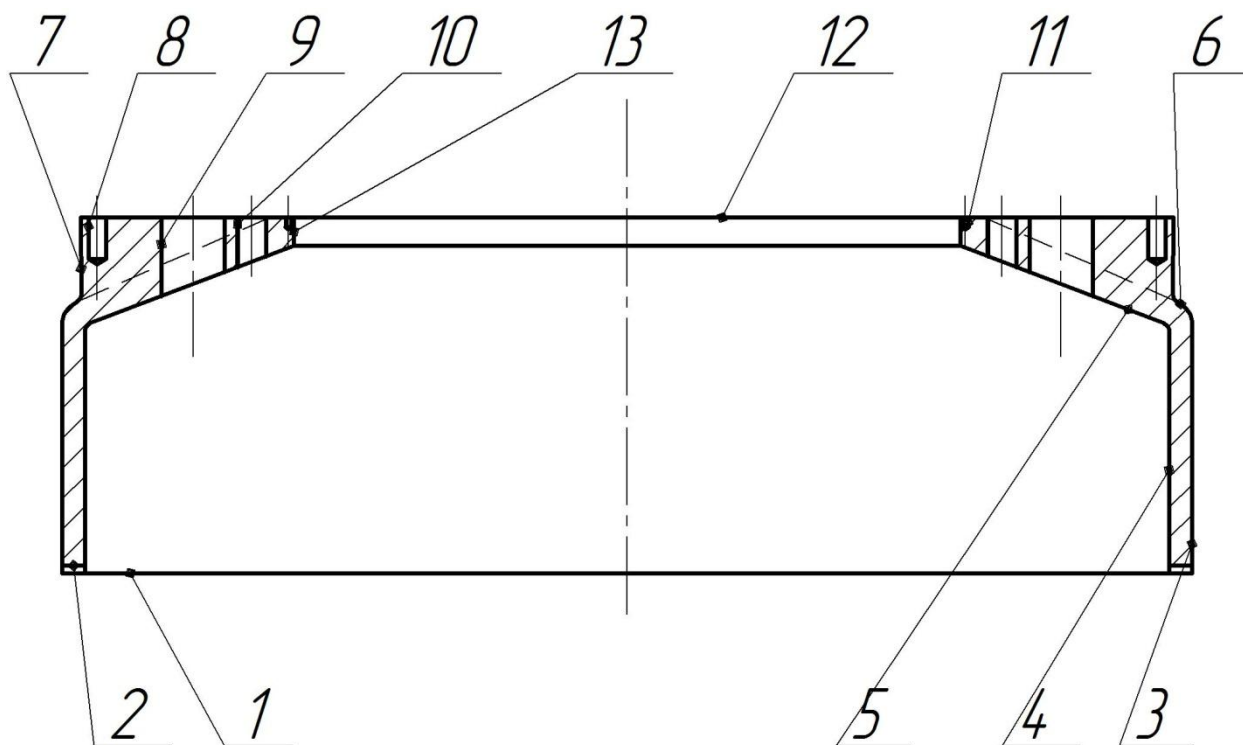


Рисунок 1.2 – Кодированный эскиз детали

1.4 Технологичность детали

Анализируя технологичность данной детали, можно сказать, что она обладает не высокой степенью технологичности, так как деталь в своей конструкции, хотя и не имеет элементов, которые затрудняют обработку, но имеет большие габариты, что требует для ее производства специального оборудования.

Для количественной оценки технологичности, проводится расчет по следующим показателям, представленным в формулах 1.1-1.3.

Коэффициент унификации:

$$K_y = \frac{N_y}{N_{\text{ОБЩ}}} \quad (1.1)$$

где N_y и $N_{\text{ОБЩ}}$ – соответственно число унифицированных и общее число поверхностей;

Подставим данные в формулу 1.1., получим:

$$K_y = \frac{13}{13} = 1$$

Коэффициент точности:

$$K_T = \frac{\sum N_I IT_I}{N_{\text{ОБЩ}}} \quad (1.2)$$

где IT – квалитет точности;

Подставим данные в формулу 1.2., получим:

$$K_T = \frac{14 \cdot 7 + 9 \cdot 4 + 7 \cdot 2}{13} = 11,4$$

Коэффициент чистоты обработки:

$$K_T = \frac{\sum N_I Ra_I}{N_{\text{ОБЩ}}} \quad (1.3)$$

где Ra , мкм – параметр шероховатости;

Подставим данные в формулу 1.3., получим:

$$K_T = \frac{2,5 \cdot 2 + 3,2 \cdot 4 + 12,5 \cdot 7}{13} = 8,07$$

1.5 Задачи работы

Для достижения цели бакалаврской работы, сформулированной в разделе «Введение» настоящей работы, необходимо решить следующие задачи:

1. Определить тип производства и выбрать стратегию разработки технологического процесса;
2. Выбрать оптимальный метод получения заготовки и маршрут обработки поверхностей;
3. Разработать технологический маршрут и схемы базирования заготовки;
4. Выбрать оборудование, приспособления, режущий инструмент, средства контроля;
5. Назначить припуски на мехобработку;
6. Рассчитать и спроектировать станочное приспособление;
7. Спроектировать инструмент;
8. Рассмотреть мероприятия по обеспечению безопасности и экологичности технического объекта;
9. Определить экономическую эффективность.

2 Технологическая часть работы

2.1 Выбор типа производства

Тип производства для детали - «Корпус поворотного стола агрегатного станка» определяется с целью установления необходимой стратегии организации её производства. Для этого необходимо определить два базовых критерия: массу, как характеристику сложности детали и программу выпуска, которая согласно задания составляет – 1000 дет./год. Используя программу КОМПАС 3D, определим объем корпуса поворотного стола – 18853503 мм^3 , при плотности - $7,85 \text{ г/см}^3$, получаем массу детали «Корпус поворотного стола» равной – 148 кг. Такой массе и объему выпуска соответствует среднесерийный тип производства.

Вкратце опишем стратегию изготовления детали «Корпус поворотного стола». По виду для изготовления данной детали будем применять последовательную стратегию, с переменнo-поточной организацией ТП, незначительными партиями. В качестве заготовки для данных исходных условий можно предложить два варианта изготовления заготовки: заготовка получена отливкой в песчаные или земляные формы; заготовка полученная отливкой по выплавляемым моделям. Последовательность обработки определяем по удельным затратам, на базе типового ТП, припуски по таблицам. Соблюдение принципа постоянства баз и принципа единства баз является основой для базирования детали на операциях ТП. Оборудование, оснастка, режущий и мерительный инструменты необходимо выбирать универсальными, но предназначенными для обработки габаритных изделий.

2.2 Проектирование заготовки

2.2.1 Выбор метода получения заготовки

Для данных исходных условий можно предложить два варианта изготовления заготовки:

- 1) заготовка получена отливкой в песчаные или земляные формы;
- 2) заготовка полученная отливкой по выплавляемым моделям.

2.2.2 Литье в песчаные формы

В соответствии [3] определяем для отливки: ряд припусков - 5, класс точности – 11, припуски и допуски на размеры отливки по [3].

Литейные уклоны – 7° назначаем по [3], литейные радиусы- 3мм, назначаем по [3].

Определив размеры отливки, требуется определить через специальный коэффициент, характеризующий количество материала ушедшего в стружку.

$$K_M = \frac{q}{Q} \quad (2.1)$$

где, масса детали $q=148$ кг и заготовки $Q=182$ кг;

По зависимости (2.1) K_M равно:

$$K_M = \frac{148}{182} = 0,81$$

2.2.3 Отливка из выплавляемых моделей

В соответствии [3] определяем для отливки: ряд припусков - 2, класс точности – 6, припуски и допуски на размеры отливки по [3].

Литейные уклоны – 3° назначаем по [3], литейные радиусы- 3мм,

назначаем по [3].

Определив размеры отливки, определяем ее массу, она равна – 177 кг.

По зависимости (2.1) K_M равно:

$$K_M = \frac{148}{177} = 0,84$$

2.2.4 Экономическое сравнение вариантов заготовок получения заготовок

Используя данные пунктов 2.2.2 и 2.2.3 определяем, стоимость заготовок:

Технологическая себестоимость, определяется по формуле (2.2):

$$C_m = \frac{q}{R_M} \cdot C_{заг} + C_{мех} - C_{отх} \cdot K_M \quad (2.2)$$

где $C_{заг}$, $C_{мех}$, $C_{отх}$ - соответственно стоимости килограмма заготовок, механической обработки и килограмма отходов, руб./кг.

Для стали 20Х: $C_{отх} = 11,4$ руб./кг.

Стоимость обработки определим по формуле (2.3):

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

где $C_C = 25$ - затраты для съема одного килограмма стружки с отливки, руб./кг;

$E_n = 0,1$ – коэфф. нормативной коррекции эффективности вложений в основной капитал;

$C_k = 22$ руб./кг. - капитальные затраты на один килограмм стружки,

Тогда по формуле, стоимость обработки составляет (2.3):

$$C_{\text{мех}} = 25 + 0,1 \cdot 22 = 27,2$$

Стоимость одного кг заготовки, полученной методом литья в песчаные формы, находится по формуле (2.4):

$$C_{\text{заг1}} = C_{\text{отл}} \times K_T \times K_C \times K_B \times K_M \times K_{\Pi} \quad (2.4)$$

где $C_{\text{отл}}$ - стоимость килограмма отливок, $C_{\text{отл}} = 29$ руб. – для заготовок получаемы литьем в песчаные формы;

K_T – коэффициент коррекции, учитывающий точность отливки, здесь

$K_T = 1,0$ - для 2-го класса точности;

K_C - коэффициент коррекции, учитывающий сложность отливки, здесь

$K_C = 1,2$ - для 4-ой группы сложности отливки;

K_B - коэффициент коррекции, по массе отливки, здесь

$K_B = 1,6$;

K_M - коэффициент коррекции, по материалу отливки, здесь

$K_M = 0,5$ - для стали;

K_{Π} - коэффициент коррекции, учитывающий группу серийности, здесь

$K_{\Pi} = 0,5$

Подставим значения в формулу (2.4):

$$C_{\text{заг.лит.}} = 29 \times 1,0 \times 1,2 \times 1,6 \times 0,5 \times 0,5 = 13,92 \text{ руб.}$$

Общая технологическая себестоимость заготовки по формуле (2.2) будет равна:

$$C_{T_1} = \frac{182}{0,89} [3,92 + 7,2 - 11,4 - 0,89] = 3201 \text{ руб.}$$

Стоимость одного кг заготовки, полученной методом отливки в выплавляемые модели, находится по формуле (2.5):

$$C_{\text{заг1}} = C_{\text{отл}} \times K_T \times K_c \times K_B \times K_M \times K_{\Pi} \quad (2.5)$$

где $C_{\text{отл}}$ - стоимость килограмма отливок, $C_{\text{отл}} = 65$ руб. – для заготовок, получаемых литьем по выплавляемым моделям;

K_T – коэффициент коррекции, учитывающий точность отливки, здесь

$K_T = 1,0$ - для 2-го класса точности;

K_c - коэффициент коррекции, учитывающий сложность отливки, здесь

$K_c = 1,2$ - для 4-ой группы сложности отливки;

K_B - коэффициент коррекции, по массе отливки, здесь

$K_B = 1,6$;

K_M - коэффициент коррекции, по материалу отливки, здесь

$K_M = 0,5$ - для стали;

K_{Π} - коэффициент коррекции, учитывающий группу серийности, здесь

$K_{\Pi} = 0,5$

Подставим значения в формулу (2.5):

$$C_{\text{заг.2}} = 65 \times 1,0 \times 1,2 \times 1,6 \times 0,5 \times 0,5 = 31,2$$

Тогда, по формуле (2.3):

$$C_{T_2} = \frac{177}{0,89} [1,2 + (7,2 - 11,4) \times (-0,89)] = 6550 \text{ руб.}$$

Анализируя, приведенные выше зависимости можно сделать вывод: применение отливки в песчаные формы более эффективно. Условную экономию от применения данного метода определим следующим образом:

$$\mathcal{E}_{T_1} = (C_{T_2} - C_{T_1}) \times N_T = (6550 - 3201) \times 1000 = 3349000 \text{ руб.} \quad (2.6)$$

Основываясь на данных формулы (2.6) окончательно в качестве заготовки для данной детали принимаем – отливку в песчаные формы. Чертеж заготовки – отливки приведен в графической части бакалаврской работы.

2.3 Разработка ТП изготовления корпуса поворотного стола

В ходе разработки ТП изготовления детали «Корпус поворотного стола», в соответствии с типом производства и принятой стратегией припуски на обработку определяем табличным способом по общемашиностроительным нормативам.

При проектировании схем базирования в качестве постоянных технологических баз при обработке корпуса поворотного стола используем

плоские и цилиндрические поверхности, которые имеют достаточную протяженность и точность для базирования. На всех операциях ТП изготовления корпуса поворотного стола базирование осуществляется: по комбинации установочной, направляющей и опорной баз.

На основании вышеизложенных данных сформируем ТП изготовления корпуса поворотного стола:

000 Заготовительная – отливка.

010 Фрезерная.

Станок – фрезерный Энкор Корвет 414.

$R_a = 12,5$, IT12 фрезеровка поверхности 12.

020 Фрезерная.

Станок – фрезерный Энкор Корвет 414.

$R_a = 12,5$, IT12 фрезеровка поверхности 1.

030 Фрезерная.

Станок – фрезерный Энкор Корвет 414.

$R_a = 6,3$, IT9 фрезеровка поверхности 1.

040 Фрезерная.

Станок – фрезерный Энкор Корвет 414.

$R_a = 6,3$, IT9 фрезеровка поверхности 12.

050 Сверлильная.

Станок – радиально-сверлильный R100.

$R_a = 3,2$, IT9 сверление отверстий 8,9,10.

060 Сверлильная.

Станок – радиально-сверлильный R100.

$R_a = 3,2$, IT9 сверление отверстий 14.

070 Термическая – закалка, отпуск – HB240±10.

080 Плоскошлифовальная

Станок – плоскошлифовальный MG-1320 E.

$R_a = 2,5$, IT7, шлифовка поверхности 1.

090 Плоскошлифовальная

Станок – плоскошлифовальный MG-1320 E.

$R_a = 2,5$, IT7, шлифовка поверхности 12.

100 Моечная

1100 Контрольная

Теоретические схемы базирования приведены в плане обработки детали в графической части данной работы.

2.4 Средства технологического оснащения (СТО)

С целью обеспечения выполнения технологического процесса, необходимо подобрать для каждой операции СТО, данные по выбранным СТО представлены ниже в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Средства технологического оснащения

№ наим. операции	Наименование и модель оборудования	Наименование приспособления	Наименование режущего инструмента	Наименование контрольного измерительного средства
1	2	3	4	5
010, 020, 030, 040 Фрезерная	Станок – фрезерный Энкор Корвет 414.	Специальное приспособление	Торцовая фреза с пластинами SANDVIK	Специальный калибр, штангенциркуль
			Торцовая фреза с пластинами SANDVIK	
			Торцовая фреза с пластинами SANDVIK	
			Торцовая фреза с пластинами SANDVIK	
050, 060 Сверлильная	Станок – радиально-сверлильный R100	Специальное приспособление	Сверло SANDVIK Ø20 CORODRILL® 805 8-12 X DC цилиндрическим хвостовиком и лыской по ISO 9766, покрытие TiN; Сверло SANDVIK Ø4 CORODRILL® 805 8-12 X DC цилиндрическим хвостовиком и	

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3	4	5
			лыской по ISO 9766, покрытие TiN; Сверло SANDVIK Ø70 CORODRILL® 805 8-12 X DC цилиндрически м хвостовиком и лыской по ISO 9766, покрытие TiN; Метчик M6 SANDVIK CoroTap™ 200 EP006H	
			Сверло SANDVIK Ø8 CORODRILL® 805 8-12 X DC цилиндрически м хвостовиком и лыской по ISO 9766, покрытие TiN	
080,090 Плоскошлифовальная	Станок – плоскошлифовальный MG-1320 E	Специальное приспособление	Круг шлифовальный 1-850×150×150 91AF90L7B	
			Круг шлифовальный 1-850×150×150 91AF90L9B	

2.5 Проектирование операций

С целью определения режимов обработки целесообразно будет воспользоваться современным интернет приложением «Walter - Онлайн калькулятор режимов обработки» фирмы «Walter». Данное приложение

позволяет быстро в онлайн режиме определять параметры резания, исходя из заданных условий обработки. Результаты данных расчетов показаны в таблице 2.2

Таблица 2.2 – Результаты расчета параметров резания

№ Операц ии	№ пере хода	D, мм	L, мм	t, мм	S, мм/ми н	V, м/ми н	P, Н	N, кВт	n, об/ми н	T _о , мин	T _{шт} , мин
010	1	-	1280	3	125	35	6500	17,2	250	20,5	22
020	1	-	1280	3	125	35	6500	17,2	250	20,5	22
030	1	-	1280	0,5	0,2	40	18200	7,6	400	6,5	8
040	1	-	1280	0,5	0,2	40	18200	7,6	400	6,5	8
050	1	20	44	-	0,1	30	5222	2	1200	2,1	4,2 7
	2	70	75	-	0,1	30	10188	6	1200	3,8	7,5
	3	4	14	-	0,1	30	1020	1,1	1200	0,9	2,1
	4	M6	14	-	1	30	1070	1,4	1200	1,4	2,4
060	1	8	16	-	0,1	30	1300	1,5	1200	0,9	2,1
080	1	-	1280	0,25	0,01	30	1900	3,6	2500	4,2	6
090	1	-	1280	0,25	0,01	30	1900	3,6	2500	4,2	6

Следует сделать примечание: в таблице 2.2 на 1,2,3,4 переходах 050 операции и на 060 операции время обработки определено для восьми отверстий.

При своей работе приложение «Walter - Онлайн калькулятор режимов обработки» фирмы «Walter» использует эмпирические зависимости, характерные для соответствующего метода обработки.

3 Проектирование приспособления и режущего инструмента

3.1 Проектирование станочного приспособления

Вся фрезерная обработка в ТП изготовления корпуса поворотного стола производится на станке – фрезерный Энкор Корвет 414. На нем используются специальное приспособление.

3.1.1 Исходные данные

Станок – фрезерный Энкор Корвет 414.

Приспособление - специальное.

Режимы обработки – пункт 2.5. данной работы.

3.1.2 Определение усилия зажима

При фрезеровании на заготовку будет действовать система сил – силы резания и силы закрепления. Их сбалансированное равенство – это неременное условие функционирования приспособления. По формуле (3.1) вычисляем усилие зажима от сил резания:

$$W_{\text{сум}} = \left(\frac{K}{f} \right) \cdot \sqrt{M^2 / r^2 + P_x^2} \quad (3.1)$$

где K – корректирующий коэффициент по запасу;

$f=0,25$ – корректирующий коэффициент по трению.

Коэффициент запаса K можно определить, определив заданные условия при выполнении обработки на технологической операции. Он рассчитывается по следующей формуле:

$$K_{z, y} = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6, \quad (3.2)$$

где K_0 – коэффициент, для коррекции значение гарантированного запаса исходя данных условий, при данных условиях $K_0=1,5$;

K_1 - коэффициент, для коррекции исходя из неровности поверхности заготовки, при данных условиях $K_1=1$;

K_2 - коэффициент, для коррекции исходя из затупления инструмента, при данных условиях $K_2=1$;

K_3 - коэффициент, для коррекции исходя из прерывистости резания заготовки, при данных условиях $K_3=1$;

K_4 - коэффициент, для коррекции исходя из учета постоянства сил зажима, при данных условиях $K_4=1$;

K_5 - коэффициент, для коррекции исходя из механизации зажима заготовки, при данных условиях $K_5=1$;

K_6 - коэффициент, для коррекции исходя из плоскостности баз заготовки, при данных условиях $K_6=1,5$.

Таким образом, по формуле (3.2) коэффициент K будет равен

$$K = 1,5 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,5 = 2,25$$

Тогда, по формуле (3.1), рассчитываем необходимую для нашего случая зажимную силу:

$$W_{сум} = \frac{2,25}{0,25} \cdot \sqrt{18200^2 / 300^2 + 6500^2} = 9750 \text{ Н}$$

3.1.3 Расчет зажимного механизма

Для данной конструкции специального приспособления справедливо будет такое выражение:

$$Q = \frac{W_1}{i_c}, \quad (3.3)$$

где $i_c=1$ – передаточное отношение, характерное для конструкции нашего приспособления, тогда:

$$Q = \frac{9750}{1} = 9750 \text{ Н.}$$

3.1.4 Расчет силового привода

Прежде чем приступить к расчету привода, нам нужно определиться с его конструкцией.

Для того, чтобы создавалось исходное усилие Q повсеместно используют силовой привод. Наиболее распространенные типы приводов: гидравлический и пневматический.

Сначала в этой работе попытаемся рассчитать привод пневматического типа, ориентируясь на методику, изложенную в источнике [9], потому как на любом производстве установлены трубопроводы с циркулирующим в них сжатым воздухом. Ключевым параметром привода будет – диаметр поршня, определим его по формуле (3.4):

$$D = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{Q}{p \cdot \eta}} \quad (3.4)$$

где P – давление в системе сжатого воздуха, которое в проверочном расчете первоначально принимают равным 0,4 МПа;

$\eta = 0,9$ - КПД привода.

Тогда

$$D = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{9750}{0,4 \cdot 0,9}} = 412,60 \text{ мм}$$

Окончательно принимаем $D=400$ мм.

3.1.5 Описание конструкции и принципа работы приспособления

Приспособление специальное предназначено для крепления заготовок корпуса поворотного стола для обработки на 010, 020, 030, 040 операциях.

Приспособление содержит корпус 1, в виде стальной плиты, на верхней поверхности которой расположены силовые и установочные элементы конструкции. При подаче сжатого воздуха в левую часть пневмоцилиндра 2, поршень 6 перемещается вправо, а зажим 4 закрепляет заготовку корпуса поворотного стола. При снятии давления, пружина 7 возвращает систему в исходное положение, раскрепляя при этом заготовку.

3.2 Усовершенствование инструмента

Совершенствование инструмента – сверл, фрез, метчиков применяемых в ТП изготовления корпуса поворотного стола, имеет своей целью увеличение стойкости и производительности обработки. Данное усовершенствование, является результатом анализа патентного фонда РФ и других мировых источников, в части касающейся решения данного вопроса.

Усовершенствование относится к способу и устройству синтеза сверхтвердого композитного покрытия TiN-Cu и может быть использовано для упрочнения рабочих кромок режущего инструмента. Способ включает синтез TiN при токе дугового разряда 60-90 А в парах Cu, дозированно инжестируемых в зону синтеза из зоны парообразования Cu, распылением Cu магнетронным разрядом при токе 0,6-1 А. Пары меди выпускают через щелевое отверстие в стенке, разделяющей зоны парообразования Cu и

синтеза TiN. Устройство содержит вакуумно-дуговой испаритель, планарный магнетрон, вакуумную камеру плазмохимического реактора, держатель подложек и систему напуска реакционного газа - азота. Камера плазмохимического реактора разделена стенкой - диафрагмой на два отсека: отсек синтеза TiN и отсек парообразования Cu. В стенке-диафрагме выполнено щелевое отверстие, соосное с осью симметрии магнетрона. Планарный магнетрон и вакуумно-дуговой испаритель установлены: первый вертикально, второй горизонтально.

Технический результат – повышение эффективности процесса за счет оптимизации технологических параметров синтеза композитного покрытия TiN-Cu с термической стабильностью, механическими, трибологическими и теплофизическими свойствами и управляемого формирования наноструктурированной зеренной структуры, рисунки 3.1 и 3.2.

Усовершенствование относится к технике нанесения покрытий путем проведения неравновесных сопряженных плазмохимических процессов, объединяющих испарение вакуумно-дуговым разрядом титана, магнетронное распыление меди и синтез нитрида титана в парах меди. Может быть использовано для упрочнения рабочих кромок режущего инструмента, нанесения сверхтвердых покрытий полифункционального назначения, в частности износо-, ударо-, тепло-, трещино- и коррозионно-стойких.

Данный способ, известен как способ получения многослойного многофункционального покрытия (патент RU 2533576, С23С 14/35, 14/06, 2013). Способ включает ионную очистку поверхности и нанесение слоев покрытия дуальной магнетронной системой с титановым и алюминиевым катодами. Слои покрытия наносят на расстоянии от мишеней до поверхности 140-150 мм. Скорость вращения поверхности 20-25 об/мин. Температура поверхности 473-523 К. Сначала наносят подслой титана Ti в среде аргона с увеличением разрядного тока на титановой мишени. Затем наносят переходный слой нитрида титана TiN магнетронным распылением титановой

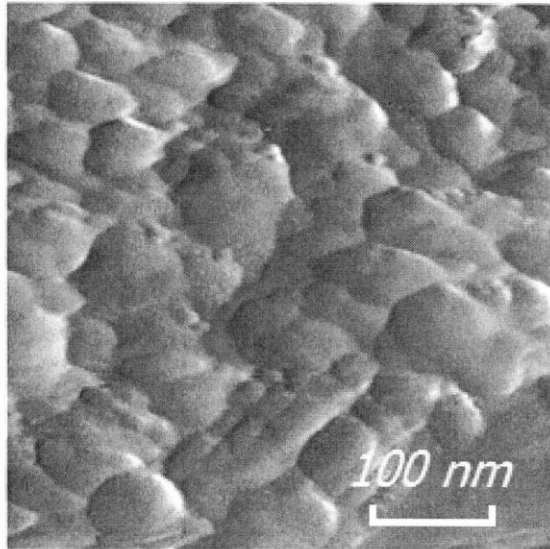


Рисунок 3.1 – Эскиз строения композита TiN-Cu

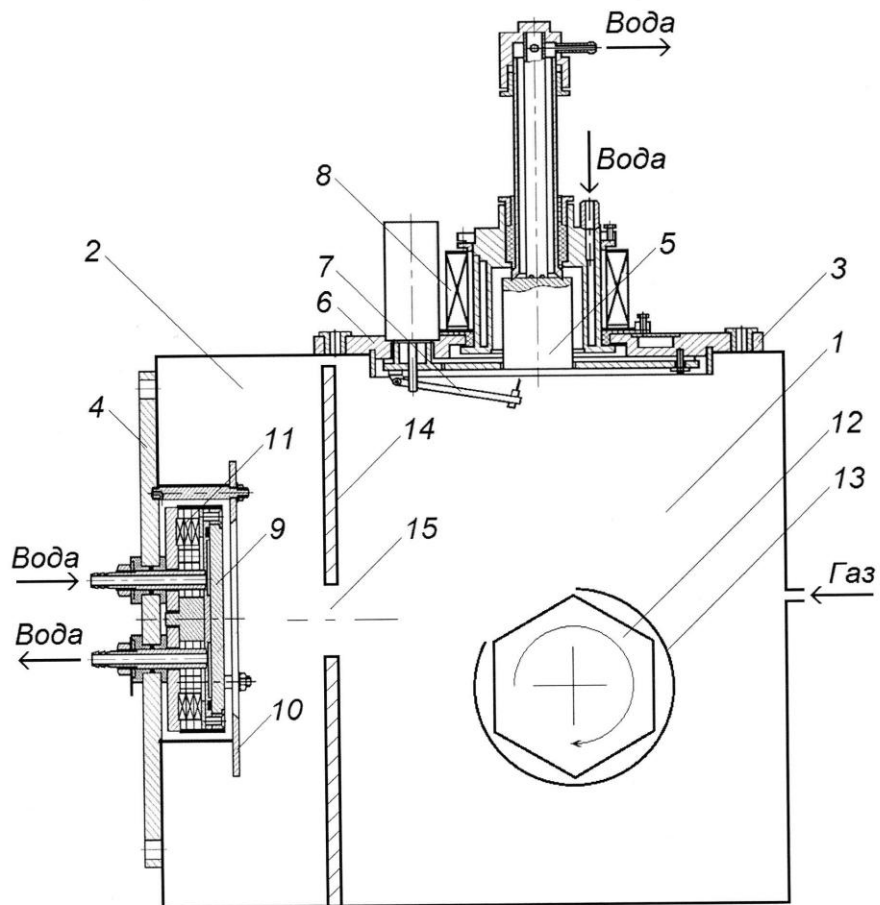


Рисунок 3.2 – Эскиз плазмохимического реактора

мишени в газовой смеси азота и аргона с увеличением разрядного тока на титановой мишени, после чего наносят чередующиеся слои нитрида титана TiN и Ti-Al-N с нанокристаллической и поликристаллической структурой в газовой смеси азота и аргона. Нанесение чередующихся слоев повторяют не менее двух раз до получения необходимой толщины покрытия и верхним наносят слой Ti-Al-N с нанокристаллической структурой. Обеспечивается получение покрытия с высокими физико-механическими свойствами, низким коэффициентом трения, высокой адгезионной прочностью подслоя с материалом подложки и между слоями. Несмотря на упрощение процесса нанесения покрытий в единой технологической установке с предусмотрением нанесения адгезионных слоев основным недостатком способа является низкая эффективность процесса, сложность управления и недостаточная воспроизводимость свойств покрытий.

Известны установки для нанесения покрытий (полезная модель к патенту RU 49825, С23С 14/32, 14/35, 2005; 127381 С23С 14/35, 2012). Установки содержат размещенные в вакуумной камере с подачей и откачкой азота дуговой испаритель, состоящий из катода из испаряемого материала покрытия и стабилизирующей катушки, и подложку, на которую наносится покрытие, источник питания катода. В вакуумную камеру введен магнетронный распылитель с мишенью из другого материала покрытия и источником питания магнетрона. При этом конструкция может быть усложнена введением второго дугового испарителя с источником питания и трех магнетронных распылителей с источниками их питания, при этом дуговые испарители и магнетронные распылители выполнены несбалансированными. Существенный недостаток - технические решения обеспечивают необходимые (наличие вакуумно-дугового испарителя и планарного магнетрона), но недостаточные условия для синтеза наноструктурированных композитных покрытий TiN-Cu. Технические

сложности управления составом покрытий, связанные с открытым переносом распыляемых и испаряемых паров компонентов с одного катода на другой.

Известен способ получения износостойкого покрытия (патент RU 2361013, С23С 14/16, В23В 27/14, 2008). Покрытие характеризуется повышенной трещиностойкостью, благодаря чередованию слоев с различной структурой и свойствами. Способ включает очистку поверхности последовательно в тлеющем разряде, в плазме магнетронного разряда, ионную очистку электродуговыми испарителями при нагреве поверхности до 300-350°С.

Слои нитрида циркония получают электродуговым испарением циркониевого катода. Верхний слой нитрида титана и циркония наносят, одновременно проводя магнетронное распыление титановой мишени и электродуговое испарение циркониевого катода в газовой смеси инертного и реакционного газов. В качестве реакционного газа используют азот. Эффективность достигается за счет трехступенчатой предварительной очистки поверхности инструмента и применения комбинированного метода нанесения слоев. Недостатком способа является то, что твердость слоя из нитрида циркония недостаточна для работы режущего инструмента в прерывистом режиме, при воздействии на инструмент ударных нагрузок. Слои характеризуются частично упорядоченной структурой, что влияет на твердость получаемого покрытия и обуславливает его недостаточную износостойкость, особенно на инструментальных сталях.

Известны: установка для ионно-лучевой и плазменной обработки (патент RU 2496913, С23С 14/48, 14/24, 14/35, 2011, полезная модель к патенту RU 97730, С23С 14/00, 14/02, 14/22, 14/58, 2009). Установки содержат дуальный магнетрон, источник ионов металлов, источник ионов газов, источник напряжения смещения, выполненный с возможностью обеспечения ионной имплантации и (или) осаждения покрытий.

Электродуговые испарители снабжены плазменными фильтрами для отделения капельной фракции.

Техническим результатом изобретения является обеспечение одновременной или последовательной комплексной поверхностной обработки, включающей очистку и активацию поверхности, нанесение различного вида функциональных многослойных покрытий, модифицирование поверхности металлической и газовой плазмой.

Существенным недостатком является сложность конструкции, высокий расход электроэнергии и материалов, сравнительно высокое содержание капельной фракции, трудность получения композитных покрытий с низкой концентрацией паров меди менее 10 ат. % и ограниченность технологических возможностей, вследствие чего не представляется возможным получение нанокompозитных покрытий TiN-Cu.

Известен способ получения покрытия на основе сложных нитридов (патент RU 2429311, С23С 14/06, 14/24, 14/35, 2010). Согласно способу подложку помещают в вакуумную камеру установки, оснащенную магнетронным распылителем, электродуговым испарителем и резистивным нагревателем, проводят очистку поверхности испарителем в среде инертного газа при нагреве поверхности до температуры 300-350°С. Слои нитрида титана и алюминия получают при одновременном электродуговом испарении алюминиевого катода и магнетронном распылении титановой мишени. Технический результат - повышение износо-, ударо-, тепло-, трещино- и коррозионно-стойкости обрабатываемой поверхности. Чередование слоев с различной структурой, химическим составом, строением и свойствами позволяет получить многофункциональное покрытие и повысить работоспособность и эффективность упрочненной подложки в условиях истирающих, ударных и теплосиловых нагрузок, воздействия окислительной и (или) агрессивной среды. Общим недостатком способа получения покрытия на основе сложных нитридов является взаимное влияние электродугового и

магнетронного разрядов, сложность стабилизации их стационарного горения и управления, диффузионное проникновение и перекрестный перенос паров титана и алюминия на испаряемые и распыляемые катоды и, как следствие, недостаточная повторяемость свойств покрытий, неконтролируемое изменение их свойств. Кроме того, недостатком является сложность управления процессом нанесения покрытия.

Известна установка для нанесения вакуумных покрытий (полезная модель к патенту RU 124262, С23С 14/35, 2012). Установка содержит вакуумную камеру. Вакуумная камера снабжена выполненным с возможностью вращения устройством для расположения МРС, содержащим оси вращения и подшипниковые узлы, при этом подшипниковые узлы вынесены за пределы вакуумной камеры и установлены на ее наружной поверхности.

Вращающееся устройство для расположения МРС размещено в центре вакуумной камеры, а вокруг него жестко и статично закреплена оснастка для установки подложек, выполненная с возможностью удерживания подложки большой массы. К характерному недостатку установки относится техническая непригодность устройства для создания нанокompозитных покрытий TiN-Cu.

Известна установка для нанесения вакуумных покрытий (полезная модель к патенту RU 135318, С23С 14/32, 2013). Установка для нанесения покрытий методом электродугового испарения содержит вакуумную камеру, функционально являющуюся анодом с расположенными в ней четырьмя катодами электродуговых испарителей из испаряемого материала. Держатель изделий и оптически непрозрачные экраны, установленные с возможностью перекрытия катодов. Экраны выполнены в виде соединенных между собой по центру и закрепленных на поворотном устройстве двух дисковых элементов, при этом каждый дисковый элемент сформирован из секторов, разделенных прорезями и расположенных под углом к рабочей поверхности дискового

элемента. Недостатком таких установок является ограниченность технологических возможностей, вследствие чего не удастся формировать покрытия TiN-Cu с высокими эксплуатационными и воспроизводимыми свойствами.

Известна установка для нанесения покрытий (полезная модель к патенту RU 81730, С23С 14/32, 14/35, 2008). Установка содержит размещенные в вакуумной камере с подачей и откачкой азота дуговой испаритель, состоящий из катода из испаряемого материала покрытия и стабилизирующей катушки. Подложку, на которую наносится покрытие, источник питания катода, магнетронный распылитель с мишенью и источником питания магнетрона, систему подачи газа-азота. Перед катодом дугового источника установлен выдвижной металлический экран для обеспечения сепарации ионного потока и уменьшения ионного тока в режимах очистки, причем катод и мишень выполнены из одного материала, например титана. Система подачи газа снабжена системой подачи инертного газа, источник питания катода содержит накопительную емкость для реализации импульсного режима работы. Недостатком устройства является то, что дуговой источник используется в одном из следующих режимов, либо с закрытым экраном только для очистки подложек, либо с закрытым или открытым экраном в ходе напыления многокомпонентных покрытий. Причем положение экрана, наряду с остальными параметрами, влияет на величину потока ионов с дугового источника и, соответственно, на элементный состав покрытия.

Наиболее близким техническим решением является способ получения ионно-плазменного вакуумного-дугового керамикометаллического покрытия TiN-Cu для твердосплавного режущего инструмента расширенной области применения (патент RU 2573845, D82D 3/00, С23С 14/21, В23В 27/14, 2014). Технический результат изобретения заключается в повышении стойкости твердосплавного режущего инструмента и расширении области его

применения как для операции непрерывного, так и прерывистого резания. Проводят предварительную ионную очистку поверхности инструмента и последующее вакуумно-дуговое осаждение покрытия при испарении катодов, содержащих титан и медь, в реакционном газе - азоте. Процесс ведут при токе дуги, испаряющей катоды, равном 100-120 А, и отрицательном напряжении смещения, подаваемом на режущей твердосплавный инструмент, равном 100-120 В. Каждый испаряемый катод выполнен комбинированным. Регулируется соотношение площадей испаряющихся титановой основы и медной вставки, равное 3,2-2,6, обеспечивающее содержание меди в покрытии 3,5-7 ат. %. Недостатком способа, принятого в качестве прототипа изобретения, является сравнительно высокий ток дугового разряда 100-120 А, при котором образуется капельная фракция, и, как следствие, необходимость применения магнитной сепарации. Существенным недостатком является применение комбинированных катодов, причем концентрация меди в сформированных покрытиях регулируется изменением соотношения площадей вставки меди (Cu) и титана (Ti). Кроме того, использование титановых комбинированных медью катодов (вставками из меди) затрудняет регулирование оптимального содержания меди в покрытии 3,5-7 ат. % по причине случайной непрогнозируемой траектории перемещения катодного пятна по поверхности испаряемого комбинированного катода. В связи с чем, в определенный момент процесса возникает селективное испарение меди и стимулируется неоднородность концентрации паров меди в покрытии. Увеличение содержания меди приводит к появлению пористости покрытия. Таким образом, применение комбинированных катодов затрудняет дозированное, контролируемое и управляемое добавление Cu в наращиваемое покрытие TiN-Cu.

Изобретение позволяет устранить указанные недостатки прототипа, повысить эффективность процесса благодаря синтезу композитных покрытий TiN-Cu путем инъекции паров меди в область синтеза TiN на основе

сопряжения двух газоразрядных процессов, дугового испарения Ti и магнетронного распыления Cu в новой конструкции плазмохимического реактора. Такое совмещение потенциально открывает возможность контролируемого управления размерами кристаллитов в наращиваемом покрытии, что является крайне важным. Плазмохимический реактор разделен диафрагмой на два отсека.

Отсек синтеза TiN вакуумно-дуговым разрядом и отсек парообразования Cu магнетронным разрядом. Разделительная диафрагма, во-первых, не допускает взаимного влияния разных форм разрядов - вакуумно-дугового и магнетронного на их устойчивое стационарное горение, во-вторых, препятствует попаданию паров титана на медный катод магнетрона. Кроме того, через дозирующее отверстие в диафрагме пары Cu проникают в отсек синтеза на подложку, на которой протекает химическая реакция Ti и N в парах Cu.

Микротвердость сформированных слоев определяли на микротвердомере ПМТ-3. Возможность осуществления изобретения с использованием признаков способа, включенных в формулу изобретения, подтверждается примером его практической реализации.

Пример. Получение композитного покрытия проводили синтезом TiN в парах меди, в диапазоне давлений газа азота от $2,6 \cdot 10^{-1}$ до 12 Па. Напряжение горения магнетронного разряда в экспериментах составляло 210-240 В, вакуумно-дугового разряда - 35-45 В и зависело от давления газа азота. Покрытие TiN-Cu частично текстурируется по плоскости (111), хотя можно выделить рефлексы отражений, принадлежащие и другим плоскостям (200), (220) и (222), с несвойственными им интенсивностями. Согласно РФА в слое композита присутствуют рефлексы отражений нитрида титана и меди. Следует отметить, что интенсивность рефлексов меди на рентгенограмме очень мала и находится на уровне фона. С уменьшением тока дугового разряда до 60 А и тока магнетронного разряда до 0,6 А, повышением

давления до 12 Па устойчиво проявляется присутствие меди, наблюдаются рефлексы меди с интенсивностью 10%. На рисунке 3.1 представлено строение поверхности композитного покрытия TiN-Cu.

Микротвердость покрытия TiN-Cu составляет 35-38 ГПа. Медь блокирует рост столбчатой структуры кристаллитов TiN, способствуя наноструктурированию композитных покрытий TiN-Cu. Об этом свидетельствует, с одной стороны, то, что N не образует соединений с Cu (с азотом медь непосредственно не соединяется, невозможно получить нитрид азота Cu₃N). С другой, фазовая диаграмма системы Ti-Cu показывает, что при малых содержании atomic percent copper интерметаллиды стабильно не образуются, к тому же интерметаллиды TiCu, Ti₂Cu, Ti₂Cu₃, TiCu₃ образуются при высоких atomic percent copper и температурах ~1073-1173 К. Показано, дозированная инжекция паров меди путем управления током магнетронного разряда, позволяет вести синтез TiN в парах Cu и получать многокомпонентные нитридные покрытия состава TiN-Cu с нанокристаллической структурой с оптимальным содержанием меди 3,5-7 ат. %. Причем атомы Cu в условиях их локализации с образованием аморфного слоя по границам кристаллитов TiN блокируют рост столбчатой структуры кристаллитов TiN и приводят к наноструктурированию сверхтвердых покрытий TiN-Cu со средним размером зерен ~ 20 нм. Покрытия обладают сверхтвердостью до 45 ГПа, низким коэффициентом трения 0,2, высокой адгезионной прочностью к металлической и твердосплавной подложке >30 Н, повышенной степенью упругого восстановления < 50%, высокой износостойкостью < 2600 мкм³/Н·м, высокой термической стабильностью до 1373 К, увеличенной стойкостью к окислению до 1073 К.

На рисунке 3.2 представлена предложенная новая конструкция плазмохимического реактора (вакуумной камеры), образованная двумя отсеками. Отсек 1 (синтеза TiN) и отсек 2 (парообразования Cu). На верхней

горизонтальной стенке отсека 1 установлен вакуумно-дуговой испаритель 3. На боковой стенке отсека 2 установлен вертикально планарный магнетрон 4.

При испарении титана и диссоциации молекулярного азота $N_2 \leftrightarrow 2N$ в азотсодержащей плазме на поверхности экрана 13 закрывающего подложки протекает химическая реакция Ti с реакционным атомарным N с образованием TiN . По мере выхода вакуумно-дугового испарителя в режим стационарного горения дугового разряда, при подаче постоянного электрического напряжения не более 1 кВ на заземленный анод 10 (положительная полярность) и изолированный катод 9 (отрицательная полярность) в отсеке 2 зажигается стационарный магнетронный разряд, ток разряда не превышал 1А и регулировался источником питания. Планарный магнетрон обеспечивал стабильную работу в диапазоне давлений газа азота от $2,6 \cdot 10^{-1}$ до 12 Па. Напряжение горения разряда в экспериментах составляло 210-240 В и зависело от давления газа азота.

Тороидальное магнитное поле с индукцией 0,2-0,8 Тл удерживает газоразрядную плазму над поверхностью катода. В результате физического распыления плазменными ионами, ускоренными в прикатодном падении потенциала, медного катода, пары меди проникают в щелевое отверстие 15 диафрагмы 14 и конденсируются на экране 13. По мере вывода планарного магнетрона в режим устойчивого стационарного горения магнетронного разряда вращением экрана 13 открывают доступ (как показано на рисунке 3.2) паров титана и меди и реакционного азота на ростовую поверхность подложек, где протекает синтез TiN в парах меди с образованием наноструктурированного композитного покрытия $TiN-Cu$.

Предложенный способ синтеза композитных покрытий $TiN-Cu$ и устройство для его осуществления характеризуется неограниченной возможностью получения покрытий $TiN-Cu$. Особенно выделяется управляемый синтез покрытий при дозированном тонком регулировании наполнения покрытий медью. Разработанные режимы получения

упрочняющего износостойкого композитного покрытия TiN-Cu обеспечивают наноструктурирование зеренной структуры, ее термическую стабильность и высокие механические, трибологические и теплофизические свойства.

Проведенный выше анализ и выработанные технические решения позволяют увеличить стойкость сразу целой группы инструментов, используемых в данном ТП, а именно, торцовых фрез, сверл и метчиков, приблизительно на 20-30%.

4 Безопасность и экологичность технического объекта

В процессе выполнения рабочими своим должностных обязанностей они могут подвергать себя рискам и в конечном итоге, не исключено получение производственных травм. В данном разделе представлено задействованное оборудование и вредные воздействия, которые могут возникнуть при несоблюдении техники безопасности. Описаны мероприятия, выполнение которых сведет получение производственных травм к минимуму.

Тема ВКР: «Технологический процесс изготовления корпуса поворотного стола агрегатного станка».

Анализ был проведен в соответствии с методикой, указанной в источнике [7].

4.1 Назначение участка

Описываемый участок предназначается для изготовления детали «Корпус поворотного стола».

4.2 Планировка рассматриваемого участка

Производственная площадь – представляет собой площадь, которая занята производственным оборудованием и местами для рабочих возле этого оборудования.

Вспомогательная площадь – представляет собой площадь, на которой располагаются вспомогательные подразделения, такие как: ремонтные и инструментальные службы, лаборатории, склады, служебно-бытовые помещения, а также межцеховые магистральные проезды.

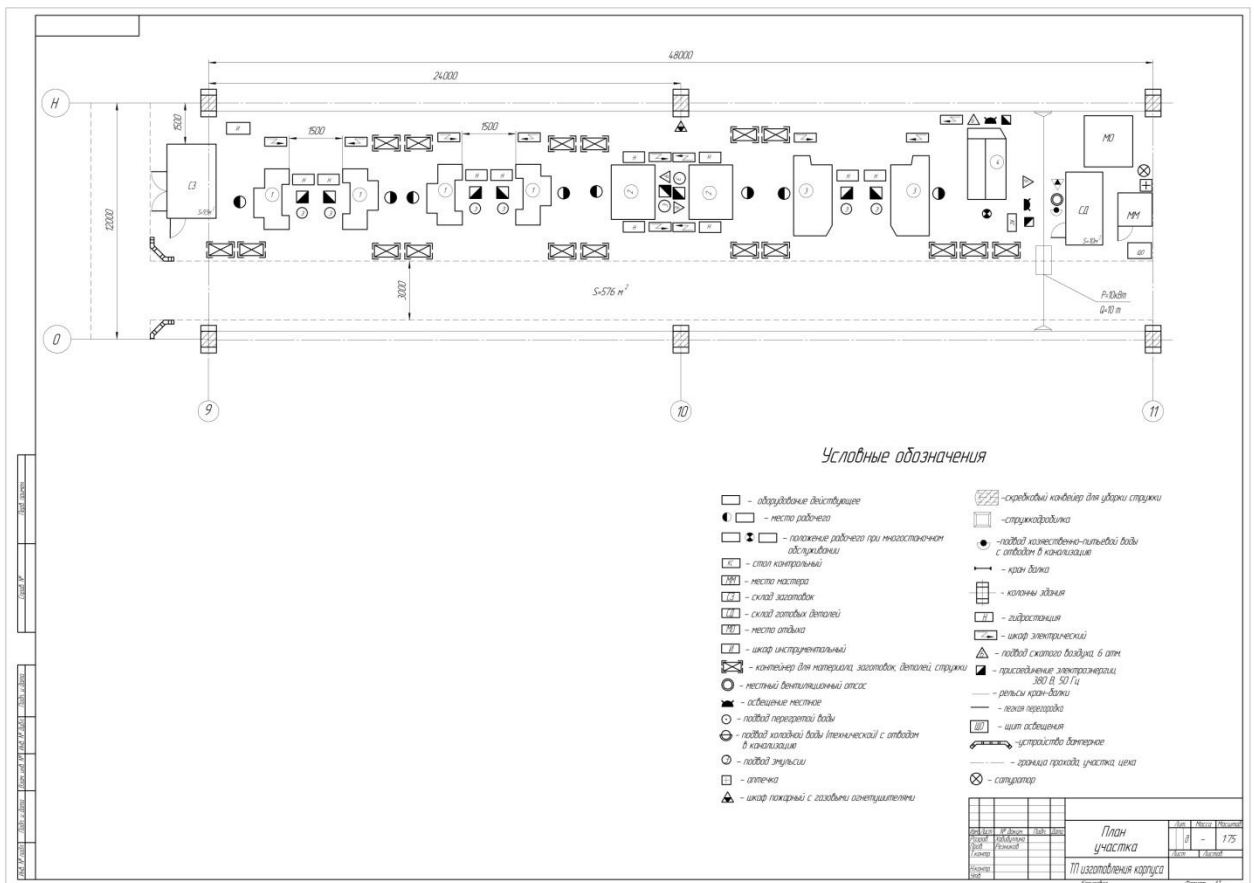


Рисунок 4.1 – План участка

4.3 Состав оборудования

Наименование и количество оборудования представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Состав оборудования

№ п/п	Оборудование	Количество, шт
1	Станок – фрезерный Энкор Корвет 414.	4
2	Станок – радиально-сверлильный R100	2
3	Станок – плоскошлифовальный MG-1320 E	2
Итого:		8

Таблица 4.2 – Технологический маршрут обработки детали «Корпус поворотного стола»

№	Наименование цеха	№ опер.	Наименование операции	Применяемое оборудование	Содержание операции
1	2	3	4	5	6
1	Литейный	000	Заготовительная	-	Отливка заготовки
2	Механический	010	Фрезерная	Станок – фрезерный Энкор Корвет 414.	фрезерование поверхностей 12
3	Механический	020	Фрезерная	Станок – фрезерный Энкор Корвет 414.	фрезерование поверхностей 1
4	Механический	030	Фрезерная	Станок – фрезерный Энкор Корвет 414.	фрезерование поверхностей 1
5	Механический	040	Фрезерная	Станок – фрезерный Энкор Корвет 414.	фрезерование поверхностей 12
6	Механический	050	Сверлильная	Станок – радиально-сверлильный R100	сверление отверстий 8,9,10
7	Механический	060	Сверлильная	Станок – радиально-сверлильный R100	сверление отверстий 14
8	Термический	070	Термическая	-	Закалка, отпуск
9	Механический	080	Плоскошлифовальная	Станок – плоскошлифовальный MG-1320 E	шлифовка торцов 1
10	Механический	090	Плоскошлифовальная	Станок – плоскошлифовальный MG-1320 E	шлифовка торцов 12
11	Механический	100	Моечная	-	Промывка, обдувка, сушка заготовки

Продолжение таблицы 4.2

1	2	3	4	5	6
12	Механический	110	Контрольная	-	Контроль основных параметров согласно рабочему чертежу

Поскольку были улучшены технологические операции, такие как: фрезерная 010 и шлифование торцов 090, то идентификацию по рискам будем проводить только эти операции.

4.2 Анализ вредных производственных факторов.

Таблица 4.3 – Вредные производственные факторы

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

Продолжение таблицы 4.3

2	Плоскошлифование	<p>1. Попадание частиц абразивных материалов на изделие и в рабочую зону</p> <p>2. Высокая температура на поверхности шлифовального круга и обрабатываемой заготовки</p> <p>3. Испарения СОЖ при механической обработке</p> <p>4. Высокий уровень шума и вибраций при работе оборудования</p>	<p>1. Ношение защитных очков, специальной одежды. Наличие защитного экрана. Удаление отходов в металлическую тару с последующей утилизацией по мере заполнения емкости [4].</p> <p>2. Использование СОЖ на синтетической основе.</p> <p>3. Установка отопительно-вентиляционного оборудования [3].</p> <p>4. Использование акустических экранов, противозумных наушников, закрывающих ушную раковину снаружи. Установка на оборудования виброизолирующих опор [2].</p>
---	------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

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

5 Экономическая эффективность работы

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

В рамках данной бакалаврской работы разрабатывается технологический процесс изготовления детали «Корпус поворотного стола агрегатного станка», детальное описание которого представлено в предыдущих разделах. Разработка процесса изготовления предполагает выбор оборудования, соответствующего выполнению назначенной операции, подбор оснастки, необходимой для надежного закрепления, и инструмента, обеспечивающего качественное получение параметров поверхности. Разработанный процесс состоит из 8 технологических операций, без учета термической обработки и проведения контрольных и моечных операций, и включает: 4-е фрезерные, 2-е сверлильные и 2-е шлифовальные операции.

В качестве оснастки применяются специальные приспособления.

В качестве инструмента используются торцевые фрезеры с пластинами «Sandvik», сверла «Sandvik», метчик «Sandvik» и шлифовальные круги.

Описание метода получения заготовки и химический состав материала, из которого производится корпус, представлено в предыдущих разделах бакалаврской работы.

Для выполнения обоснования экономической целесообразности запуска данного технологического процесса необходимо детально рассчитать капитальные вложения в проект при помощи специальной методики [10] и пакета программного обеспечения Microsoft Excel. Полученные величины параметров, входящих в общие капитальные вложения представлены в диаграмме на рисунке 5.1.

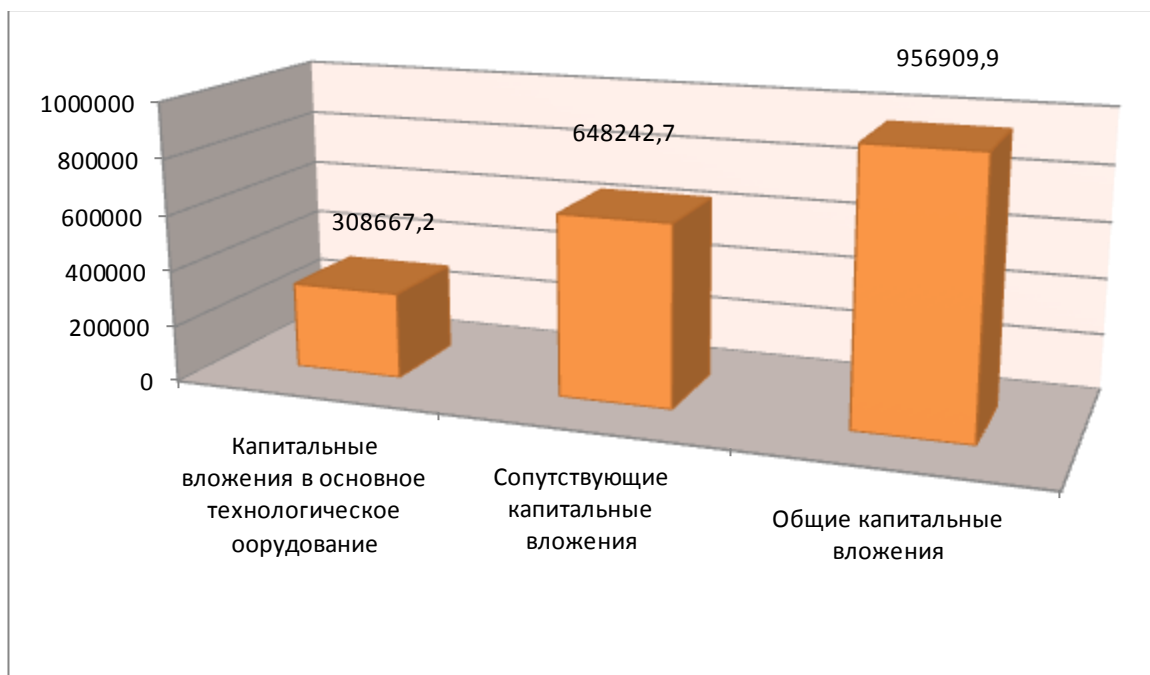


Рисунок 5.1 – Значение элементов общих капитальных вложений, руб.

Анализируя, представленные на диаграмме данные, можно сказать, что весомую долю от общих затрат составляют сопутствующие капитальные вложения – 67,7%. Данный параметр включает в себя затраты, связанные с проектированием технологического процесса, доставкой, монтажом, приспособлением, инструментом, необходимой производственной площадью, транспортными средствами и необходимой аппаратурой для управляющей программы. Соответственно капитальные вложения в основное технологическое оборудование составляют 32,3% от общих капитальных вложений.

Кроме капитальных затрат значимым для определения экономической эффективности является определение технологической себестоимости, расчет которой проводится при помощи пакета программного обеспечения Microsoft Excel и методики по определению технологической себестоимости [10].

Наглядное представлено полученных расходов, входящих в технологическую себестоимость продемонстрировано на диаграмме (рисунок 5.2)

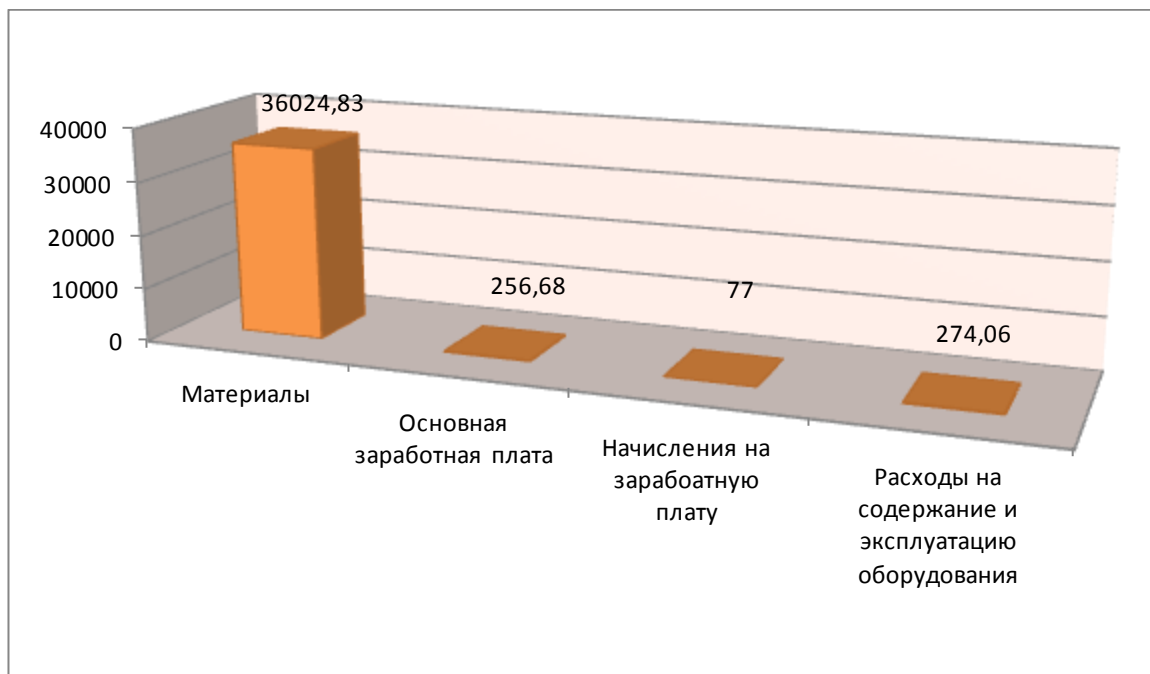


Рисунок 5.2 – Элементы технологической себестоимости, руб.

Представленные на рисунке 5.2 значения, необходимы для того чтобы рассчитать технологическую себестоимость корпуса поворотного стола агрегатного станка. Сложив все перечисленные параметры, можно получить величину технологической себестоимости, которая равна 36632,56 рубля. Анализируя данные параметры видно, что материалы являются самыми весомыми в формировании величины технологической себестоимости, доля этого элемента составляет 98,3%, это связано с тем, что вес изделия составляет 148 кг. Следующими по значимости параметрами являются основная заработная плата и расходы на содержание и эксплуатацию оборудования, их доля составляет по 0,7%. Последним по значимости являются начисления на заработную плату, их доля составляет 0,2%.

Зная величину технологической себестоимости, можно определить значение полной себестоимости, которая составляет – 37679,56 рублей. Полная себестоимость является основой для определения ожидаемой и чистой прибыли, которые в свою очередь позволят провести оценку экономической эффективности разработанного технологического процесса и определить целесообразность его внедрения в производство.

Для определения ожидаемой прибыли будем использовать следующую формулу:

$$P_{ож} = C_{полн} \cdot P_{г} \cdot R, \quad (5.1)$$

«где $C_{полн}$ – полная себестоимость изделия, руб.;

$P_{г}$ – годовая программа выпуска изделия, шт.;

R – рентабельность производства (0,18 ... 0,25)» [10].

$$P_{ож} = 37679,56 \cdot 1000 \cdot 0,25 = 9419890 \text{ руб.}$$

После уплаты налогов у предприятия останется 7535912 руб., что считается чистой прибылью, которая используется для определения срока окупаемости проекта. Согласно методике расчета срока окупаемости – это отношение величины капитальных вложений и чистой прибыли, учитывая полученные при расчете значения, позволят окупить вложенные средства в течение 2-х лет. На базе этого значения рассчитывается экономический эффект, который составит 148915,5 руб. Данная величина при расчете получилась положительной, поэтому можно сделать окончательное заключение об эффективности проекта и целесообразности его внедрения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В рамках данной работы было выполнено следующее:

- в разделе 1 данной работы произведен анализ исходных данных для проектирования техпроцесса детали - «Корпус поворотного стола агрегатного станка»;

- в разделе 2 данной работы разработан технологический процесс изготовления корпуса поворотного стола агрегатного станка;

- в разделе 3 данной работы спроектировано зажимное приспособление, для закрепления детали - «Корпус поворотного стола агрегатного станка», при обработке на станке, а также произведен расчет режущего инструмента;

- в разделе 4 данной работы выработаны мероприятия по охране труда при проектировании техпроцесса изготовления детали - «Корпус поворотного стола агрегатного станка»;

- в разделе 5 данной работы подтверждена экономическая эффективность представленной технологии изготовления корпуса поворотного стола агрегатного станка.

Таким образом, можно говорить о выполнении задач работы, сформулированных в разделе 1 данной работы и о достижении цели работы, приведенной в разделе «Введение».

Экономическая эффективность представленной технологии изготовления корпуса поворотного стола агрегатного станка составляет 148915,5 рублей.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Барановский, Ю.В. Режимы резания металлов. Справочник / Ю.В. Барановский. - Изд. 3-е, перераб. и доп. - М., Машиностроение, 1995 г., 320 с.
- 2 Белоусов, А.П. Проектирование станочных приспособлений: Учеб пособие для учащихся техникумов. / А.П. Белоусов.; 3-е изд., перераб. И доп. – М.: Высш.школа, 1980, 240 с
- 3 Боровков, В.М. Разработка и проектирование чертежа штамповки. Метод. Указания / В.М. Боровков, ТолПИ, 1990
- 4 Боровков, В.М. Экономическое обоснование выбора заготовки при проектировании технологического процесса. Метод. Указания / В.М. Боровков, ТолПИ, 1990
- 5 Горбацевич, А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учеб. Пособие для вузов. / А.Ф.Горбацевич, В.А. Шкред; 5-е издание, стереотипное. Перепечатка с 4-го издания. – М: ООО ИД «Альянс», 2007.- 256 с.
- 6 Гордеев, А.В. Выбор метода получения заготовки. Метод, указания / А.В. Гордеев, - Тольятти, ТГУ, 2004.-9 с.
- 7 Горина, Л.Н. Обеспечение безопасных условий труда на производстве. Учеб. Пособие. / Л.Н. Горина, - Тольятти, 2016, 68 с.
- 8 ГОСТ Р 53464-2009. Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку [Текст]. – Взамен ГОСТ 26645-85; введ. 2010-24-08. – М.: Стандартиформ, 2010. – 35 с.
- 9 Добрыднев, И.С. Курсовое проектирование по предмету "Технология машиностроения" / И.С. Добрыднев, - М: Машиностроение 1985, 184 с.
- 10 Зубкова, Н.В. Методическое указание к экономическому обоснованию курсовых и дипломных работ по совершенствованию технологических процес-сов механической обработки деталей (для студентов специальностей 120100 / Н.В. Зубкова,– Тольятти: ТГУ, 2015, 46 с.
- 11 Михайлов, А.В. Методические указания для студентов по

выполнению курсового проекта по специальности 1201 Технология машиностроения по дисциплине «Технология машиностроения» / А.В. Михайлов, – Тольятти, ТГУ, 2005. - 75 с.

12 Нефедов, Н.А. Дипломное проектирование в машиностроительных техникумах: Учеб. Пособие для техникумов 2-е изд. перераб. и доп./ Н.А. Нефедов, 76 - М.: Высш. Школа, 1986-239 с.

13 Нефедов, Н.А. Сборник задач и примеров по резанию металлов и режущему инструменту Учеб. Пособие для техникумов по предмету "Основы учения о резании металлов и режущий инструмент" 4-е изд. перераб. и доп. / Н.А.. Нефедов, - М., Машиностроение, 1984 г.- 400 с.

14 Справочник технолога - машиностроителя. В 2-х кн. Кн. 1/ А.Г. Коси-лова [и др.]; под ред. А.М. Дальского [и др.]; - 5-е изд., перераб. и доп. - М: Машиностроение-1, 2001 г., 912 с.

15 Справочник технолога - машиностроителя. В 2-х кн. Кн. 2/ А.Г. Коси-лова [и др.]; под ред. А.М. Дальского [и др.]; - 5-е изд., перераб. и доп. - М: Машиностроение-1, 2001 г., 944 с.

16 Станочные приспособления: Справочник. В 2-х кн. Кн. 1/ Б.Н. Вардашкин; под ред. Б.Н. Вардашкина [и др.]; - М.: Машиностроение, 1984.

17 Таймингс, Р. Машиностроение. Режущий инструмент. Карманный справочник. Пер. с англ. 2-е изд. Стер./ Р. Таймингс, – М.: Додэка-XXI, 2008, - 336 с.

18 Ткачук, К.Н. Безопасность труда в промышленности / К.Н. Ткачук [и др.] – К. Техника, 1982, 231 с.

19 Davim J.P. Modern Machining Technology. A practice guide Woodhead Publishing, 2011. — 412 p. — (English).

20 Davim J.P. (ed.) Sustainable Machining. Springer, 2017. — 82 p.

21 Davim J. Paulo (editor). Machining. Fundamentals and Recent Advances. London: Springer, 2008, - 361 pages.

21 Jackson Mark. Machining with Abrasives Springer, New York, 2011. 439 p. ISBN 978-1-4419-7301-6;

22 Klocke F. Manufacturing Processes 2: Grinding, Honing, Lapping. Vol. 2 Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2009. XXIV, 433 p. 35 illus. — ISBN 978-3-540-92258-2, e-ISBN 978-3-540-92259-9, DOI 10.1007/978-3-540-92259-9.

23 Linke B. Life Cycle and Sustainability of Abrasive Tools Springer, 2016. — XVII, 265 p. — ISBN 978-3-319-28345-6; ISBN 978-3-319-28346-3 (eBook).

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Маршрутная карта

Дудл.	Взам.	Подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Изм.	Лист			
Разраб.	Хайдуллини																
Проб	Резников																
Н. контр.	Виткалов																
Утв.	Логинов																
Корпус																	
М 01	Сталь 20Х																
	Код	ЕВ	МД	ЕН	Н _{раск}	КИМ	Код заготовки	Профиль и размеры	КД	МЗ							
М 02	11	166	148	1	126	0,6			1	25,6							
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции												
Б					Код, наименование обработки												
А 03				000	Заготовительная												
Б 04																	
0 05				010	Фрезерная												
06	3816ХХ	Фрезерный станок	Энкор	Корвет 4 14				18915	312	1	1	1	1	60	1	20,5	22
07																	
Т 08				020	4615 Фрезерная												
09	3816ХХ	Фрезерный станок	Энкор	Корвет 4 14				18915	312	1	1	1	1	60	1	20,5	22
10																	
А 11				030	4615 Фрезерная												
Б 12	3816ХХ	Фрезерный станок	Энкор	Корвет 4 14				18915	312	1	1	1	1	60	1	6,5	8
0 13																	
14				040	4615 Фрезерная												
15	3816ХХ	Фрезерный станок	Энкор	Корвет 4 14				18915	312	1	1	1	1	60	1	6,5	8
16																	
МК																	

Дудл. Взам. Подл.																	
	Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		
Разраб. Проб	Хадидуллина Резникова		ТГУ														
Н. контр. Утв.	Виткалов Логинов																
Корпус																	
М 01	Сталь 20Х																
М 02	Код	ЕВ	МД	ЕН	КИМ	Код заготовки	Профиль и размеры				КД	МЗ					
	11	166	148	1	126	0,6					1	25,6					
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции		Обозначение документа										
Б					Код, наименование оборудования		СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	К _{шт}	T _{гз}	T _{шт}
А 03				050	4920	Сверлильная											
Б 04	3277XX					Сверлильный станок R100		18915	312	1	1	1	1	60	1	7	14,2
0 05																	
06				060	4920	Сверлильная											
07	3277XX					Сверлильный станок R100		18915	312	1	1	1	1	60	1	0,9	2,1
Т 08																	
09				070	4912	Термическая											
10																	
А 11				080	4510	Плосношлифовальная											
Б 12	3885XX					Плоскошлифовальный станок МБ-1320 Е		18915	312	1	1	1	1	60	1	4,2	6
0 13																	
14				090	4510	Плосношлифовальная											
15	3885XX					Плоскошлифовальный станок МБ-1320 Е		18915	312	1	1	1	1	60	1	4,2	6
16																	
МК																	

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Операционная карта

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Спецификация

