

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН**

Некоммерческое акционерное общество «Казахский национальный
исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева

**Институт «Энергетика и машиностроение»
Кафедра «Машиностроение»**

Тулешов Дайрбек Рамазанович

Проектирование технологического процесса механической обработки
корпусной детали с использованием CAE/CAD/CAM систем

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
к дипломному проекту

Алматы 2023

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество «Казахский национальный
исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева

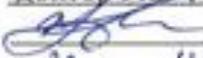
Институт «Энергетика и машиностроение»
Кафедра «Машиностроение»

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

Машиностроение

доктор PhD, асоц.проф.

 Нугман Е.З.

« 23 » 11 2023г.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

к дипломному проекту

На тему: «Проектирование технологического процесса механической
обработки корпусной детали с использованием CAE/CAD/CAM систем.»

ОП 6B07105 – Индустриальная инженерия

Выполнил

Тулешов Д.Р.

Рецензент

к.ф.-м.н., старший преподаватель
кафедры «Транспортная техника
машиностроение и стандартизация»

 Сухамбаев А.К.

« 25 » 11 2023г.

Научный руководитель

к.т.н., асоц. проф. кафедры
Исаметова М.Е.



« 28 » 11 2023г.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество «Казахский национальный
исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева

Институт «Энергетика и машиностроение»
Кафедра «Машиностроение»

6B07105 – Индустриальная инженерия

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

Машиностроение

доктор РнД, ассоц.проф.

 Нугман Е.З.

« 23 » // 2023г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение дипломного проекта

Обучающемуся: Тулешов Дайрбек Рамазанович
(Ф.И.О. обучающегося)

Тема: Проектирование технологического процесса механической обработки
корпусной детали с использованием CAE/CAD/CAM систем.

(тема дипломного проекта)

Утверждена приказом Проректора по академическим вопросам
№ 408– п от 23.11.2022 г. Срок сдачи законченной работы
" 6 " июня 2023 г. Исходные данные к дипломному проекту: сборочный
чертеж задвижки газопровода

Перечень подлежащих разработке в дипломном проекте вопросов:

а) рабочий чертеж корпуса задвижки

б) тип производства – среднесерийный

Перечень графического материала: Сб.чертеж задвижки– 1А1;

представлено 11 слайдов презентации

ГРАФИК
подготовки дипломного проекта

Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления научному руководителю	Примечание
Описание исходных данных	12.02.23 – 15.03.23	<i>Всё.</i>
Технологическая часть работы	21.03.23 – 02.04.23	<i>Всё.</i>
Совершенствование операций с помощью научных исследований	02.04.23 – 16.04.23	<i>Всё.</i>
Экономическая эффективность работы	18.04.23 – 15.05.23	<i>Всё.</i>

Подписи

консультантов и нормоконтролера на законченный дипломный проект с указанием относящихся к ним разделов

Наименование Разделов	консультанты, И.О.Ф. (уч. степень, звание)	Дата подписания	Подпись
Основные разделы дипломного проекта	к.т.н., асоц. профессор М.И.Исаметова	<i>23.05.2023</i>	
Нормоконтролер	доктор PhD, ст. преп. Абилкайыр Ж.Н.	<i>30.05.2023</i>	

Научный руководитель _____

(подпись)

Исаметова М.И.
(Ф.И.О.)

Задание принял к исполнению обучающийся _____

(подпись)

Тулешов Д.Р.
(Ф.И.О.)

Дата

« *23* » *11* 2022г.

АННОТАЦИЯ

CAE/CAD/CAM жүйелерін пайдалана отырып, шамадан тыс бөлігін өңдеудің технологиялық процесін жобалау бойынша дипломдық жоба. Дипломдық жоба «Trivad advertising» ЖШС-де диплом алдындағы тәжірибе нәтижелері бойынша аяқталды.

Қызметтік мақсатқа және техникалық талаптардың нормаларына сәйкестігіне талдау жүргізілді; экономикалық негіздемесі бар дайындаманы алу әдісін таңдау; құрал-саймандар мен жабдықтарды таңдаумен корпуссты өндірудің технологиялық процесі әзірленді.

Жобада компьютерлік дизайнның талдауы және CAE/CAD/CAM жүйесінде жұмыс істеу алгоритмі ұсынылған.

АННОТАЦИЯ

Дипломный проект по проектированию технологического процесса механической обработки корпусной детали с использованием CAE/CAD/CAM систем. Дипломный проект выполнен по результатам преддипломной практики на предприятии ТОО «Trivad advertising».

Были выполнены анализ служебного назначения и соответствия нормам технических требований; выбор метода получения заготовки с экономическим обоснованием; разработан технологический процесс производства корпуса с выбором оснастки и оборудования.

В проекте представлен анализ автоматизированного проектирования и алгоритм работы в системе CAE/CAD/CAM.

АННОТАЦИЯ

Diploma project on the design of the technological process of machining a body part using CAE / CAD / CAM systems. The diploma project was completed based on the results of pre-diploma practice at Trivad advertising LLP.

An analysis of the official purpose and compliance with the norms of technical requirements was carried out; choice of method for obtaining a workpiece with an economic justification; a technological process for the production of a hull with a choice of tooling and equipment has been developed.

The project presents an analysis of computer-aided design and an algorithm for working in the CAE / CAD / CAM system.

СОДЕРЖАНИЕ

	Введение	7
1	Характеристика объектов производства	8
2	Технологический раздел	13
2.1	Определение типа производства	13
2.2	Анализ конструкции детали на технологичность	15
2.3	Анализ базового технологического процесса	18
2.4	Выбор заготовки	21
3	Создание технологического процесса в ADEM	25
3.1	Исходная информация	26
3.2	Операции	27
3.3	Переходы	28
3.4	Расчет траектории инструмента	28
3.5	Оснащение	30
3.6	Расчет режимов резания	31
4	Безопасность проекта в чрезвычайных ситуациях	33
4.1	Анализ вероятных ЧС	33
4.2	Прогнозирование и оценка возможных последствий ЧС (стихийных бедствий, техногенных аварий, экологических бедствий) на проектируемом предприятии и разработка мероприятий по их предотвращению	34
	Заключение	38
	Список использованной литературы	39

ВВЕДЕНИЕ

Особенности науки технологии машиностроения в нашей стране является то, что эта наука опирается на работы, которые ведутся не только в научно-исследовательских, проектно-технологических и учебных институтах, но и в многочисленных заводских технологических лабораториях и цехах. Наряду с учеными вносят свой вклад в развитие науки и техники передовые рабочие производств. При работе металлорежущих станках они применяют высокие режимы резания, создают инструменты и приспособления собственных конструкций, принимают участие в разработке рациональных технологических процессов, способствующих повышению производительности труда.

Для достижения высокого уровня производства и производительности труда необходимо непрерывно обеспечивать всемерное повышение темпов технического прогресса, ускорять внедрение достижений науки и техники во все отрасли народного хозяйства.

Технический прогресс всего народного хозяйства зависит от уровня развития машиностроительной промышленности.

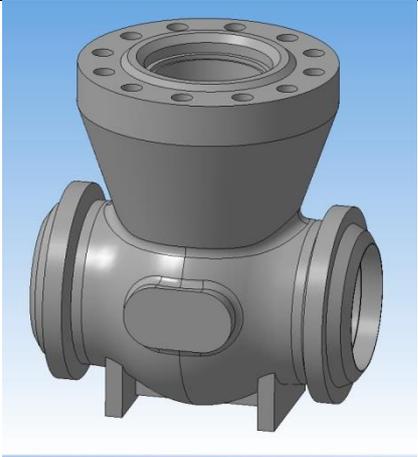
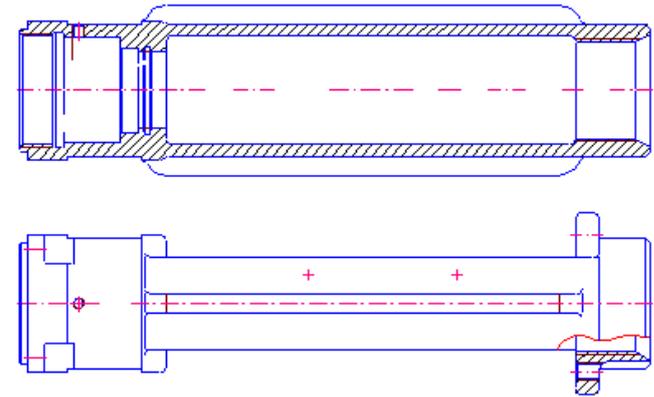
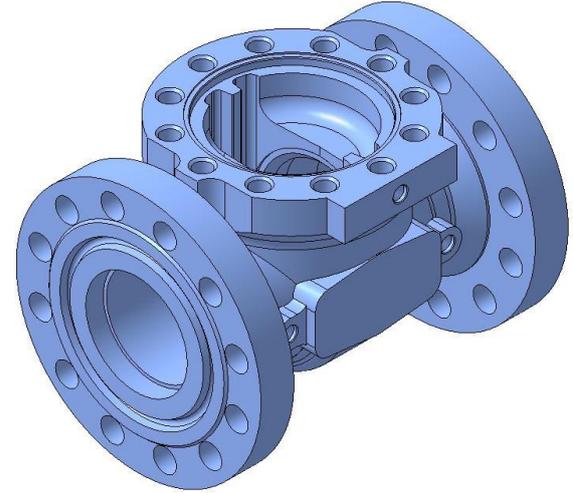
В процессе изучения механической обработки деталей возникает множество вопросов, связанных с необходимостью выполнения заданных технологических требований, с эксплуатацией сложного оборудования, режущего и измерительного инструмента, оснастки и др.

1 Характеристика объектов производства

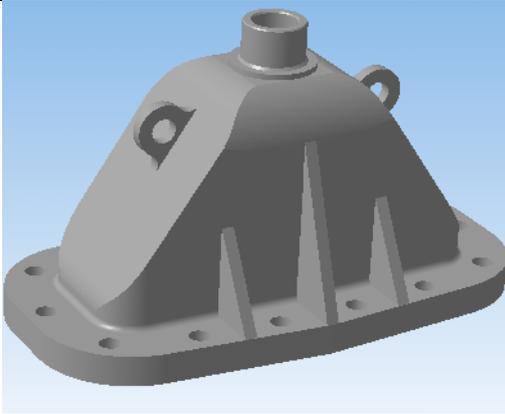
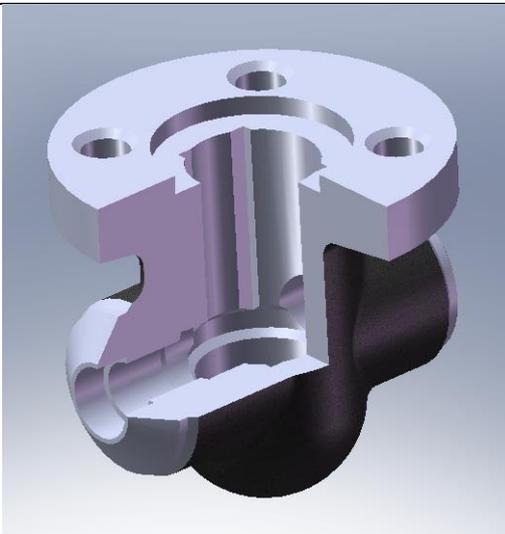
При всей простоте, газопроводная арматура очень сложная конструкция, все зависит от ее качества работы. Потому они требуют хорошего внимания со стороны изготовителя. Задвижка - очень важная по функциональности деталь. По форме задвижки делятся на клиновые и параллельные. Клиновые — это запорные устройства, закрытие прохода в которых происходит сдвигом затвора перпендикулярному потоку. Эти задвижки используются для транспортировки пара, воды, аммиака, нефти, некоторых нефтепродуктов. Клиновой затвор имеет уплотнительные поверхности, которые находятся под углом друг к другу. Клин бывает упругим и цельным, жестким и цельным. Это позволяет заменять сальниковую набивку во время работы. Параллельная задвижка, в отличие от клиновой, имеет уплотнительную поверхность, расположенную параллельно относительно друг друга. Они могут быть как однодисковыми, так и двухдисковыми. Уплотнительные затворы используются в различных промышленных и коммерческих приложениях для регулирования потока жидкостей и газов. Они могут быть установлены на трубопроводах, насосах и других устройствах. Клиновые затворы широко используются в системах водоснабжения и водоотведения, а также в химической и нефтегазовой промышленности. Параллельные задвижки часто используются в системах отопления и кондиционирования воздуха, а также в пищевой и фармацевтической промышленности...

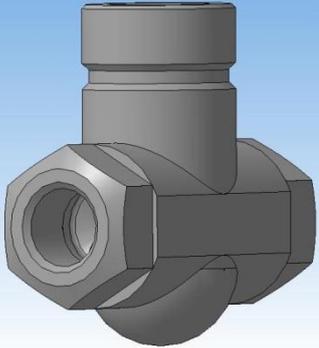
Задвижки бывают двух типов в зависимости от направления движения шпинделя. Выдвижные задвижки используются для транспортировки больших потоков, в то время как задвижки с вращаемым не выдвижным шпинделем используются для меньших потоков. В газопроводах часто используют стальную задвижку для припятствия газообразным и жидким потокам. Чугунные задвижки используются для полного включения или отключения потока среды. Обе задвижки могут быть ремонтируемыми и управляться как вручную, так и автоматически с помощью электроприводов. Автоматический способ управления имеет множество преимуществ, таких как возможность остановки в любом промежуточном положении и отображение степени открытия или закрытия прохода на пульте. Кроме того, стальные задвижки могут выдерживать высокие температуры до 565 градусов Цельсия, в то время как чугунные задвижки могут выдерживать до 225 С⁰. Маховик вверх устанавливается на горизонтальном газопроводе, на вертикальном же устанавливается плашмя.

Таблица 1 - Номенклатура деталей на данном участке

	<p>Корпус задвижки/ КЗ 11005-250 m=412кг, N=240.</p>
	<p>Стойка задвижки ТЛ13001-250 m=11,36кг, N=730</p>
	<p>Корпус задвижки ЗКС160-150 m=115,9кг, N=250.</p>

Продолжение таблицы 1

		<p>Крышка задвижки КЗ13011-500 m=185кг, N=180</p>
		<p>Корпус задвижки. КЗ 13011-500 m=600кг, N=180.</p>
		<p>Корпус задвижки ЗКС 160-015 с условным проходом 15 мм, m=1кг, N=6000</p>

	<p>Корпус клапана запорного КЗ 21216-015А m=1,03кг, N=7200</p>
---	--

Основная деталь проекта корпус данной задвижки К 313011 - 500.

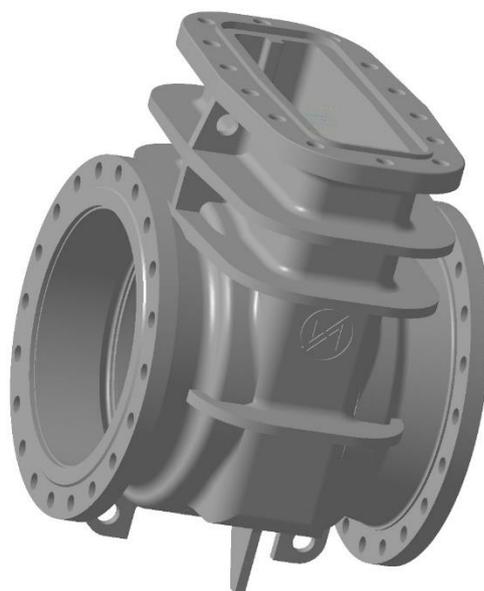


Рисунок 1 - Корпус задвижки

Эта деталь является составной частью сборочной единицы (клиновая задвижка), которая представляет собой готовое изделие.

Клиновые задвижки для газопроводов применяются для запорной работы на трубопроводах, в том числе и при подаче воды.

Корпусная деталь изготавливается из нержавеющей стали 25 Л, 12Х18Н 12МЗТЛ, ХМ25Л Рабочая среда задвижек – это жидкие или газообразно-неагрессивные не агрессивные углеводороды, пар и вода. Можно применять на других средах без агрессивного воздействия на материал задвижки.

Задвижки стальные относятся к ремонтируемым и восстанавливаемым изделиям.

Задвижки - это устройства с клином жесткой конструкции, которые могут быть использованы для управления потоком жидкости или газа в

трубопроводах. Они могут быть изготовлены с различными типами управления, включая ручное, электрическое и взрывозащищенное. Рабочее давление задвижек может быть 1,6 МПа, 2,5 МПа или 4,0 МПа. Кроме того, задвижки могут быть соединены с трубопроводом с помощью фланцевого соединения по ГОСТ 12818 или ответных фланцев по ГОСТ 12820 или ГОСТ 12821. В данном проекте корпус задвижки изготовлен из стали ХМ25Л и предназначен для установки в нем запорного механизма, который обеспечивает правильное функционирование задвижки. Тема: задвижки и их применение в трубопроводах.

Таблица 2 – Хим. состав материала ХМ25Л (%)

Углерод (С),	Марганец (Mn),	Кремний (Si),	Сера (S),	Фос-фор (P),	Титан (Ti),	Аллюминий (Al),	Хром (Cr),	Никель (Ni),	Медь (Cu),
0,18 - 0,28	0,2 - 0,5	4,5 - 6,5	≤ 0,035	≤ 0,035	0,03 - 0,05	0,03 - 0,06	≤ 0,03	≤ 0,03	≤ 0,03

Таблица 3 - Механические свойства материала ХМ25Л

Предел текучести	Предел прочности	Относительное удлинение	Относительное сужение
$\zeta_T \geq 235$ мПа	$\zeta_B \geq 441$ мПа	$\delta \geq 19$	$\Psi \geq 30$

2 Технологический раздел

2.1. Определение типа производства

Вид производства по ГОСТ3.1121-84 описывается коэффициентом интеграции работ (КЗ.О.).

$1 < K_{3.0} < 10$ – крупно-серийное производство и массовое;

$10 < K_{3.0} < 20$ – средне-серийное производство;

$20 < K_{3.0} < 40$ – мелко-серийное производство;

$40 < K_{3.0}$ - единичное производство.

С достаточной точностью для учебного проекта значение коэффициента оперативной интеграции можно рассчитать как [9].

а) Определить расчетное количество машин, необходимых для каждой машинной операции (C_{pi}).

$$C_{pi} = \frac{N \cdot T_{шт-к}}{60 \cdot F_o \cdot K_v \cdot K_p}, \quad (1)$$

где: N – годовой объем; $N = 180$ ед.;

$t_{шт}$ - время расчета шт. для i -го задания, мин;

F_o — рабочий годовой фонд безотказной работы машины.

K_v - нормированный переходный коэффициент нормы тайма: при обработке с использованием станков ручного управления $K_v = 1,2$; $K_v = 1,0$ при обработке на станках с ЧПУ, автоматах, полуавтоматах и модульных станках;

K_p – коэффициент, берущий в учет потери по техническо-организационным причинам $K_p = 0,95$.

Так как тШ-К при расчете по этой формуле сокращает время расчета деталей основных технологических процессов на 10-20%. Корректировки вносятся с учетом последующего совершенствования основного технологического процесса и некоторого снижения трудоемкости изготовления деталей.

б) Определить допустимое количество оборудования для каждой операции машины (S_i), расчетное количество машин (C_{Pi}) округлить до целого числа.

в) Рассчитайте коэффициент загрузки (η_{zi}) для каждого рабочего места :

$$\eta_{zi} = \frac{C_{Pi}}{S_i}, \quad (2)$$

г) Вычисляем число операций за единицей рабочего места (O_{pmi}):

$$O_{pmi} = \frac{\eta_n}{\eta_{zi}}, \quad (3)$$

где η_n – нормативный коэффициент загрузки оборудования.

Принимаем $\eta_n = 0,8$

д) Вычисляем величину коэффициента закрепления операций:

$$K_{з.о.} = \frac{\sum O_{pmi}}{\sum P_i}, \quad (4)$$

где $\sum P_i$ – общее число рабочих мест, за вычетом дублирующих станков. Результат расчета вводим в таблицу 3. Имеем: $K_{з.о.} = 10,7$.

Таблица 3 - Результаты вычисления коэффициента закрепления операции

Номер и название операции	Модель станка	$T_{шт-к}$, мин.	F_o , час	K_B	C_p	S	η_z	Орм
010-Токарная	1541	138	3975	1,2	0,09	1	0,09	8,88
015-Токарная	1541	138	3975	1,2	0,09	1	0,09	8,88
020-Комбинированная ЧПУ	ИР1250	64	3850	1	0,04	1	0,04	2
025-Токарная с ЧПУ	1516Ф3	176	3850	1	0,12	1	0,12	6,67
030-Сверлильная	2М57	119,5	3915	1,2	0,08	1	0,8	10
035-Сверлильная	2М57	46,2	3915	1,2	0,03	1	0,03	26,67
							$K_{зo} =$	10,7

После проведения вычисления был определен вид производства – среднесерийное производство. Серийное производство представляет собой

изготовление, или ремонт изделий, которые производятся зачастую в повторяющихся партиях. Для среднесерийного производства коэффициент закрепления операций принимается в диапазоне от 10 до 20. Серийное производство характеризуется изготовлением ограниченного набора детали партией, которые повторяются спустя некоторое время. Это дает возможность на использование специального оборудования вместе с универсальным. В процессе проектирования технологических процессов учитывается очередность выполнения каждого этапа операции и необходимая оснастка. Серийное производство характеризуется наличием цехов, которые обычно состоят из предметно-замкнутых участков, на которых расставляется оборудование в соответствии с типовым технологическим процессом. Предметная специализация участков делает возможным параллельную обработку партии деталей на нескольких станках, которые выполняют последовательные операции. По завершение обработки они отправляются на ожидание всей партии. Для организации серийного производства рекомендуется использовать станки с ЧПУ. Данное оборудование дает возможность увеличить точность выполнения операций и обладает достаточной выборкой. Тема: типы производства и их характеристики.

2.2 Анализ конструкции детали на технологичность

Важно учитывать технологичность конструкции детали при ее разработке. Это позволит улучшить производственный процесс и качество готовой продукции. Оценка технологичности может быть произведена по ГОСТ14.201-83. Сначала необходимо провести качественную оценку, так как она более обобщена и позволяет оценить технологичность конструкции в целом, а затем уже количественную.

Целью этого шага является определение возможности снижения производственных затрат и трудоемкости за счет небольших корректировок конструкции без вреда на служебную назначенность детали.

В итоге качественной оценки технологичности детали можно подчеркнуть:

Основа детали устойчива к критическим условиям пользования при низких температурах и прочности, устойчивости, поверхностной деформации и т.д.

2. Конструкция детали дает уверенную жесткость для обработки на металлорежущих станках.

3. Деталь имеет подходящие элементы для удержания заготовки во время обработки, но при размещении заготовки на необработанной поверхности происходит серьезное разрушение основания.

4. Возможно использование стандартизированных режущих и измерительных инструментов.

5. Деталь не выглядит сложной в плане обеспечения заданной точности и шероховатости поверхности.

6. Низкая скорость резания при обработке на токарном станке из-за большой дисбалансности детали.

7. Есть поверхности, которые невозможно обработать без применения специальных режущих инструментов, таких как специальные гибочные ножи и сверлильные станки.

Произведем количественную оценку технологичности корпуса по показателям коэффициента использования материала (К.М.), точности обработки (КЧ.) и шероховатости поверхности (КШ).

Наименование поверхностей	Количество поверхностей	Квалитет	Параметр шероховатости, Ra
Выточка Ø510Н12	2	12	12,5
Центральное отверстие Ø585Н11	2	11	6,3
Торец магистрального	2	12	12,5
Торец выточки	2	14	12,5
Торец центрального отверстия	2	12	6,3
	2	14	12,5
Выточка среднего фланца	1	14	6,3
Тыльная сторона фланца	2	14	12,5
	2	14	12,5
	2	14	12,5
	40	14	12,5
Отверстие М30	14	7	6,3
Фаска	14	14	12,5
Торец среднего фланца	1	14	12,5
Торец выточки фланца	1	14	6,3
Наружная цилиндрическая	2	14	12,5
	2	14	12,5
	2	14	12,5
	2	14	12,5

Коэффициент использования материала:

$$K_{и.м.} = \frac{M_D}{M_3}, \quad (5)$$

где M_D и M_3 – соответственно заготовки и массы детали в базовом варианте, кг.

$$K_{и.м.} = \frac{600}{710} = 0,84,$$

Используемый модуль материала соответствует требованиям технологичности детали. Более высокий коэффициент использования

материала означает большую экономию металла, режущих инструментов и машинного времени.

точность:

$$K_{TЧ} = 1 - \frac{1}{A_{CP}}, \quad (6)$$

ASR – среднее качество точности обработки детали на любой поверхности.

$$A_{CP} = (12 \cdot 2 + 11 \cdot 2 + 12 \cdot 2 + 12 \cdot 2 + 7 \cdot 14 + 14 \cdot 73) / 97 = 12,5$$

По детальному чертежу можно примерно вычислить $A_{CP} = 12,5$. Затем $K_{TЧ} = 0,92$. $K_{TЧ} > 0,8$, то по данному параметру деталь технически приемлема.

Коэффициент шероховатости:

$$K_{Ш} = \frac{1}{B_{CP}}, \quad (7)$$

Здесь B_{CP} — усредненный показатель шероховатости по всей поверхности.

$$B_{CP} = (12,5 \cdot 77 + 6,3 \cdot 20) / 97 = 11,22$$

Приблизительный BSR = 11,22 мкм.

Тогда $K_{Ш} = 0,09$ $K_{Ш} < 0,32$, значит, деталь по этому показателю технически приемлема.

По результатам качественного и количественного анализа технологичности можно сделать следующие выводы: Детали обладают высокой технологичностью и не требуют конструктивных изменений.

2.3 Анализ базового технологического процесса

Анализ основных технологических процессов изготовления клиновых задвижек выявил следующее:

- Способ получения заготовок вполне подходит для данного годового объема производства и материала детали.
- рационально устанавливается общая последовательность обработки деталей, включающая все операции технологического процесса - обработка, технологический контроль;

- Одним из недостатков основных технологических процессов является использование неавтоматических машин и средств управления.
- Сильная дифференциация работы приводит к меньшему использованию оборудования и, следовательно, к снижению производительности.
- Технические характеристики машины соответствуют параметрам выполняемых на ней работ.
- В технологических процессах используется ручное и программно-управляемое оборудование, отвечающее требованиям серийного производства, но специфические ограничения производительности оборудования приводят к излишним затратам времени и материалов на формообразование поверхностей деталей. ;
- При использовании токарного станка модели 1541 для обработки основного фланца скоростная обработка детали невозможна из-за высокой нестабильности детали.
- Более старые режущие материалы, такие как Т5К10 или Т15К6, не могут обрабатывать детали в преимущественно высоких режимах...

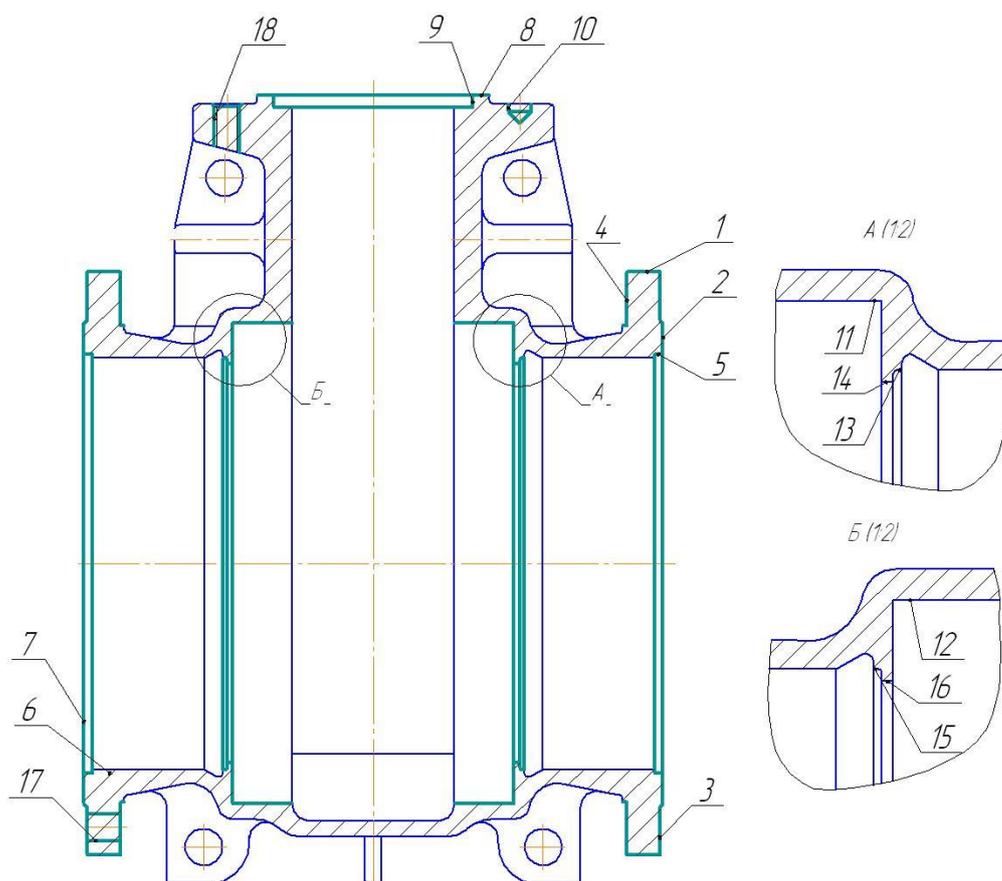


Рисунок 5 - Обрабатываемые поверхности детали

Таблица 5 - Маршрутный технологический процесс (базовый вариант)

№ операции	Краткое содержание операций	Оборудование	Базирование
000 Заготовительная	Заготовка - отливка	-	-
005 Окрашивание	-	-	-
010 Токарная	Обработка 1-го магистрального фланца. Точить остаток прибыли; точить поверхность 1; Подрезать торец 2; Подрезать торец 3; точить поверхность 4; расточить поверхность 5;	Токарно-карусельный станок 1541	Цилиндрическая поверхность 6 и торец 7.
015 Токарная	Обработка 2-го магистрального фланца. Обработка аналогична операции № 010	Токарно-карусельный станок 1541	Аналогично операции № 010
020 Комбинированная с ЧПУ	Фрезеровать прибыль на фланце; Фрезеровать торец 8; Фрезеровать торец выточки 9 Зацентрировать 14 отверстий 10;	Обрабатывающий центр ИР1250ПМФ4	Аналогично операции № 010
025 Токарная с ЧПУ	Расточить начерно поверхность 11,12 Расточить начисто поверхность 11,12,13,14,15,16	Токарный станок 1516Ф3	Аналогично операции № 010
030 Сверлильная	Сверлить 20 отверстий 17 в первом и втором магистральном фланце;	Сверлильный станок 2М57	Аналогично операции № 010
035 Сверлильная	Сверлить 14 отверстий 18, зенковать фаску в отверстиях 18, нарезать резьбу в отверстиях 18	Сверлильный станок 2М57	-
040 Слесарная	Зачистить заусенцы в 20 отверстиях в 1-ой и 2-ой фланцах и в 14 отверстиях в среднем фланце	Стол слесарный БМА 04-26	-
045 Моечная	Промыть деталь и обдуть сжатым воздухом.	Моечная машина НКА 98-83	-
050 Испытание гидравлическое	Испытать деталь на прочность, плотность.	Стенд НКА 98-15А	-
055 Сварочная	Исправление дефектов литья, мех. обработка (по необходимости)	-	-
060 Испытание гидравлическое	Аналогично операции №050	Стенд НКА 98-15А	-
065 Моечная	Промыть деталь и обдуть сжатым воздухом.	Моечная машина НКА 98-83	-
070 Контрольная	Проверить размеры, шероховатость поверхностей, технические требования.	-	-

На основе анализа, ориентированного на условия автоматизированного производства, разработаны следующие рекомендации по изменению основного технологического процесса.

- Заменить блоки ручного управления (1541, 2М57) на блоки программного управления.

- Замена существующего оборудования на новое, более экономичное, с высокой производительностью и программным управлением (ИР-1250ПМФ4, 1516Ф3).

- Увеличить интенсивность труда за счет использования станков типа «обрабатывающие центры».

- При проектировании механической обработки учитывать возможность применения высокоскоростного резания, что значительно увеличивает производительность и снижает износ режущих инструментов.

- Замените старые инструменты новыми, чтобы увеличить скорость резания и улучшить качество поверхности.

- Перераспределять припуски на обработку, учитывать возможности нового оборудования и повышать интенсивность работы, тем самым снижая расход дорогостоящих материалов деталей.

2.4 Выбор заготовки

Выбор исходного вида заготовки является очень важным этапом разработки технологических процессов, так как коренным образом влияет на технологию механической обработки детали. Выбор правильной заготовки особенно важен в условиях серийного автоматизированного производства.

На чертеже указан материал изготавливаемой детали - литая хладостойкая модифицированная сталь ХМ25Л. Этот сплав не пригоден к пластической деформации, но обладает хорошими литейными свойствами, поэтому способ производства заготовок – литье.

Литье в настоящее время является одним из самых распространенных способов формовки. Литье имеет ряд преимуществ. Изготовление отливок практически неограниченных размеров и массы, изготовление заготовок из сплавов, не поддающихся пластическому деформированию и др.

Способы изготовления определяются массой изготовления деталей, их массой, выходом годных и некоторыми конструктивно-техническими особенностями. Учитывая относительно большие габаритные размеры детали, ее большую массу, а также относительно легкие требования к шероховатости поверхности и точности вытяжки, в качестве способа изготовления рекомендуется литье в песчано-глинистые формы [2].

Этот метод обычно используется для изготовления крупных отливок в среднесерийном производстве.

Технологичность конструкции литой заготовки

В качестве материала заготовки используется хладостойкая модифицированная литая сталь ХМ25L, обеспечивающая свободную усадку литого элемента. Исключение усадочных дефектов достигается за счет конструкции с одинаковой толщиной стенки.

Внешний контур отливки представляет собой совокупность простых геометрических тел, соединенных плавными переходами. Отливочная заготовка, перпендикулярная плоскости разъема, имеет конструктивный уклон, уже предусмотренный на чертеже детали.

Изделие средних размеров и по весу относится к отливкам II весовой группы.

Расположение формы

Габаритные размеры отливки позволяют максимально горизонтальное положение. В этом случае уменьшается неравномерность сплава при литье и упрощается закалка заготовки.

Определение параметров заготовки

Определим шероховатость поверхности заготовки по точности поверхности отливки. Самый большой общий размер для выбора составляет 960 мм. Точность поверхности отливки - 16, шероховатость поверхности Ra = 63 мкм.

Класс точности размеров и массы - 12, набор допусков - 5.

Суммируем размеры заготовки из таблицы 2.3.

Таблица 6 - Размеры заготовки

Размер по чертежу детали	Припуск	Допуск	Размер заготовки
Ø710	12	10,0	Ø 722 ± 5,0
700	12	10,0	712 ± 5,0
Ø585	12	9,0	Ø 573 ± 4,5
Ø486	10	9,0	Ø 476 ± 4,5
570	10	9,0	580 ± 4,5
340	10	8,0	330 ± 4,0
40	6	4,4	46 ± 2,2

Примечание: 1. Литейные радиусы 5 мм.
2. Литейные уклоны 2° в сторону увеличения тела детали.

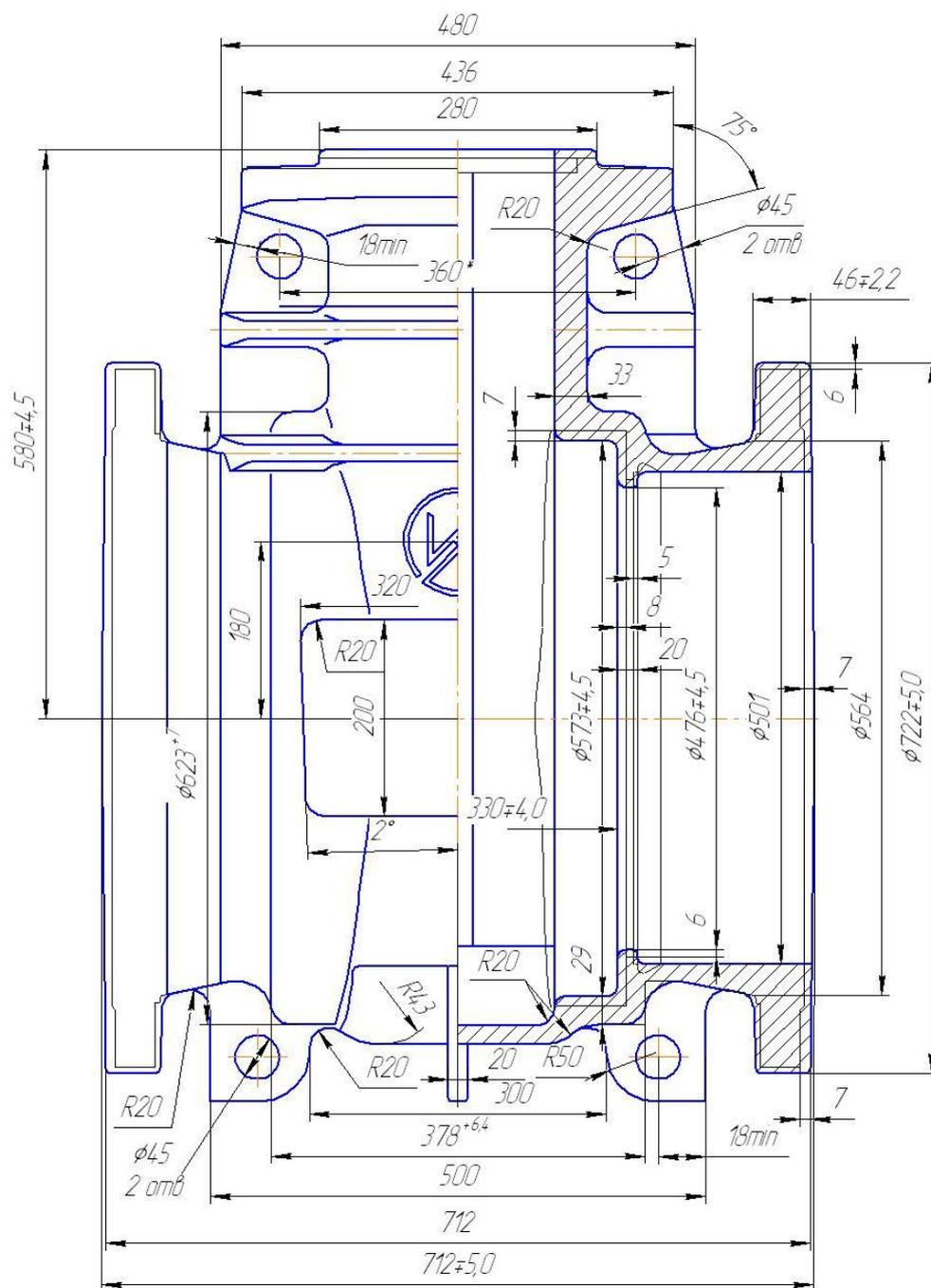


Рисунок 6 - Заготовка

Себестоимость заготовки

Себестоимость заготовки определяется по формуле:

где C_i – базовая стоимость одной тонны заготовок;
 КТ, КС, КВ, КМ, КП - коэффициенты в зависимости от класса точности,
 группы сложности, массы, марки материала и объема производства
 соответственно

МЗ, МД - масса заготовки и детали соответственно:

Soth – цена одной тонны отходов, Soth = 29,8 тенге.

Стоимость заготовок при литье из песчано-глинистых форм:

С=5600 тенге;

МЗ = 710кг;

МД = 600 кг.

платеж:

КТ = 1,0 - литье в песчаные формы;

КПД = 1,2 - для отказов 4-й группы сложности;

КВ = 0,82 - для заготовок массой более 63 кг;

КМ = 1,26 - для заготовок из легированной стали;

КП = 1,1 - 9-я группа.

Заг = (710 1,0 1,2 0,82 1,26 1,1) - (710 - 600) = 345,3 тенге.

(цена 2023 г.)

Годовая себестоимость заготовки: S1=345,3*180=62154 тенге.

Стоимость заготовки при заливке в форму:

С=5600 тенге;

МЗ = 705кг;

МД = 600 кг.

платеж:

КТ = 1,0 - литье в песчаные формы;

КПД = 1,18 - для отказов 4-й группы сложности;

КВ = 0,81 - для заготовок массой более 63 кг;

КМ = 1,2 - для заготовок из легированной стали;

$\frac{29,8}{1000} = 292,5$ тенге .

(цены 2023 года)

Затраты на выпуск заготовок за год: S1=295,2·180=526,500 тенге .

Экономический эффект составил:

Э=S1-S2=62,154-52,650=9,050,400 тенге.

В результате расчета экономической целесообразности было установлено, что метод литья в формы более выгоден, чем метод литья в песчано-глинистые формы.

3 Создание технологического процесса в ADEM

К главным возможностям модуля CAPP системы ADEM относятся: Получение необходимой информации от проектировщиков в электронном виде (чертежи, 3D-модели).

проектирование производственного маршрута (интерактивное или полуавтоматическое или автоматическое);

Отображается в виде структурированного иерархического дерева и формата форматированного текста (отображаемая информация выделяется размером и цветом шрифта, отступом).

- Расчет основных режимов обработки, автоматизация рутинных расчетов.
- Материалы и изготовление оценочных листов.
- Оформление всей необходимой документации в соответствии с требованиями ЕСПД и Корпоративных стандартов (СТП).
- Можно использовать справочную информацию, предоставляемую как системами ADEM, так и пользовательскими базами данных.
- Организация ТП и параллельных задач.
- Организации, которые передают информацию, связанную с ТП, в системы управления компанией (MES/ERP).

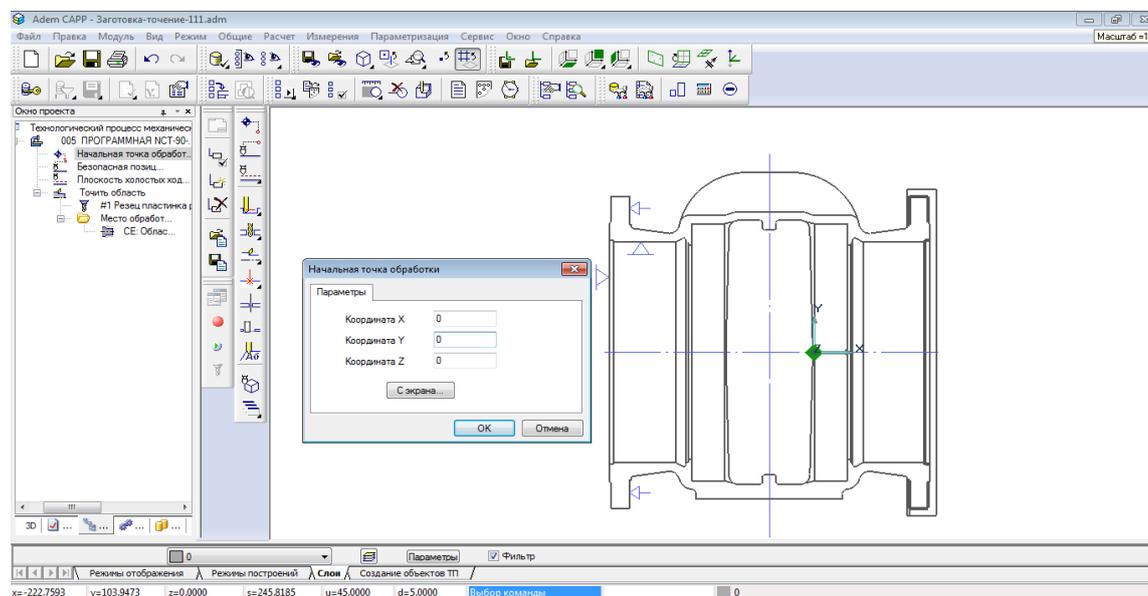


Рисунок 9 - Конструкторский чертеж, оформленный в соответствии с ЕСКД

В системе ADEM создание технологического процесса проходит в два этапа.

Первый этап – это накопление и ввод данных, собственно сам процесс проектирования. При этом информация в последующем сопровождается во всех документах. В зависимости от того, массовое производство или нет, разработка технологических процессов ограничивается путевыми технологиями (единичное и мелкосерийное производство) или разрабатываются более детальные пошаговые технологии (средне- и крупносерийное производство). На втором этапе выполняется создание выходного документа. Этот шаг делается в режиме вечеринки без участия

техников. Например, рассмотрите возможность проектирования с нуля, один из вариантов дизайна ТР. В качестве исходных данных используется 3D-модель детали «Втулка» и конструкторский чертеж, созданный по ЕСКД (рис. 9). Процесс изготовления детали может быть представлен следующей траекторией движения инструмента, показанной на рисунке 10.

3.1 Исходная информация

Первой информацией для инженера является чертеж, с которого конструктор начинает проектирование ТП. Ну а при создании чертежа с помощью системы АДЕМ все данные с чертежного штампа автоматически заносятся как обычные данные проектируемого ТП. Если чертеж был создан в другой системе геометрического моделирования, его можно импортировать с использованием стандартных обменных форматов dxf или dwg, а всю информацию в штампе чертежа можно вырезать с экрана и преобразовать в обычные данные. Наличие электронных чертежей не обязательно. Импортируйте твердотельные модели, используя прямые форматы (SolidWorks, Pro/Engineer, Catia, Inventor) или стандартные обменные форматы (Step, Iges), и используйте их для создания рабочих чертежей или станков с ЧПУ в процессе проектирования. Материал заготовки и параметры являются одной из ключевых характеристик детали. Если заготовка указана в чертеже, справочнике материалов и ассортимента, массе детали, известным величинам, например количеству деталей, система может автоматически рассчитать массу. Заготовка (с учетом ширины реза), ШМ, расход материала. Для этого система оснащена специальными алгоритмами расчета. Если у пользователей есть собственные алгоритмы расчета параметров, они могут связать их с процессом проектирования, описав сценарии расчета.

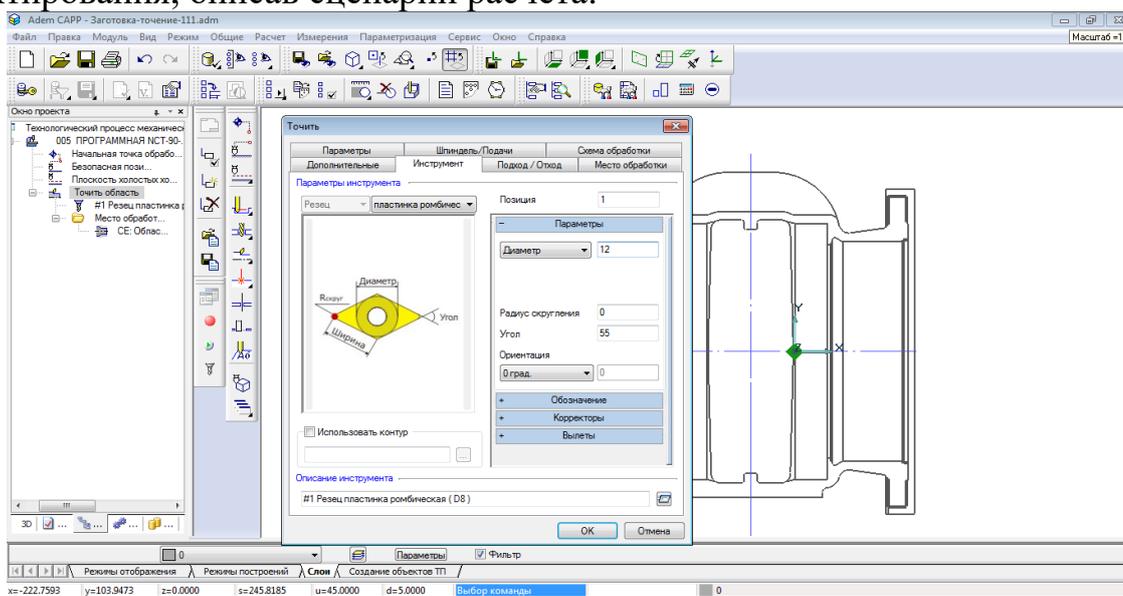


Рисунок 10 - Границы области

3.2 Операции

Processing Path Design — переход непосредственно к процессу создания задания. Рабочие места можно создавать несколькими способами.

- Выберите из контекстного меню. Для каждого направления проектирования ТП (механическая обработка, сборка, сварка и т.д.) формируется свое контекстное меню.

- Используйте классификатор задач. Введен целый классификатор профессий машиностроения и приборостроения, разделенный на виды и группы для удобства пользования.

- Использование подготовленных фрагментов ТП, хранящихся в виде библиотеки технических фрагментов ТП. Рабочие эскизы могут быть связаны с каждой задачей процесса. После перехода из режима создания эскиза в модуль ADEM CAD технические специалисты получают доступ ко всем функциям этого модуля. Вы можете создавать новые эскизы на основе чертежей дизайнеров или 3D-моделей, загружать готовые эскизы или создавать новые эскизы с нуля и изменять старые эскизы (рис. 11)

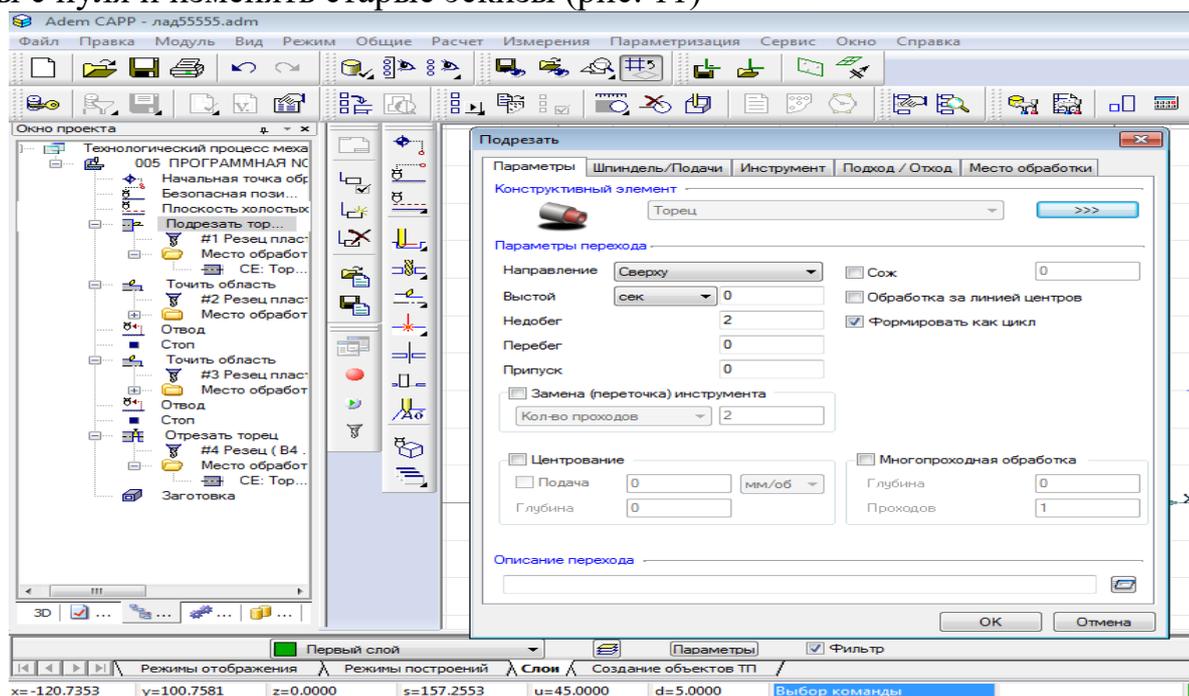


Рисунок 11 – Диалоговое окно «Точить»

3.3 Переходы

Как и транзакции, конверсии можно создавать различными способами. Выберите из контекстного меню, где вы можете выбрать различные типы переходов (наладочный проход, нормальный проход, технологический

контрольный проход), использовать готовые проходы технологических частей ТР или автоматическое проектирование частей ТР. Текст перехода можно выбрать из имеющихся описаний в справочнике для всех типов перехода, где каждый тип транзакции использует свой шаблон или создается вручную. Дополнительную информацию, такую как размеры, текст или длину контура, можно вырезать из эскиза, что полезно при составлении переходов и ускорении процесса написания ТП. При вводе текста перехода и другой текстовой информации неизбежно возникают опечатки. Все современные текстовые процессоры (MS Word, Open Office и др.) имеют специальную функцию, позволяющую осуществлять проверку орфографии (орфографии). Системы ADEM также имеют возможность улучшить качество выпускаемой документации.

3.4 Расчет траектории инструмента

1. Выбираем операцию процессор «Процессор»
2. Команда «Процессор» визуализирует прохождение инструмента (Рисунок 12) затем появляется диалоговое окно «Успешное выполнение»

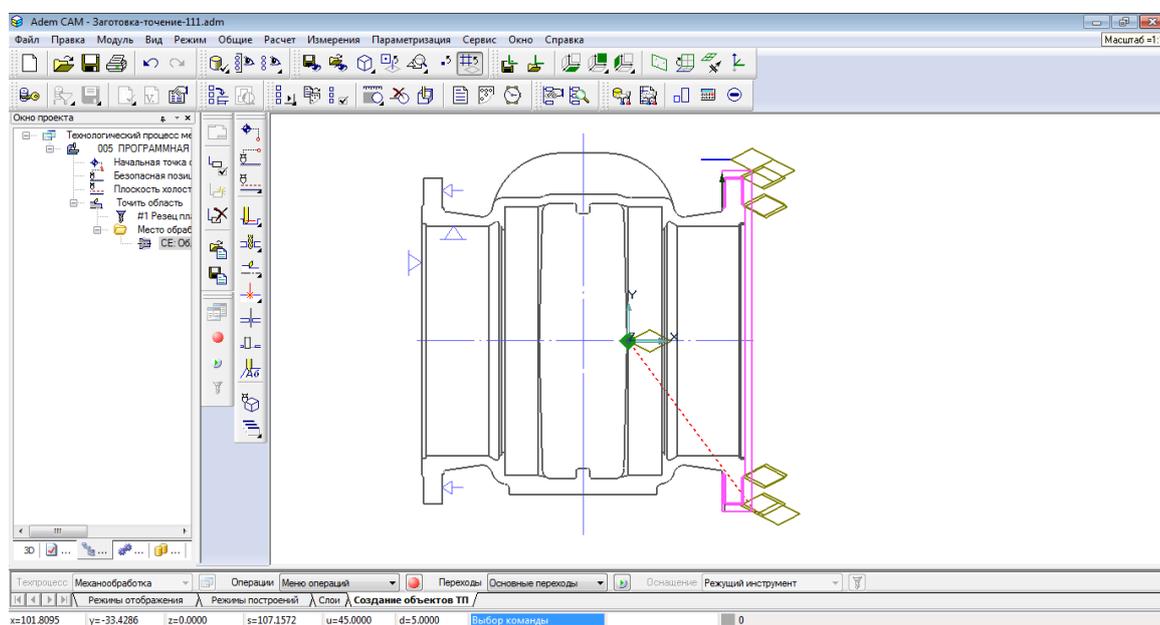


Рисунок 12 - Траектория движения инструмента

Очень удобно иметь окно описания, отображающее процесс в форматированном тексте (см. рис. 11). Слова, содержащие ошибки,

подчеркнуты. В этом случае вы можете перейти по ссылке на объект процесса и авторизоваться напрямую, открыв его для редактирования, или воспользоваться контекстным меню для исправления ошибки. Однако функциональность этого окна не ограничивается выводом форматированной информации и проверкой орфографии.

Пользователи также получают следующие возможности:

- Контроль масштаба экрана;
- Регулировка уровня отображения информации. В зависимости от текущего объекта в дереве процессов всегда показывается весь или часть техпроцесса.
- Получить контекстную информацию
- Текстовые ссылки для перехода к объектам для дальнейшего редактирования.

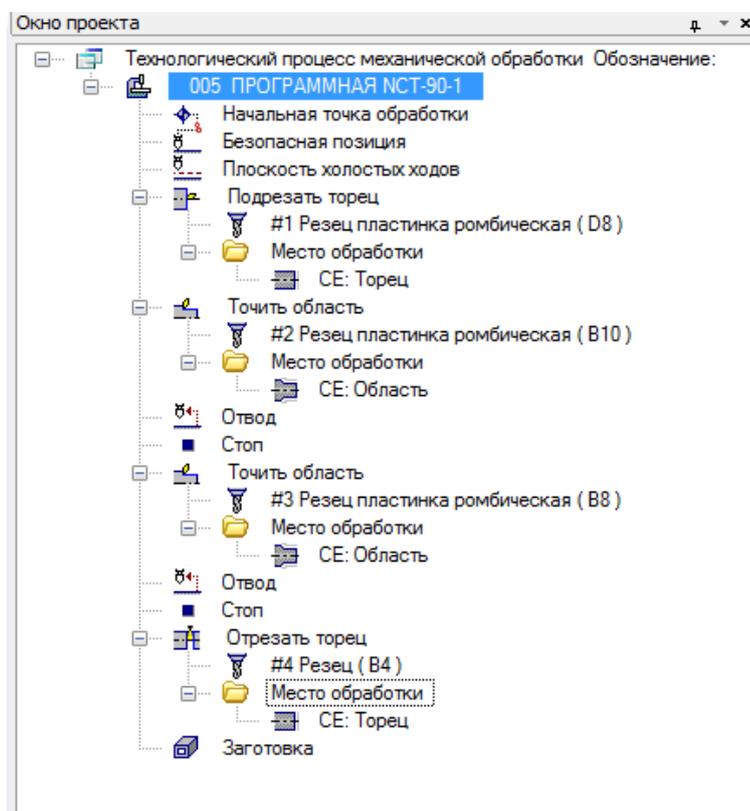


Рисунок 13 - Окно проекта

3.5 Оснащение

Одним из важнейших этапов создания технологических процессов является аппаратное обеспечение. Машины могут работать параллельно в цехе или механиками. Системы ADEM допускают монтаж различными способами. Во-первых, техники выбирают режущие, измерительные и вспомогательные инструменты из справочников. В крупных компаниях, как правило, с оборудованием справляются не техники, а подразделения специализации.

Например, кабинет режущего инструмента, цех производства, многоинструментальный кабинет и т. д. При наличии этих технических организаций при подготовке производства на предприятии система АДЭМ позволяет оснащать ТП данными каждого отдела одновременно. Каждый отдел работает со своей копией ТП и вводит только те данные, которые относятся к сфере ответственности этого отдела. их. Склад режущего инструмента может вносить в копию техпроцесса только режущий инструмент, а слесарная контора - только в копию техпроцесса. При комплектации оборудования в корпоративном отделе вся информация автоматически объединяется в исходный технологический процесс. Это может значительно сократить время оформления документов.

3.6 Расчет режимов резания

Режимы резки могут быть указаны несколькими способами. Ручной ввод, выбор из таблиц и автоматические расчеты. Таблицы различаются в зависимости от обрабатываемого материала, вида обработки и т. д. В них содержатся данные по условиям резания. Выбранный режим компенсируется набором поправочных коэффициентов (тип заготовки, способ удержания заготовки станком, режущий материал и стойкость инструмента и т. д.). Вы можете изменить данные в таблице, если у вашего бизнеса есть определенный режим обработки. Автоматический расчет режимов резания применяется к токарным, сверлильным, фрезерным и шлифовальным операциям. Расчет производят с учетом паспортных данных станка, типа и формы обрабатываемого элемента конструкции, физико-механических свойств обрабатываемого материала, состояния обрабатываемой заготовки, твердости СПИД. В соответствии с указанным режимом резки, таким как станок, геометрия и тип режущего инструмента, сборочный чертеж, система автоматически рассчитывает стандартное основное время. А если это процесс на оборудовании с ЧПУ, то общее машинное время рассчитывается с учетом всех перемещений инструмента согласно полученной управляющей программе. Все результаты расчетов заносятся в блок-схему при ее создании.

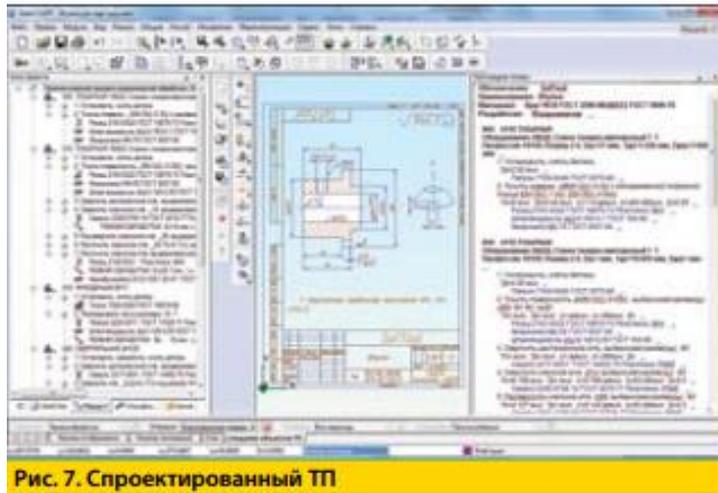


Рисунок 14 – Спроектированный ТП

Последним шагом в процессе создания является создание выходного документа. Этот шаг делается в режиме вечеринки без участия техников. При этом все введенные данные будут размещены в соответствующих полях карты навыков. Последовательность и состав карт в комплекте технической документации определяется техником на этапе ввода исходных данных. В ADEM CAPP возможно формирование ТП с разными выходными формами при одних и тех же исходных данных. Вы можете создавать отдельные типы документов, не создавая весь набор целиком. После формирования в системе предусмотрен режим предварительного просмотра перед печатью. Все созданные здесь документы сгруппированы для удобства навигации (рис. 15).

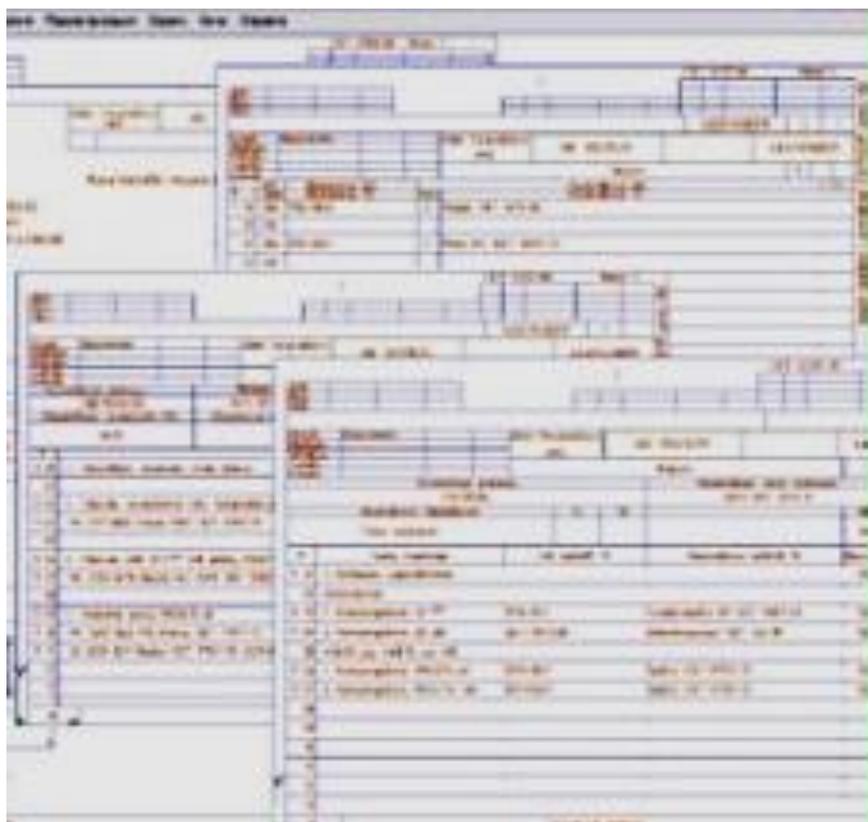


Рисунок 15 – Документация сгенерированная в А

Нормирование на сегодняшний день регулирование труда и повышение производительности труда рассматриваются как важнейшие составляющие организации производства. Для этого в системе реализована возможность автоматического нормирования объектов технологических процессов для любого вида производства (единичное, мелкосерийное, крупносерийное, серийное) по общемашиностроительным нормам труда. Вся работа выполняется здесь в среде ADEM CAPP без открытия дополнительных окон и приложений на объектах ТП, что позволяет технологу легко, быстро и удобно управлять этими данными. Система автоматически определяет нормы вспомогательного времени по нормативам.

4 Безопасность проекта в чрезвычайных ситуациях

4.1 Анализ вероятных ЧС

Чрезвычайная ситуация – это ситуация, при которой нормальные условия жизни и деятельности людей нарушаются появлением на объекте, на определенной территории или водоеме аварийно-спасательных служб. Жизнь и здоровье наносят ущерб имуществу населения, народному хозяйству и природной среде.

Под причинами возникновения чрезвычайных ситуаций понимаются опасные природные явления, аварии или опасные техногенные события, широкомасштабные эпидемии людей, скота и растений, в результате которых применяются современные средства поражения. Произошла или может произойти чрезвычайная ситуация.

Все чрезвычайные ситуации (ЧС) классифицируются как конфликтные и неконфликтные в зависимости от скорости и степени их распространения.

К конфликтным ситуациям относятся военные конфликты, экономические кризисы, социальные взрывы, национальные и религиозные конфликты, разгул преступности и террористические акты. Бывает.

К неконфликтным чрезвычайным ситуациям относятся техногенные, экологические и природные явления, которые вызывают чрезвычайные ситуации.

По скорости распространения все чрезвычайные ситуации делятся на внезапные, быстрые, средние и медленные.

По масштабу развертывания все ЧС делятся на региональные, региональные, региональные, федеральные и трансграничные.

Технические аварийные ситуации: дорожно-транспортные происшествия; пожар, взрыв; внезапное обрушение зданий и сооружений; аварии в энергосистеме; Авария на очистных сооружениях.

Чрезвычайные ситуации природного характера: геофизические опасности; природный огонь

Возможными источниками опасности на предприятии являются технологическое оборудование, машины, механизмы, аккумуляторы, насосы, технологические процессы, шум, вибрация, пыль.

Возможные технические аварии на предполагаемом объекте: автомобильный транспорт, аварии электротранспорта; Пожары, вызванные неправильной эксплуатацией оборудования, несоблюдением техники безопасности и неисправностью оборудования.

4.2 Прогнозирование и оценка возможных последствий ЧС (стихийных бедствий, техногенных аварий, экологических бедствий) на проектируемом предприятии и разработка мероприятий по их предотвращению

Предприятия машиностроительной отрасли нередко испытывают повышенную пожароопасность при наличии значительных количеств горючих и горючих жидкостей, сжиженных горючих газов, твердых горючих веществ, большого количества емкостей и устройств, горючих продуктов. . под давлением; Обширная проволочная сетка с запорной, пусковой и регулирующей арматурой; Крупногабаритное оборудование в электроустановках.

На машиностроительных предприятиях часто возникают нарушения технологических процессов. Это связано с множественностью и сложностью технологических процессов. К ним относятся обработка и обезжиривание, сушка и окрашивание, и зачастую они связаны с высокой пожароопасностью расхода. Сложность противопожарной защиты на современных машиностроительных предприятиях усугубляется большими габаритами, большой плотностью застройки, большой складской емкостью и применением в строительстве облегченных конструкций из металлических и полимерных материалов с низкой огнестойкостью.

Пожарная безопасность может быть обеспечена профилактикой пожаров и активными противопожарными мероприятиями. В понятие противопожарной защиты входит совокупность действий, связанных с возникновением пожара или его последствиями. Были найдены меры, повышающие успешное подавление опасности возгорания или взрыва при активном поджоге.

Основы норм пожарной безопасности на предприятиях с требованиями: ГОСТ 12.1.004-85 □ Пожарная безопасность. Общие требования□. Этот стандарт оценивает ожидаемую частоту пожаров и взрывов с годовой вероятностью возникновения менее 10^{-6} или с вероятностью обнаружения опасности для человека на душу населения менее 10^{-6} в год.

Для оценки пожарной опасности или технологических процессов необходимо знать, какие горючие вещества или смеси используются, получаются или могут образовываться в производственных процессах внутри технологических устройств, при каких условиях и внешних параметрах. Большой риск возникает на предприятиях, которые могут образовывать с воздухом взрывоопасные смеси (горючие газы, горючие жидкости и горючие пылевидные вещества).

Проектирование и эксплуатация любого промышленного предприятия регламентируется «Строительными нормами и технологиями», «Правилами устройства электроустановок» и «Примерными нормами пожарной безопасности для промышленных предприятий». Согласно СНиП 21-07-97 к категории допустимых относятся все виды пожаров, взрывов и создания пожарной опасности.

Категория А - Пожаро- и взрывоопасность; К этой категории относятся производства, в которых горючие газы с пределом воспламеняемости 10 % и менее, жидкости с температурой вспышки до 28°C, газы и жидкости, способные

образовывать взрывоопасные смеси, в случае обнаружения ограничиваются 5 % от обнаруживаемого объема. вещества, включенные в выбросы и повышенное содержание воды, атмосферный кислород или другие вещества; Основными отраслями промышленности являются цветочные магазины, предприятия по производству сжиженного газа и т. д.

Категория Б - пожаровзрывоопасность; В эту категорию входят продукты с горючими газами, верхним пределом воспламеняемости более 10% и температурой вспышки от 28 до 61°C, а также продукты с ограниченной или более высокой температурой воспламенения жидкостей. Концентрация горючей пыли или волокон находится в пределах или ниже нижнего предела воспламенения 65 г/м³. Производство с аммиаком, при котором возможно образование газообразных взвесей, например, древесной или другой горючей пыли.

категория Б - пожароопасность; В эту категорию входит производство с использованием жидкостей с датчиками температуры выше 61°C. Горючие порошки или волокна, твердые горючие материалы с верхним пределом воспламеняемости 65 г/м³ и более, материалы, способные только гореть, но не взрываться при контакте с воздухом, водой или другими частями.

Категория Г. В эту категорию входят отрасли, в которых используются определенные вещества и материалы в высокотемпературном, раскаленном или расплавленном состоянии, а также повторное использование или уничтожение твердых, жидких и газообразных веществ в качестве топлива.

Категория Д – производство холодной обработки различных веществ и материалов (материалообработывающие цеха и т.п.).

Категория Е - Взрывчатые вещества; К этой категории относятся производства, использующие взрывчатые вещества в количествах, способных образовывать взрывоопасные вещества (горючие газы и взрывоопасные пыли без жидкой фазы).

Расчетный объем такой смеси (м³) определяют по формуле.

$$B = 1,5 \cdot \frac{E}{c}, \quad (9)$$

где E – количество вещества, поступившего в помещение, рассчитываемого по формуле.

$$E = E_a + E_\tau + E_{II}, \quad (10)$$

где E_a – кол – во вещества из аппарата,

E_τ – из тенге **опровода**,

E_{II} – в результате испарения при проливе, г;

c – нижний предел воспламенения, г/м³.

Это не взрывоопасно, если значение V не превышает 5% от объема помещения.

Если значение V превышает 5 % свободного объема (P) помещения и при аварийном разливе ЛВЖ образуется взрывоопасная атмосфера, время T достаточного испарения вещества взрывоопасной смеси при 5% от объема помещения рассчитывается как:

где I — коэффициент, учитывающий влияние скорости и температуры воздушного потока на испарение.

P — давление насыщенного пара жидкости при средней температуре жидкости P_a .

M – молярная масса вещества.

F – поверхность испарения, м².

Если $T_i < 1$ ч, пожар взрыва принадлежит предприятию.

Мероприятия по предупреждению пожаров подразделяются на организационные, технические, организационные и оперативные.

К организационным мероприятиям относятся правильная эксплуатация машин и внутриобъектового транспорта, надлежащее содержание зданий и территорий, инструктаж по пожарной безопасности для рабочих и персонала и др.

Технические мероприятия включают в себя соблюдение правил пожарной безопасности, норм проектирования зданий, прокладку электрических кабелей и оборудования, правильное расположение систем отопления, вентиляции, освещения и оборудования.

Институциональные меры по запрету курения во многих неустановленных местах, сварки и т. д. в зданиях с пожароопасностью и т.д.

Оперативные мероприятия заключаются в профилактическом осмотре, своевременном ремонте и испытании технологического оборудования.

Во взрывоопасных зонах допускается использование только взрывозащищенного электрооборудования, что делает его безопасным для использования во взрывоопасных средах.

Специальное электроосветительное оборудование применяется во взрывозащищенном исполнении взрывозащищенных помещений и площадок наружной установки. В классах Б-И применяют стационарные светильники во взрывозащищенном, искробезопасном или специальном исполнении. Кабины класса Б-Ia и Б-II - все исполнения во взрывозащищенном исполнении. Кабины класса Б-Iб и Б-IIa - пыленепроницаемые.

Использование автоматических средств обнаружения пожара является одним из основных условий обеспечения пожарной безопасности в

машиностроении, так как они могут информировать рабочий персонал о пожаре и его местоположении.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При выполнении бакалаврской работы были получены следующие результаты:

- разработан новый технологический процесс изготовления детали в условиях среднесерийного производства;
- разработана заготовка, полученная методом отливки;
- применена высокопроизводительная оснастка с механизированным приводом;
- применено высокопроизводительное оборудование - станки с ЧПУ, автоматы и полуавтоматы
- было освоено программное обеспечение АДЕМ;
- по результатам научных исследований предложено изменить метод отливки.

Изменения, внесенные в техпроцесс изготовления детали позволили достичь основных целей работы, обеспечить заданный объем выпуска деталей, снизить себестоимость ее изготовления и повысить качество изготовления по сравнению с базовым вариантом технологического процесса.

Экономический эффект составит 9,050,400 тенге.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Безопасность и экологичность проекта: методические указания к выполнению раздела «Безопасность и экологичность проекта» в дипломных проектах для специальностей 12.01, 12.02. – Курган: КМИ, 1993. – 33 с.
- 2 Выбор способа изготовления заготовок. Методические указания.– Курган: КМИ, 1995.–42 с.
- 3 Денисенко Г.Ф. Охрана труда. – М: Высшая школа, 1985.
- 4 Курсовое проектирование деталей машин./ Под ред. С.А. Чернавский, К.Н. Боков, И.М. Чернин, – М: Машиностроение, 1988.–416 с.
- 5 Мельников Г.Н., Вороненко В.П. Проектирование механосборочных цехов. – М: Машиностроение, 1990. – 351 с.
- 6 Методические указания по оформлению технологической документации при выполнении курсовых и дипломных проектов для студентов специальностей 12.01, 07.01, 21.03, 12.02, 15.02, 15.06.–Курган: КМИ,1992–36 с.
- 7 Методические указания для выполнения организационно–экономической части дипломного проекта специальности 120100 "Технология машиностроения". Курган,1999.–с.14
- 8 Методические указания к выполнению дипломного проекта для студентов специальности 120100. Курган,1996.–с.50
- 9 Мосталыгин Г.П. Орлов В.Н. Проектирование технологических процессов обработки заготовок. – Свердловск: УПИ. 1991.–112 с.
- 10 Новицкий Н.И., Пашуто В.П. Организация, планирование и управление производством: Учеб. -метод. пособие / Под ред. Н.И. Новицкого. – М.: Финансы и статистика, 2006. – 576 с.
- 11 Охрана труда в машиностроении / Под общ. ред. Е.Я. Юдина, С.В. Белова – 2–е изд. – М: Машиностроение, 1983.
- 12 Справочная книга по охране труда в машиностроении./ Под общей ред. О.Н. Русака. – Л: Машиностроение, 1989. – 540 с.
- 13 Справочник технолога–машиностроителя В 2–х т. Т1/ Под ред. А.Г. Косиловой, Р.К. Мещеркова, – М: Машиностроение, 1986.–496 с.
- 14 Справочник технолога–машиностроителя В 2–х т. Т2/ Под ред. А.Г. Косиловой, Р.К. Мещеркова, – М: Машиностроение, 1986.–496 с.
- 15 Станочные приспособления: Справочник. В 2–х т. Т.1 / Под ред. Б.Н. Вардашкина, В.В. Данилевского. – М: Машиностроение, 1984. – 592 с.
- 16 Станочные приспособления: Справочник. В 2–х т. Т.2 / Под ред. Б.Н. Вардашкина, В.В. Данилевского. – М: Машиностроение, 1984. – 656 с.
- 17 Общий каталог «Seco». URL <http://www.secotools.com>
- 18 Общий каталог «WALTER». URL <http://www.walter-ag.com>
- 19 _НПФ Электропривод URL <http://www.electroprivod.ru/sf8156.htm>