

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

«Южно-Уральский государственный университет (НИУ)»

Кафедра технологии автоматизированного машиностроения

Направление подготовки 15.04.05 Конструкторско-технологическое
обеспечение машиностроительных производств

РАБОТА ПРОВЕРЕНА

Рецензент, главный технолог,
ОАО «ЧМЗ»

_____ А.А. Лисицын
_____ 2020

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой,
д.т.н., профессор

_____ В.И. Гузеев
_____ 2020 г.

г.

Разработка технологического процесса изготовления корпуса
предохранительного клапана и повышение качества сборочной операции с
применением стандартной операционной процедуры (СОП)

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ–15.04.05.2020.197 П-261 ПЗ ВКР

Руководитель работы,
д.т.н., профессор

_____ П.П. Переверзев
_____ 2020 г.

Автор работы,
студент группы П-261

_____ М.Н. Еремкина
_____ 2020 г.

Нормоконтролер,
д.т.н., профессор

_____ П.П.Переверзев
_____ 2020 г.

Челябинск 2020

АННОТАЦИЯ

Еремкина М.Н. Разработка технологического процесса изготовления корпуса предохранительного клапана и повышение качества сборочной операции с применением стандартной операционной процедуры (СОП). – Челябинск: ЮУрГУ, П-261; 2020, 80 с., 15 ил., библиогр. список – 26 наим., 2 прил., 1 лист чертежа ф.А3х3, 42 листа карт техпроцесса.

Выпускная квалификационная работа выполнена с целью повышение производительности изготовления детали «Корпус предохранительного клапана» на основе разработки технологического процесса и сокращение количества дефектов сборочной операции предохранительного клапана с использованием стандартной операционной процедуры (СОП). В работе описан узел изделия «Клапан предохранительный», изучено его служебное назначение и условия эксплуатации.

Разработан технологический процесс изготовления детали «корпус предохранительного клапана»: определен наиболее рациональный способ получения заготовки, выбраны технологические базы, разработана маршрутная технология обработки детали, выбрано оборудование, режущий инструмент и оснастка; произведен расчет режимов резания и расчет норм времени на изготовление детали. Представлен графический материал: чертеж детали, карты наладок, альбом технологических карт с операционными эскизами. Проведено

экономическое обоснование результатов разработанного техпроцесса.					ЮУрГУ-15.04.05.2020.197			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.	Еремкина				Разработка технологического процесса изготовления корпуса предохранительного клапана и повышение качества сборочной операции с применением стандартной операционной процедуры (СОП)	Лит.	Лист	Листов
Провер.	Переверзев						6	80
Реценз.	Лисицын					ЮУрГУ Кафедра ТАМ		
Н. Контр.	Щурова							
Утверд.	Гузеев							

Проведен анализ состояния вопроса по внедрению стандартных операционных процедур (СОП) на машиностроительных предприятиях. Разработана стандартная операционная процедура (СОП) сборки узла «клапан предохранительный». Разработанный технологический процесс и СОП внедрены и имеет практическую ценность для предприятий крановой техники.

					ЮУрГУ-15.04.05.2020.197	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	10
1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ	12
1.1 Описание узла изделия «Клапан предохранительный», его служебное назначение и условия эксплуатации.....	12
1.2 Служебное назначение детали «Корпус предохранительного клапана»	18
1.2.1 Характеристика материала детали	19
1.3 Качественный анализ технологичности детали.....	20
1.4 Количественный анализ технологичности детали	23
Выводы	25
Цель и задачи ВКР	26
2 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛИ «КОРПУС ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНОГО КЛАПАНА»	29
2.1 Определение типа производства	30
2.2 Выбор заготовки и метода ее получения.....	31
2.3 Выбор комплекта технологических баз.....	33
2.4 Разработка маршрута обработки детали.....	35
2.5 Определение последовательности обработки поверхностей	36
2.6 Расчет припусков	39
2.7 Выбор оборудования	40
2.8 Выбор режущего инструмента и расчет режимов резания	45
2.9 Выбор оснастки	49
2.10 Расчет норм времени на изготовление детали	51
Выводы	56
3 ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКИХ РЕЗУЛЬТАТОВ РАЗРАБОТАННОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА	57
3.1 Определение величины капитальных вложений	57

					ЮУрГУ-15.04.05.2020.197	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

3.2	Определение себестоимости продукции внедряемого технологического процесса.....	58
3.3	Определение сроков окупаемости и коэффициентов сравнительной экономической эффективности	61
3.4	Расчет экономической эффективности механической обработки корпуса предохранительного клапана	61
3.4.1	Расчет капитальных вложений по вариантам	63
3.4.2	Расчет технологической себестоимости операции механической обработки	64
	Выводы	65
4	РАЗРАБОТКА СТАНДАРТНОЙ ОПЕРАЦИОННОЙ ПРОЦЕДУРЫ СБОРКИ УЗЛА «КЛАПАН ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫЙ»	67
4.1	Анализ состояния вопроса по изученности	67
4.2	Разработка СОП сборки узла «Клапан предохранительный» для условий предприятия ОАО «ЧМЗ»	72
	Выводы	72
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ И ОБЩИЕ ВЫВОДЫ.....	74
	БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	77
	ПРИЛОЖЕНИЯ.....	80
	ПРИЛОЖЕНИЕ А (обязательное). Чертеж детали «корпус предохранительного клапана».....	80
	ПРИЛОЖЕНИЕ Б (обязательное). СОП сборки узла «клапан предохранительный»	81

ВВЕДЕНИЕ

Необходимым элементом любой гидросистемы должен быть предохранительный клапан. На сегодняшний день это является неотъемлемым стандартом безопасности при проектировании и сборке гидравлических узлов. Предохранительный клапан обеспечивает защиту от перегрузки гидросистемы. Угроза избыточного давления может появляться как вследствие воздействия сторонних факторов – поломки оборудования, ошибок персонала, поступления тепла от сторонних источников и т. д., так и в результате внутренних физических процессов. Если давление превышает заданную величину настройки – клапан открывается и сбрасывает жидкость на слив до тех пор, пока давление не снизится.

Возросшие требования к эксплуатационным характеристикам автокранов российского производства привели к отказу предприятия от закупки части комплектующих изделий гидравлического оборудования и переходу на собственное производство. Разработка технологического процесса изготовления корпуса предохранительного клапана, является актуальной задачей на сегодняшний день. С учетом условий производства анализируется технологичность детали. Исходя из минимальной себестоимости, выбирается заготовка и метод её получения. Разрабатывается маршрутно-операционная технология, выбираются технологические базы и схемы базирования. Вся механическая обработка заготовки разбивается на операции, определяется их последовательность. Для каждой операции выбирается оборудование, оснастка и инструмент. Технологический процесс должен обеспечивать заданное качество изготавливаемой детали при наименьших затратах. При всей многовариантности технологического процесса необходимо выбрать тот вариант, который будет удовлетворять вышесказанным требованиям.

В связи с переводом части гидравлики на собственное производство, количество сборочных операций мелких узлов, например, таких как: предохранительный клапан, гидрозамок, гидрошарнир, заметно возросло (на один автокран требуется 8 предохранительных клапанов, 4-6 гидрозамков,

					ЮУрГУ-15.04.05.2020.197	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

1 гидрошарнир). С целью уменьшения материальных и временных потерь, связанных с ошибкой рабочего на сборочной операции необходима, наглядная пошаговая инструкция внедряющихся сборочных операций. Наиболее эффективно это обеспечивается с помощью стандартных операционных процедур (СОП). В настоящее время данный метод менеджмента качества широко распространён только в медицине.

Направленность работы: разработка технологического процесса.

Объект исследования: корпус предохранительного клапана.

Предмет исследования: оценка экономических результатов разработанного технологического процесса и стандартная операционная процедура (СОП) сборочной операции.

					ЮУрГУ-15.04.05.2020.197	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Клапан предохранительный предназначен для защиты от механического разрушения оборудования и трубопроводов избыточным давлением, путём автоматического выпуска избытка жидкой, паро- и газообразной среды из систем и сосудов с давлением сверх установленного. Клапан также должен обеспечивать прекращение сброса среды при восстановлении рабочего давления. Предохранительный клапан является арматурой прямого действия, работающей непосредственно от рабочей среды, наряду с большинством конструкций защитной арматуры и регуляторами давления прямого действия [1].

Клапан предохранительный служит для защиты гидрораспределителя и гидрооборудования автокранов Челябинец, Ивановец, Ульяновец, Галичанин, Клиницы отвечающие за операции подъёма стрелы, грузовой лебёдки, поворота, телескопирования.

1.1 Описание узла изделия «Клапан предохранительный», его служебное назначение и условия эксплуатации

Предохранительный клапан – это распространённый элемент гидросистем, функционирующий от рабочей среды. Существуют различные типы предохранительных устройств, но сбросные клапаны пользуются наибольшей популярностью благодаря эффективности работы при относительной несложности конструкции [2].

Конструкция предохранительного клапана зависит от его типа, но чаще применяются клапаны с пружинным механизмом прямого действия, обязательными компонентами которых являются задатчик с запорным органом. Запорный орган состоит из запорно-регулирующего элемента и седла. На рисунке 1.1 показано что в данном случае запорно-регулирующим элементом является золотник, а задатчиком выступает пружина. С помощью задатчика клапан настраивается таким образом, чтобы усилие на золотнике обеспечивало

					ЮУрГУ-15.04.05.2020.197	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

его прижатие к седлу запорного органа и препятствовало пропуску рабочей среды, в данном случае настройку производят регулировочным винтом.

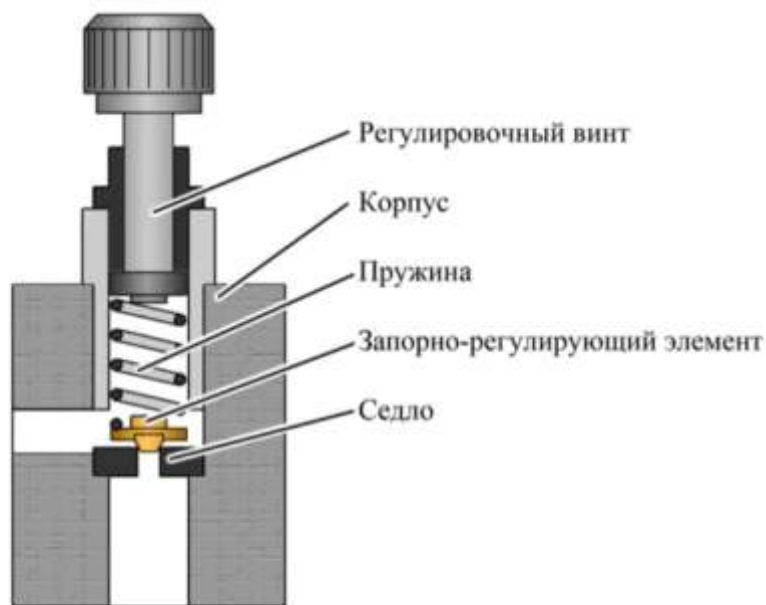


Рисунок 1.1 – Устройство предохранительного клапана

Когда предохранительный клапан закрыт, на его чувствительный элемент воздействует сила от рабочего давления в защищаемой системе, стремящаяся открыть клапан и сила от задатчика, препятствующая открытию. С возникновением в системе возмущений, вызывающих повышение давления свыше рабочего, уменьшается величина силы прижатия золотника к седлу. В тот момент, когда эта сила станет равной нулю, наступает равновесие активных сил от воздействия давления в системе и задатчика на чувствительный элемент клапана. Запорный орган начинает открываться, если давление в системе не перестанет возрастать, происходит сброс рабочей среды через клапан (рисунок 1.2).

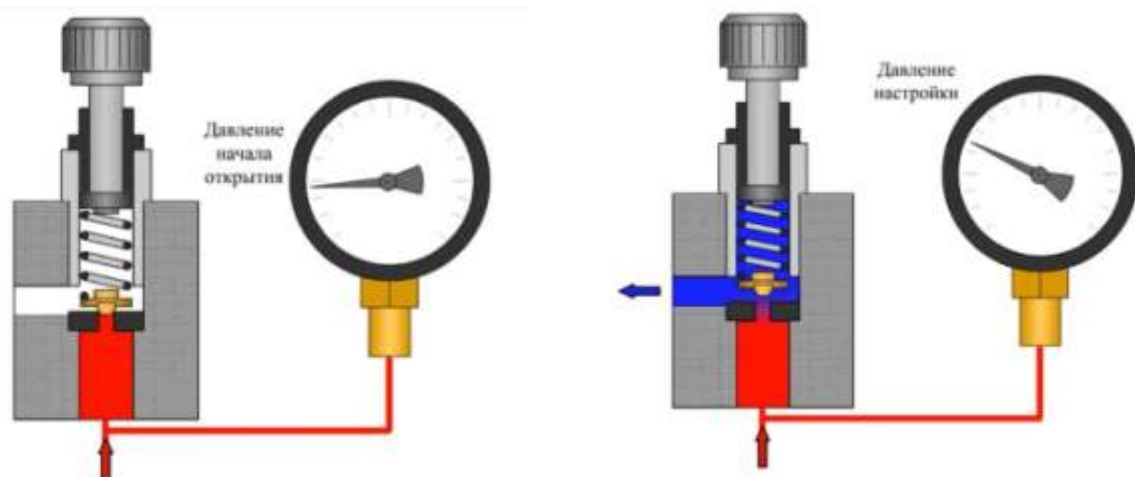
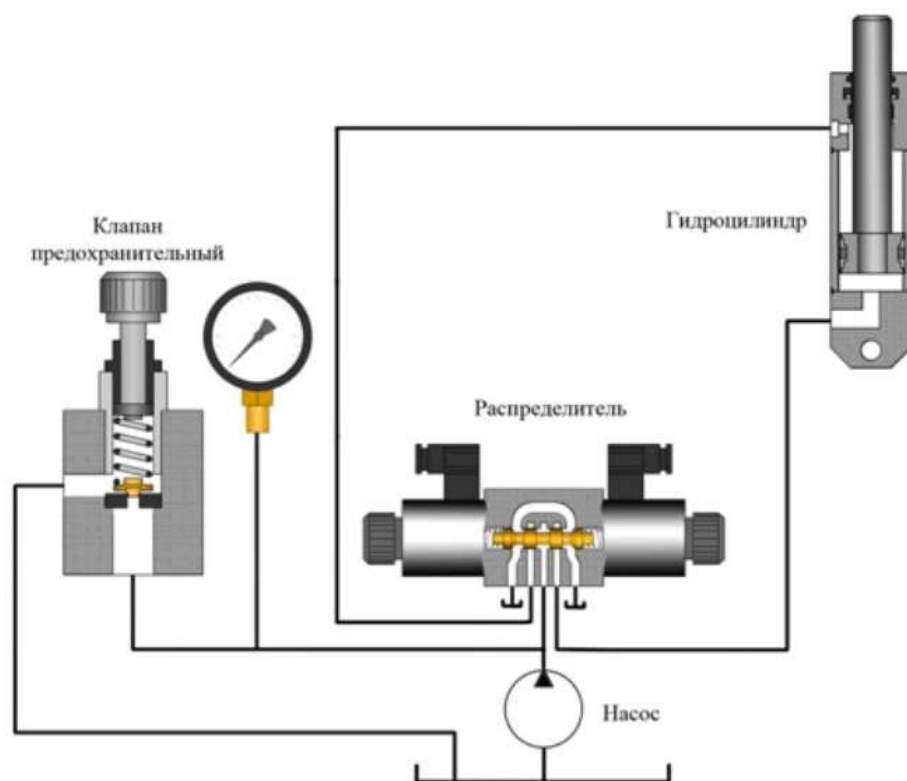


Рисунок 1.2 – Принцип действия

С понижением давления в защищаемой системе, вызываемом сбросом среды, исчезают возмущающие воздействия. Запорный орган клапана под действием усилия от задатчика закрывается [3].

Давление закрытия в ряде случаев оказывается на 10-15 % ниже рабочего давления, это связано с тем, что для создания герметичности запорного органа после срабатывания требуется усилие, значительно большее, чем, то, которого было достаточно для поддержания герметичности клапана перед открытием. Это объясняется необходимостью преодолеть при посадке силу сцепления молекул среды, проходящей через щель между уплотнительными поверхностями золотника и седла, вытеснить эту среду. Также понижению давления способствует запаздывание закрытия запорного органа, связанное с воздействием на него динамических усилий от проходящего потока среды, и наличие сил трения, требующих дополнительного усилия для его полного закрытия [2].

Гидросистема автокрана представлена на рисунке 1.3



1.3 – Гидросистема автокрана

Жидкость от насоса поступает на вход распределителя, который в нейтральном положении заперт, давление в системе достигает величины настройки предохранительного клапана. Рабочая жидкость через предохранительный клапан отправляется на слив (рисунок 1.4).

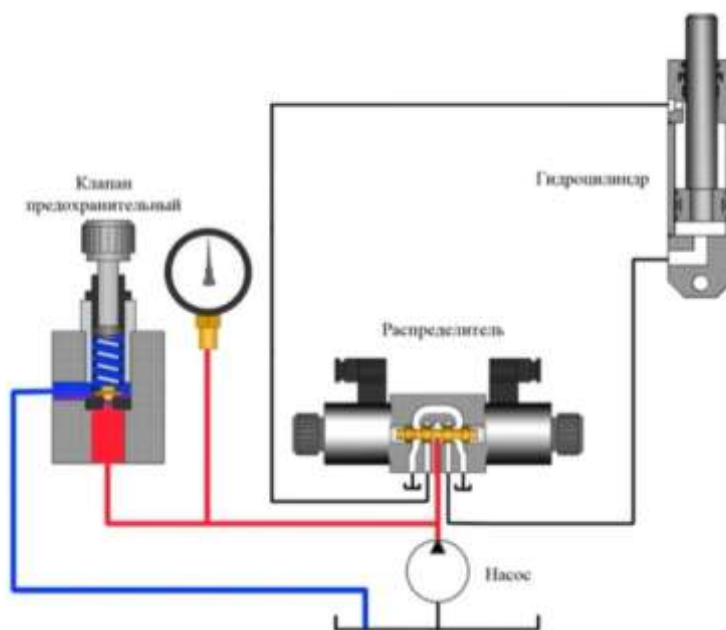


Рисунок 1.4 – Принцип действия ПК в гидросистеме автокрана

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ЮУрГУ-15.04.05.2020.197

Лист

15

После переключения распределителя жидкость поступает в поршневую полость гидроцилиндра. Давление в системе падает, предохранительный клапан закрывается (рисунок 1.5).

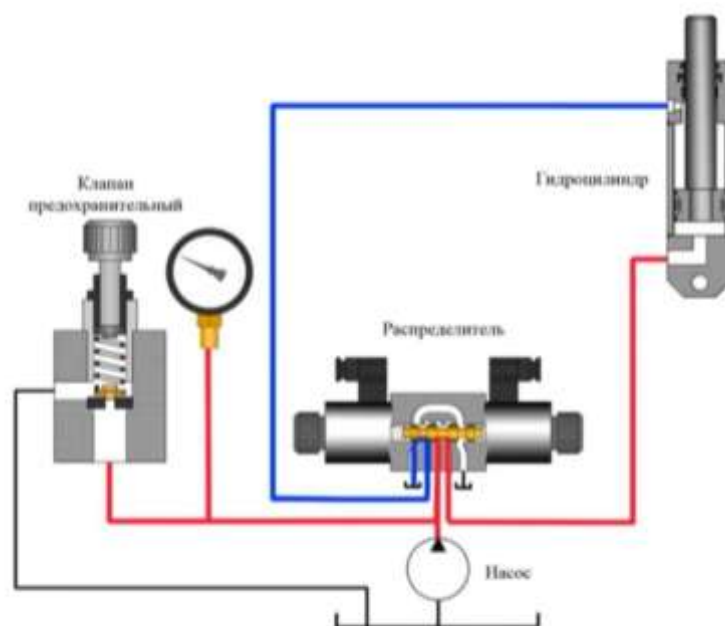


Рисунок 1.5 – Принцип действия ПК в гидросистеме автокрана

При достижении поршнем гидроцилиндра крайнего положения, давление в системе достигает максимального значения, рабочая жидкость через предохранительный клапан отправляется на слив (рисунок 1.6).

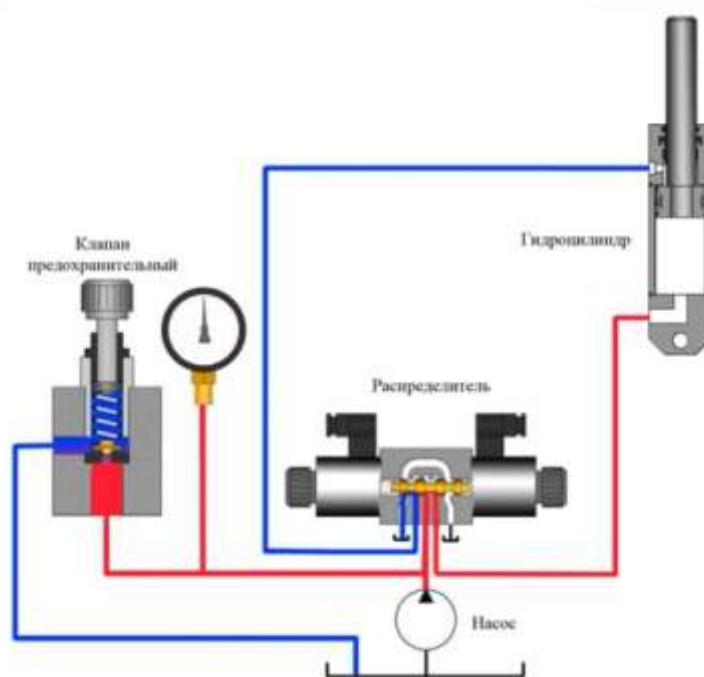


Рисунок 1.6 – Принцип действия ПК в гидросистеме автокрана

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Существуют разные типы предохранительных клапанов, которые классифицируются по наличию определенных признаков.

По принципу действия выделяют два типа сбросных клапанов:

1 клапаны прямого действия срабатывают непосредственно под воздействием рабочей среды;

2 клапаны сбросные обратного действия реагируют на силу постороннего источника давления или открываются под воздействием электричества.

По типу подъема замыкающего органа сбросные предохранительные клапаны подразделяют на:

1 устройства пропорционального действия, которые чаще используются для несжимаемой среды, хотя конструкция предусматривает возможность применения для сжимаемых сред;

2 клапаны открываются пропорционально росту давления в системе, с подъемом затвора клапан сбрасывает рабочую среду равномерно;

3 устройства двухпозиционного действия моментально открываются на полный ход, когда достигается предельное давление клапана. Применяются для сжимаемых сред (пар, воздух, газы).

В зависимости от высоты подъема замыкающего органа:

1 малоподъемные клапаны, высота подъема в которых составляет около 0,05 диаметра седла, характеризуются минимальной пропускной способностью, поэтому не подходят для мощных промышленных систем;

2 в полноподъемных клапанах, которые, как правило, функционируют на основании двухпозиционного механизма, высота подъема устройства равняется или превышает диаметр седла. Клапаны имеют высокую пропускную способность и характеризуются более сложной конструкцией, нежели малоподъемные устройства.

По типу оказываемой нагрузки на золотник клапаны сбросные подразделяют на:

					ЮУрГУ-15.04.05.2020.197	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		17

1 рычажно-грузовые или грузовые клапаны – устройства, в которых давлению противодействует усилие, создаваемое рычажно-грузовым механизмом. В зависимости от массы груза и длины рычага определяется давление срабатывания и диапазон давлений;

2 в пружинных клапанах внутрисистемному давлению противодействует предохранительный пружинный механизм. Сила сжатия стальной пружины определяет давление, при котором срабатывает пружинный механизм. Диапазоны настройки пружинного клапана зависят от упругости пружины [1].

Регулировка предохранительного клапана осуществляется после окончания процесса монтажа. При помощи стальной пружины клапан настраивают таким образом, чтобы усилие золотника прижимало устройство к седлу запорного органа и предотвращало несвоевременный сброс рабочей среды. Предохранительные клапаны активно используются для предохранения от возникновения неполадок в системах, работающих под высоким давлением.

1.2 Служебное назначение детали «Корпус предохранительного клапана»

По определению, корпусные детали машин – это базовые детали, служащие для размещения в них сборочных единиц и отдельных деталей, точность относительного положения которых должна обеспечиваться как в статике, так и в процессе работы машины под нагрузкой.

В соответствии с этим корпусные детали должны иметь требуемую точность, обладать необходимой виброустойчивостью, что обеспечивает требуемое относительное положение соединяемых узлов и деталей, правильность работы механизмов и отсутствие вибрации. Характерная особенность корпусов – наличие опорных плоскостей и отверстий.

Корпусные детали машин в общем случае делят на пять групп:

1 корпусные детали коробчатой формы в виде параллелепипеда;

					ЮУрГУ-15.04.05.2020.197	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18

2 корпусные детали с гладкими внутренними цилиндрическими поверхностями;

3 корпусные детали сложной пространственной геометрической формы;

4 корпусные детали с направляющими поверхностями;

5 корпусные детали типа кронштейнов, угольников, стоек плит и крышек.

Деталь «Корпус предохранительного клапана» относится к первой группе корпусных деталей машин.

1.2.1 Характеристика материала детали

Деталь «Корпус предохранительного клапана» изготавливается из стали 20 ГОСТ 1050-88. Из данной стали изготавливают трубы перегревателей, коллекторов и трубопроводов котлов высокого давления, листы для штампованных деталей, цементируемые детали для длительной и весьма длительной службы при температурах до 350 град.

Химический состав и свойства стали 20 приведены в таблицах 1.1 и 1.2.

Таблица 1.1 – Химический состав стали 20 (ГОСТ 1050-2013), в %

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu	As
0,17 – 0,24	0,17 – 0,37	0,35 – 0,65	до 0,3	до 0,04	до 0,035	до 0,25	до 0,3	до 0,08

Таблица 1.2 – Механические свойства стали 20 (ГОСТ 1050-2013)

Сортамент	Размер, мм	S _B , МПа	S _T , МПа	d ₅ , %	у, %	KCU, кДж/м ²	Термообр.
Лист термообработ., ГОСТ 4041-71	4 – 14	340 – 490		28			
Трубы горячедеформир., ГОСТ 550-75		431	255	22	50	780	
Трубы,		412	245	21			

ГОСТ 8731-87							
Трубы, ГОСТ 10705-80		372	225	22			
Прокат, ГОСТ 1050-88	до 80	410	245	25	55		Нормализация

Конструкция детали технологична, если она обеспечивает простое и экономичное изготовление детали с минимальными затратами и высокой производительностью. Технологичность детали оценивается для конкретных условий производства.

Анализ технологичности конструкции детали проводится по двум направлениям:

- качественный анализ технологичности конструкции детали;
- количественный анализ технологичности конструкции детали;

Качественная оценка технологичности конструкции детали характеризует технологичность обобщённо на основании опыта исполнителя. Количественная оценка технологичности детали оценивается числовыми показателями и не зависит от исполнителя. Цель отработки конструкции детали на технологичность – выявление недостатков конструкции детали, а также возможное ее улучшение [6].

1.3 Качественный анализ технологичности детали

Качественная оценка технологичности детали производится по отдельным конструктивным и технологическим признакам и основана на инженерно-визуальных методах оценки. Инженерно-визуальный метод оценки осуществляется при помощи визуальной оценки конструктивных и технологических признаков изделия. Качественная оценка технологичности изделия дается при помощи таких характеристик как «хорошо – плохо», «технологично – нетехнологично» и т.д.

Таблица 1.3 – Качественная оценка технологичности детали «корпус предохранительного клапана»

Критерий оценки	Значение / Показатель / Сравнительная характеристика	Характеристика оценки
Унифицированность элементов форм детали	Резьбы по ГОСТ присутствуют	Технологично
Простота формы детали	Форма детали несложная	Технологично
Возможность обработки максимального количества поверхностей детали за один установ	Невозможно обработать максимальное количество поверхностей за один установ	Нетехнологично
Доступность поверхностей детали для обработки	Присутствуют труднодоступные поверхности	Нетехнологично
Возможность совмещения конструкторских и технологических баз	Не все базы можно совместить	Нетехнологично

Окончание таблицы 1.3

Критерий оценки	Значение / Показатель / Сравнительная характеристика	Характеристика оценки
Обеспечение конструкцией детали нормальный подвод и отвод режущего инструмента	Конструкция обеспечивает нормальный подвод и отвод режущего инструмента	Технологично
Возможность достижения наиболее точных размеров детали на основном оборудовании	Достижения точных размеров на основном оборудовании, возможно	Технологично

Возможность достижения минимальной заданной шероховатости поверхности детали на основном оборудовании	Достижения минимальной шероховатости на основном оборудовании, возможно	Технологично
Минимальная номенклатура режущего инструмента необходимая для обработки всех поверхностей детали при обеспечении заданной точности и шероховатости	Номенклатура режущего инструмента минимальная	Технологично
Наличие поверхностей для захвата детали промышленным роботом и базирования на промежуточных накопителях и в основном оборудовании	Поверхности для захвата и базирования детали промышленным роботом имеются	Технологично

Рабочий чертеж обрабатываемой детали содержит все необходимые проекции, разрезы, сечения, совершенно четко и однозначно объясняющие ее конфигурацию. На чертеже указаны все необходимые отклонения.

Указана требуемая шероховатость обрабатываемых поверхностей, допускаемые отклонения от правильных геометрических форм, а также взаимное положение поверхностей.

Содержит все необходимые сведения о материале детали, термической обработке, твердости поверхностей, массе детали.

При конструировании детали использовались простые геометрические формы позволяющие применять высокопроизводительные методы обработки.

Самыми точными поверхностями детали являются:

- цилиндрическое отверстие $\varnothing 22H8$ с шероховатостью $Ra = 2,5$ мкм
- цилиндрическое отверстие $\varnothing 32H9$ с шероховатостью $Ra = 2,5$ мкм

Качественная оценка показывает, что деталь «Корпус предохранительного клапана» в целом является технологичной в серийном производстве, так как имеет небольшие габаритные размеры и для её изготовления не требуется специального оборудования, режущего инструмента и приспособлений.

1.4 Количественный анализ технологичности детали

Количественная оценка технологичности конструкции детали может быть выполнена при внесении изменений в конструкцию детали. Так как в данной работе рассматривается конструкция конкретной детали – корпус предохранительного клапана, не предполагающей изменений в конструкцию детали, то в качестве количественных показателей технологичности конструкции детали могут рассматриваться следующие [4]:

1 коэффициент точности $K_{т.ч}$ детали:

$$K_{т.ч} = 1 - \frac{1}{T_{ср}}, \quad (1)$$

где $T_{ср}$ – средний квалитет точности обработки.

Средний квалитет точности обработки определяется по формуле:

$$T_{ср} = \frac{\sum_{i=1}^m T_i \cdot n_i}{\sum_{i=1}^m n_i}, \quad (2)$$

где T_i – i -ый квалитет точности;

n_i – число размеров i -го квалитета точности.

Определение среднего квалитета точности приведено в таблице 1.4.

Таблица 1.4 – Определение среднего квалитета точности

Квалитет, T_i	Число размеров, n_i	Произведение, $T_i \cdot n_i$
8	1	8
9	1	9
11	4	44
12	9	108

13	3	39
14	16	224
Итого:	34	432

Исходя из полученных значений:

$$T_{\text{ср}} = \frac{432}{34} = 12,71$$

$$K_{\text{т.ч}} = 1 - \frac{1}{12,71} = 0,92$$

2 коэффициент шероховатости поверхности $K_{\text{ш}}$ детали:

$$K_{\text{ш}} = 1 - \frac{1}{\text{Ш}_{\text{ср}}}, \quad (3)$$

где $\text{Ш}_{\text{ср}}$ – среднее значение параметра шероховатости обрабатываемых поверхностей.

Среднее значение параметра шероховатости обрабатываемых поверхностей определяется по формуле:

$$\text{Ш}_{\text{ср}} = \frac{\sum_{i=1}^m \text{Ш}_i \cdot n_i}{\sum_{i=1}^m n_i}, \quad (4)$$

где Ш_i – i -е значение параметра шероховатости обрабатываемой поверхности;

n_i – число поверхностей, имеющих $\text{Ш}_i = i$.

Определение среднего значения параметра шероховатости обрабатываемых поверхностей приведено в таблице 1.5.

Таблица 1.5 – Определение среднего значения параметра шероховатости обрабатываемых поверхностей

Шероховатость, Ш_i	Число поверхностей, n_i	Произведение, $\text{Ш}_i \cdot n_i$
2,5	14	35
5	5	25
10	8	80
20	33	660
Итого:	60	800

Исходя из полученных значений:

$$Ш_{\text{ср}} = \frac{800}{60} = 13,33$$

$$K_{\text{ш}} = 1 - \frac{1}{13,33} = 0,92$$

3 коэффициент использования материала:

$$K_{\text{ИМ}} = \frac{M_{\text{Д}}}{M_{\text{З}}}, \quad (5)$$

где $M_{\text{Д}}$ – масса детали по чертежу, кг;

$M_{\text{З}}$ – масса материала, расходуемого на изготовление детали, кг.

$$K_{\text{ИМ}} = \frac{3,5}{6,5} = 0,51$$

Коэффициент точности (0,92), подчеркивает сравнительно низкую точность механической обработки, а коэффициент шероховатости (0,92) говорит о сравнительно низкой шероховатости обрабатываемых поверхностей. Коэффициент использования материала достаточно высокий, характерный для использования штамповки, используемого в качестве метода получения заготовки. В целом конструкция детали технологична.

Выводы

1 изучено устройство клапана предохранительного. В работе рассмотрен клапан с пружинным механизмом прямого действия;

2 проанализирована классификация предохранительных клапанов, что позволяет рассмотреть клапан: по принципу действия, по типу подъема замыкающего органа, по типу оказываемой нагрузки на золотник, по отношению клапана в зависимости от высоты подъема замыкающего органа;

3 описано служебное назначение детали корпус предохранительного клапана узла клапан предохранительный;

4 проведен качественный и количественный анализ технологичности детали.

					ЮУрГУ-15.04.05.2020.197	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25

Цель и задачи ВКР

В соответствии с ФГОС 15.04.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств (уровень магистратура)» ВКР может разрабатываться по направлениям подготовки: производственно-технологическое, научно-исследовательское, проектно-конструкторское, научно-педагогическое, сервисно-эксплуатационное, специальное. Предварительно, к 30 сентября 2018 г. была определена тема ВКР: «Разработка технологического процесса изготовления корпуса предохранительного клапана и повышение качества сборочной операции с применением стандартной операционной процедуры (СОП)». Проведенный анализ литературы, организационно-технических условий предприятия позволил сформулировать выводы и выделить факторы актуальности темы:

- 1 зависимость технологии изготовления от типа производства;
- 2 необходимость учёта условий предприятия (по используемому оборудованию, технологической оснастки и инструмента, требуемой степени механизации и автоматизации, используемых программных средств обеспечения производства и т.п.);
- 3 многовариантность технологических процессов;
- 4 возможность обеспечения показателей качества при наименьших затратах;
- 5 внедрение новых методов менеджмента качества в промышленное производство.

Указанные факторы актуальности неизбежно вызывают противоречия при их реализации, например:

- 1 обеспечение показателей качества при наименьших затратах и необходимость учёта возможностей оборудования, технологической оснастки, программного обеспечения имеющихся на предприятии;
- 2 существующие рекомендации литературы по менеджменту, различаются по методам и средствам менеджмента качества внедряемым в производство т.к не существует научных методов проверки, насколько

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ЮУрГУ-15.04.05.2020.197					26

эффективно используются те или иные управленческие приемы и насколько они закрепились в культуре организации.

Существующие противоречия приводят к проблемам, требующим решения. По анализируемой теме выделены такие основные проблемы, как:

1 необходимость изготовления детали «Корпус предохранительного клапана» в условиях предприятия ОАО «ЧМЗ»;

2 не допускать ошибок во время сборочной операции узла «Клапан предохранительный».

Для решения выделенных проблем, сформулирована гипотеза возможности их разрешения: «Если разработать технологический процесс изготовления детали «Корпус предохранительного клапана с учётом серийности производства, особенностей предприятия и разработать наглядную пошаговую инструкцию – стандартную операционную процедуру сборки узла «Клапан предохранительный», то основные возникающие проблемы могут быть решены». В соответствии с принятой гипотезой окончательно сформулированы тема, цель и задачи ВКР.

Цель ВКР: повышение производительности изготовления детали «Корпус предохранительного клапана» на основе разработки технологического процесса и сокращение количества дефектов сборочной операции предохранительного клапана с использованием стандартной операционной процедуры (СОП).

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1 описать узел изделия, его служебное назначение и условия эксплуатации;

2 разработать технологический процесс изготовления детали «Корпус предохранительного клапана»;

3 оценить экономические результаты разработанного технологического процесса;

					ЮУрГУ-15.04.05.2020.197	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		27

4 разработать стандартную операционную процедуру (СОП) сборки предохранительного клапана.

					ЮУрГУ-15.04.05.2020.197	Лист
						28
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

2 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛИ «КОРПУС ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНОГО КЛАПАНА»

Для разработки технологического процесса изготовления детали необходимо иметь следующее:

- 1 чертеж детали с указанием технических требований, предъявляемых к ней;
- 2 данные о материале и виде заготовки (отливка, поковка и т. д.), о ее размерах, на основании которых определяют припуски на обработку;
- 3 сведения о количестве деталей, подлежащих изготовлению в данной партии, и периоды, через которые партии могут повторяться;
- 4 подробные сведения об оборудовании, на котором будет вестись обработка заготовок.

Разработка, или составление, технологического процесса заключается в правильном выборе баз, составлении последовательности обработки, выборе оборудования, приспособлений, режущего инструмента и режимов резания.

Первым этапом разработки технологического процесса является составление плана операций (технологического маршрута), в котором намечается последовательность выполнения технологического процесса по всем цехам, где производится механическая, термическая и другие обработки деталей. При этом выбираются установочные базы и способы зажима заготовок, выбираются типы станков, характер режущего инструмента и установочно-зажимных приспособлений.

На втором этапе уточняются способы выполнения операций механической обработки, определяются промежуточные размеры с допусками, уточняются типы и конструкции рабочих и измерительных инструментов и установочно-зажимных приспособлений (при этом в случае надобности производятся необходимые точностные и экономические расчеты), выбираются режимы резания и заполняются соответствующие технологические документы.

					ЮУрГУ-15.04.05.2020.197	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		29

В третьем этапе уточняется окончательно план операций, рассчитывается технически обоснованная норма времени, которая служит основой для последующих расчетов количества потребного оборудования, числа рабочих и площадей цеха [4].

2.1 Определение типа производства

По условиям задан среднесерийный тип производства.

В соответствии с таблицей 2.1 определим количество выпускаемых деталей в год.

Таблица 2.1 – Зависимость типа производства от объема годового выпуска и массы детали

Масса детали, кг	Тип производства				
	Единичное	Мелкосерийное	Среднесерийное	Крупносерийное	Массовое
< 1,0	< 10	10-2000	1500-100000	75000-200000	200000
1,0-2,5	< 10	10-1000	1000-50000	50000-100000	100000
2,5-5,0	< 10	10-500	500-35000	35000-75000	75000
5,0-10	< 10	10-300	300-25000	25000-50000	50000
> 10	< 10	10-200	200-10000	10000-25000	25000

В соответствии с таблицей 4 при массе детали 3,5 кг и серийном типе производства определим годовом объеме выпуска $N = 5000$ шт.

После установления типа производства необходимо определить его организационно-технологическую характеристику. При этом требуется:

- 1 определить форму организации производственного процесса;
- 2 рассчитать величину партий их запуск в производство [5].

Форма организации производства может быть поточной или групповой.

В работе рассмотрено производство с групповой формой организации. Количество деталей в партии (n , шт.) для одновременного выпуска определяется упрощенным способом по формуле:

$$n = \frac{N \cdot a}{254}, \quad (6)$$

где N – годовой объем выпуска деталей;

$a = 3...6$ – число дней запаса деталей на складе для обеспечения ритмичности сборки;

254 – число рабочих дней в году.

$$n = \frac{5000 \cdot 5}{254} = 98 \text{ шт.}$$

Таким образом произведя расчет количества деталей в партии для одновременного выпуска, принимается равным 98 шт, с периодичностью запуска в 5 дней, при количестве 254 рабочих дня в году.

2.2 Выбор заготовки и метода ее получения

Правильно выбрать заготовку – это определить рациональный метод ее получения. Установить припуски на механическую обработку каждой из обрабатываемых поверхностей [6].

Особенно важно выбрать вид заготовки и назначить оптимальные условия для ее изготовления в серийном производстве, когда размеры детали получают автоматически, на настроенных станках. Немаловажную роль при выборе заготовки играет размер и форма детали, относительно которых выбирают тот или иной метод получения заготовки. В данном случае, учитывая форму детали, материал, объем выпуска наиболее рациональным способом получения заготовки является штамповка на ГKM.

Горизонтально-ковочная машина представляет собой механический кривошипный штамповочный пресс, имеющий разъемную матрицу, одна часть которой является подвижной – зажимной [7].

Основные преимущества горизонтально-ковочных машин:

1 штамповка без облоя (за исключением отдельных деталей сложной конфигурации), что исключает применение обрезных прессов и штампов;

2 отсутствие штамповочных уклонов, кроме внутренних полостей поковок, образуемых пуансонами с небольшими уклонами;

					ЮУрГУ-15.04.05.2020.197	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		31

3 возможность назначения меньших припусков на механическую обработку и более жестких допусков, по сравнению с применяемыми в работе на молотах, что обеспечивает значительную экономию металла;

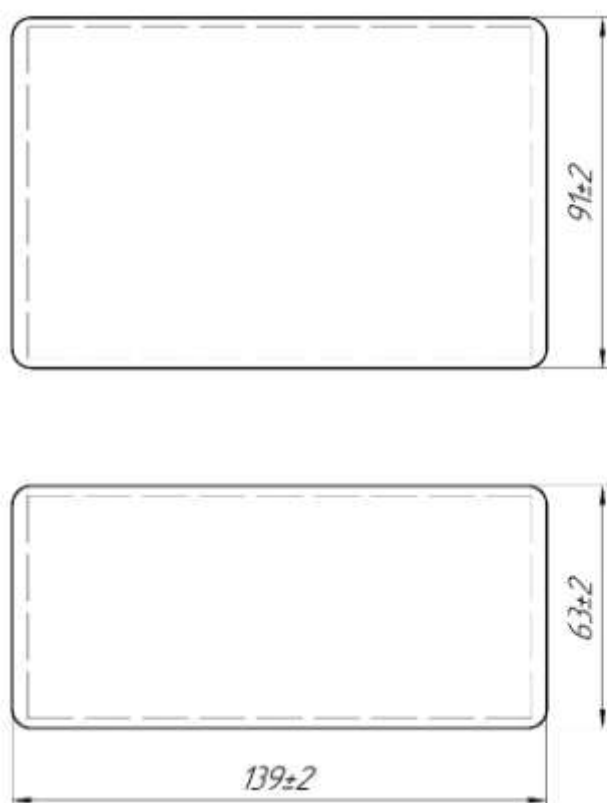
4 получение хорошей макроструктуры с направлением волокон, наиболее благоприятно ориентированных относительно действующих усилий при работе детали, включая отсутствие перерезывания волокон;

5 возможность широкого применения рабочих вставок наиболее изнашиваемых частей штампов, что снижает их стоимость;

6 возможность сочетания ГKM в процессах комбинированной штамповки с молотом, прессом, ковочными вальцами и гибочной машиной;

7 возможность производить штамповку из мерных заготовок и от прутка.

Эскиз заготовки представлен на рисунке 3.1.



1. Заготовка: $\phi 90$ мм, $L_3=130\pm 1$ мм.
2. Материал: Сталь 20 ГОСТ 1050-88.
3. Неуказанные радиусы не более 10 мм.
4. Масса заготовки 6,5 кг.
5. Масса поковки 6,3 кг.

Рисунок 2.1 – Эскиз заготовки

2.3 Выбор комплекта технологических баз

При обработке заготовок на станках необходимо обеспечить определенное положение обрабатываемых заготовок относительно механизмов и узлов станка, режущего инструмента и приспособления. Базированием называется придание заготовке или изделию требуемого положения относительно выбранной системы координат. При обработке детали «Корпус предохранительного клапана», базами будут являться торцевые поверхности детали.

На черновой операции заготовка устанавливается в тисках. Базирование заготовки представлено на рисунке 2.2.

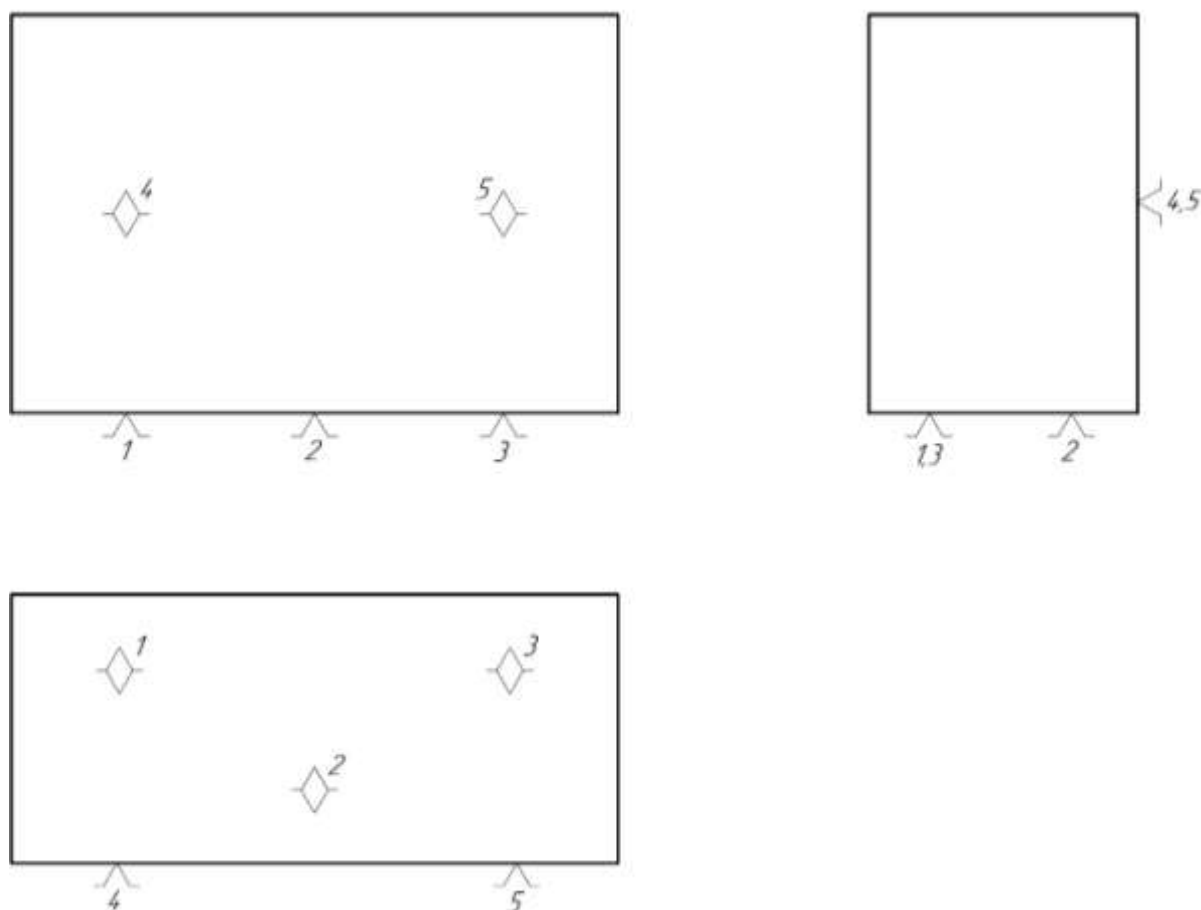


Рисунок 2.2 – Черновые базы

При фрезеровании наружных поверхностей не требуется определенное положение заготовки, закрепленной в тисках. Ее устанавливают на опорную плиту, которая заменяет три точки в опорной плоскости, и прижимают к неподвижной губке тисков, заменяющей две точки в направляющей плоскости.

Шестая точка в упорной плоскости отсутствует, так как в данном случае не требуется обеспечить вполне определенное положение упорной плоскости заготовки.

На операции 010 базирование заготовки осуществляется в 4-х кулачковом патроне (рисунок 2.3). На остальных операциях базирование осуществляется в тисках (рисунок 2.4–2.6).

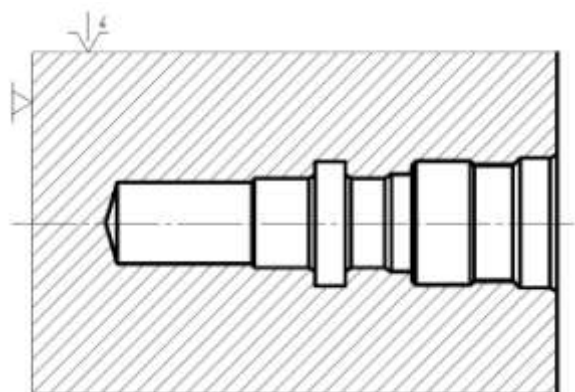


Рисунок 2.3 – Базирование на операции 010

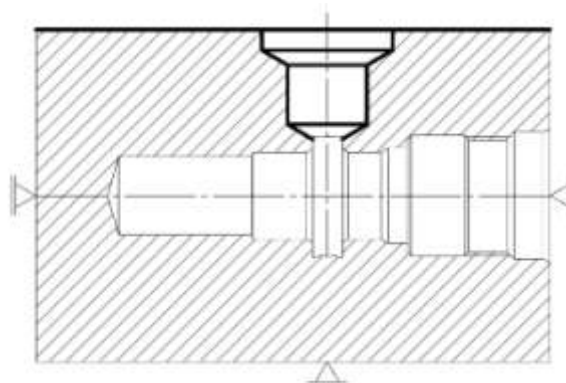


Рисунок 2.4 – Базирование на операции 015

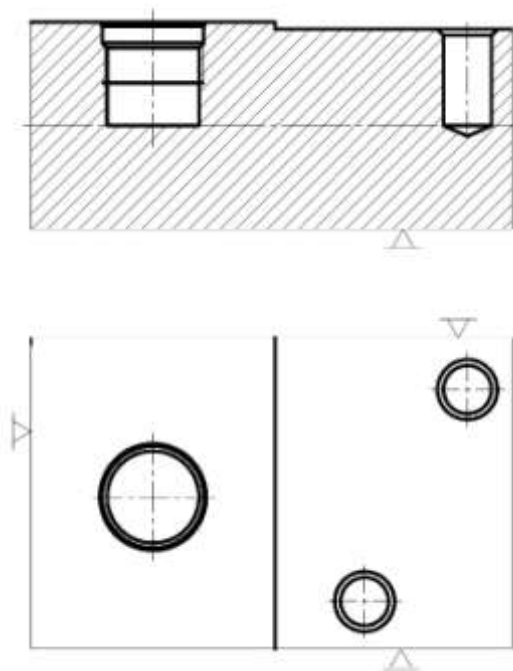


Рисунок 2.5 – Базирование на операции 020

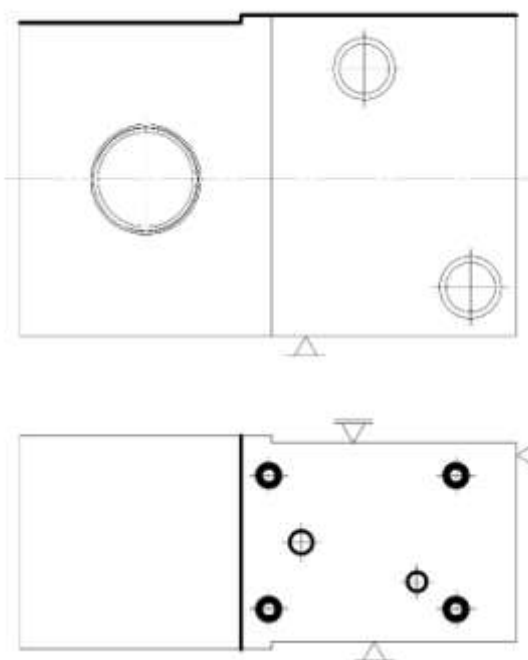


Рисунок 2.6 – Базирование на операции 025

2.4 Разработка маршрута обработки детали

Составление технологического маршрута обработки детали – это задача, в результате решения которой предлагается один или несколько вариантов общих планов обработки детали. Под каждый план обработки намечается необходимое количество технологических операций и определяется их

примерное содержание. Маршрут обработки детали «Корпус предохранительного клапана» представлен в таблице 2.2.

Таблица 2.3 – Маршрут обработки детали «Корпус предохранительного клапана»

№ операции	Название операции
003–008	Вертикально-фрезерная
010	Токарно-револьверная с ЧПУ
015	Комплексная на ОЦ с ЧПУ
020	Комплексная на ОЦ с ЧПУ
025	Комплексная на ОЦ с ЧПУ

2.5 Определение последовательности обработки поверхностей

Подробный маршрут обработки представлен в таблице 2.4.

Таблица 2.4 – Технологический маршрут обработки детали

№ операции	Название	Содержание операции	Операционный эскиз
003-008	Вертикально-фрезерная	<p>003: 1 установить и закрепить; 2 фрезеровать поверхность 1.</p> <p>004: 1 установить и закрепить; 2 фрезеровать поверхность 2.</p> <p>005: 1 установить и закрепить; 2 фрезеровать поверхность 3.</p> <p>006: 1 установить и закрепить; 2 фрезеровать поверхность 4.</p> <p>007: 1 установить и закрепить; 2 фрезеровать поверхность 5.</p> <p>008: 1 установить и закрепить; 2 фрезеровать поверхность 6.</p>	

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

ЮУрГУ-15.04.05.2020.197

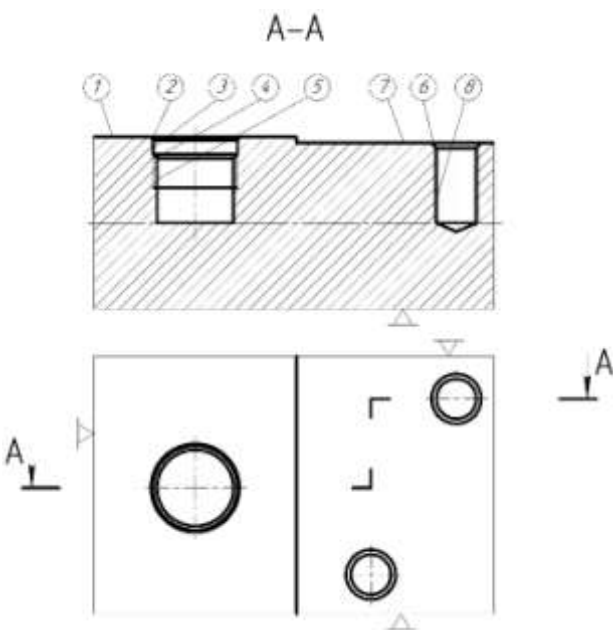
Лист

36

010	Токарно-револьверная с ЧПУ	<ol style="list-style-type: none"> 1 установить и закрепить; 2 подрезать торец 5; 3 сверлить отверстие 1; 4 расточить отверстие 8; 5 расточить отверстие 7; 6 расточить фаску 6; 7 расточить карман 9 с подрезкой торца; 8 расточить отверстие 4; 9 расточить отверстие 2; 10 развернуть отверстие 2; 11 расточить канавку 3; 12 расточить две фаски 10; 13 нарезать резьбу в отверстии 8. 	
-----	----------------------------	---	--

Продолжение таблицы 2.4

№ операции	Название	Содержание операции	Операционный эскиз
015	Комплексная на ОЦ с ЧПУ	<ol style="list-style-type: none"> 1 установить и закрепить; 2 фрезеровать торец 3; 3 центровать отверстие 2; 4 сверлить отверстие 2; 5 фрезеровать выточку 1. 	

020 (Установ 1)	Комплексная на ОЦ с ЧПУ	<ol style="list-style-type: none"> 1 установить и закрепить; 2 фрезеровать поверхность 1; 3 фрезеровать поверхность 7; 4 сверлить 2 отверстия 8; 5 зенковать 2 фаски 6; 6 сверлить отверстие 5; 7 расточить отверстие 3; 8 фрезеровать фаску 2; 9 фрезеровать фаску 4; 10 нарезать резьбу в отверстии 5. 	
-----------------	-------------------------	--	--

Окончание таблицы 2.4

№ операции	Название	Содержание операции	Операционный эскиз
------------	----------	---------------------	--------------------

020 (Установ 2)	Комплексная на ОЦ с ЧПУ	<p>11 переустановить и закрепить; 12 фрезеровать поверхность 1; 13 фрезеровать поверхность 7; 14 сверлить 2 отверстия 8; 15 зенковать 2 фаски 6; 16 сверлить отверстие 5; 17 расточить отверстие 3; 18 фрезеровать фаску 2; 19 фрезеровать фаску 4; 20 нарезать резьбу в отверстия 5.</p>	
025	Комплексная на ОЦ с ЧПУ	<p>1 установить и закрепить; 2 фрезеровать поверхность 2; 3 фрезеровать поверхность 1; 4 сверлить отверстие 3; 5 сверлить отверстие 4; 6 сверлить 4 отверстия 6; 7 зенковать 4 фаски 7; 8 нарезать резьбу 5.</p>	

2.6 Расчет припусков

Расчет припусков заготовки сведен в таблицу 2.5.

Таблица 2.5 – Припуски

№ припуска	Определяющий размер, мм	Допуск линейных размеров, мм,	Номинальный припуск на сторону, мм	Расчётный размер отливки, мм
z1	130	2	4,5	139±2
z2		2	4,5	
z3	56	2	3,5	63±2
z4		2	3,5	
z5	84	1,1	3,5	91±2
z6		1,1	3,5	

2.7 Выбор оборудования

Для механической обработки детали «корпус предохранительного клапана» выбор станков производится из ряда технологического оборудования, применяемого в настоящее время на предприятии ОАО «ЧМЗ».

На операциях 003–008 используется вертикально-фрезерный консольный станок ВМ127М. Станок фрезерный консольный вертикальный модели ВМ127М (рисунок 2.7) предназначен для фрезерования всевозможных деталей из стали, чугуна и цветных металлов и сплавов торцовыми, концевыми, цилиндрическими, радиусными и другими фрезами в условиях индивидуального, мелкосерийного и серийного производства. На станке можно обрабатывать вертикальные, горизонтальные и наклонные плоскости, пазы, углы, рамки, зубчатые колеса и т. д. Возможность настройки станка на различные полуавтоматические и автоматические циклы позволяет организовать многостаночное обслуживание. Мощный привод главного движения станка ВМ127М и тщательно подобранные передаточные отношения обеспечивают оптимальные режимы обработки при различных условиях резания и полное использование возможностей быстрорежущего и твердосплавного инструмента. Простота обслуживания станка ВМ127М переналадка приспособлений и инструмента представляют значительные удобства при использовании станка в мелкосерийном производстве.

Автоматическая система смазки узлов обеспечивает неприхотливость и надежность станка в самых жестких условиях эксплуатации [14].



Рисунок 2.7 – Вертикально-фрезерный консольный станок VM127M

Основные паспортные данные вертикально-фрезерного станка VM127M приведены в таблице 2.6.

Таблица 2.6 – Характеристики вертикально-фрезерного станка VM127M

Наименование параметра	Величина
Класс точности по ГОСТ 8-82	H
Максимальная нагрузка на стол (по центру), кг	800
Размеры рабочей поверхности стола (длина x ширина), мм	1600x400
Частота вращения шпинделя, об/мин	40...2000
Количество скоростей шпинделя	18
Конус шпинделя	50AT5
Наибольшее осевое перемещение пиноли шпинделя, мм	80

Окончание таблицы 2.6

Наименование параметра	Величина
------------------------	----------

Наибольший угол поворота шпиндельной головки, град	±45
Быстрый ход стола продольный и поперечный, мм/мин	3000
Быстрый ход стола вертикальный, мм/мин	1000
Число ступеней рабочих подач стола	18
Пределы рабочих подач. Продольных и поперечных, мм/мин	25...1250
Пределы рабочих подач. Вертикальных, мм/мин	8,3...416,6
Количество электродвигателей на станке	4
Габариты станка, мм	2560x2260x2500
Масса станка, кг	4250

На операции 010 используется токарно-револьверный центр с ЧПУ LTC-30BP (рисунок 2.8). Высокопроизводительный токарно-фрезерный станок с направляющими скольжения. Данный тип направляющих обеспечивает более высокую жесткость и позволяет производить непрерывное и прерывистое резания всех групп материалов. Особенно хорошо станки этой серии подходят для обработки труднообрабатываемых материалов, точения поковок и отливок [15].



Рисунок 2.8 – Токарно-револьверный центр с ЧПУ LTC-30BP

Основные характеристики токарно-револьверного центра с ЧПУ LTC-30BP приведены в таблице 2.7.

Таблица 2.7 – Характеристики токарно-револьверного центра с ЧПУ LTC-30BP

Наименование параметра	Величина
Максимальный диаметр вращения над станиной, мм	720
Максимальный обрабатываемый диаметр, мм	494
Максимальная длина обработки, мм	1530
Скорость быстрых перемещений по осям X/Z, мм/мин	15000/20000
Диапазон рабочих подач, мм/об	0,01–500
Диаметр зажимного гидравлического патрона, мм	305
Диапазон скоростей вращения, об/мин	25–2500
количество позиций дисковой револьверной головки	12
Перемещение задней бабки, мм	1380
Угол наклона станины, град	45
Габаритные размеры (дхшхв), мм	4800х2100х2200
Вес станка, кг	9500

На операциях 015, 020, 025 используется вертикально-фрезерный центр с ЧПУ VF-2BHE (рисунок 2.9). Центры с ЧПУ фирмы HAAS предназначены для работы в производствах различного типа, начиная от небольших мастерских и заканчивая тяжелым машиностроением и аэрокосмической промышленностью. На фрезерных станках HAAS можно обрабатывать широкий спектр деталей, например, корпусные детали различной степени сложности, штампы и пресс-формы со сложной 3D-поверхностью. Центры VF имеют съемный наклонно-поворотный стол, убрав который можно освободить рабочую зону для работы в 3-ех осях с крупными деталями [16].

Основные характеристики вертикально-фрезерного центра с ЧПУ VF-2BHE приведены в таблице 2.8.



Рисунок 2.9 – Вертикально-фрезерный центр с ЧПУ HAAS VF-2BHE

Таблица 2.8 – Характеристики токарно-револьверного центра с ЧПУ LTC-30BP

Наименование параметра	Величина
Макс. перемещение по оси X, мм	762
Макс. перемещение по оси Y, мм	406
Макс. перемещение по оси Z, мм	508
Максимальное расстояние от стола до торца шпинделя, мм	610
Минимальное расстояние от стола до торца шпинделя, мм	102
Длина стола, мм	914
Ширина стола, мм	356
Макс. нагрузка на стол, кг	1361
Максимальная частота вращения шпинделя, об/мин	8100
Макс. мощность шпинделя, кВт	22,4
Макс. крутящий момент, Нм	122
Макс. осевое усилие, кН	18,7
Макс. скорость холостых подач, м/мин	25,4
Макс. рабочие подачи по осям XYZ, м/мин	16,5
Время смены инструмента (среднее), сек	4,2

Окончание таблицы 2.8

Наименование параметра	Величина
Точность позиционирования, мм	±0,0050
Повторяемость, мм	±0,0025
Ориентировочная масса станка, кг	3550

3.8 Выбор режущего инструмента и расчет режимов резания

Обработка металлов резанием является составляющей частью процесса производства большинства деталей. Правильно выбранный инструмент позволяет быстрее окупить затраты на новое оборудование, значительно повысить производительность старого оборудования и сделать работу операторов более продуктивной.

Выбор режущего инструмента сведен в таблицу 2.9

Таблица 2.9 – Режущий инструмент

Операция	Инструмент
003-008	1 фреза 160 2214-0275 ГОСТ 26595-85 с реж. пластиной 10114-PNUM-110408 T5K10 ГОСТ 19065-80.
010	1 резец PTGNR 2525M22 ГОСТ 26476-85 с реж. пластиной TNUN-220408 T5K10 ГОСТ 19043-80; 2 сверло 20 2301-0069 ГОСТ 10903-77; 3 резец 2140-0024 T15K6 V ГОСТ 18882-73; 4 резец 2140-0026 T15K6 V ГОСТ 18882-73; 5 резец IP-1053; 6 развертка 22 2363-3466 H8 ГОСТ 1672-80; 7 резец IP-235; 8 резец R166.4KF-20-16 с реж. пластиной R166.0L-16MM01-150 1020;

Окончание таблицы 2.9

Операция	Инструмент
015	1 фреза R245-080Q27-12М с реж. пластиной R245-12 ТЗ М-РМ 4030; 2 сверло А2003.15х8.0; 3 сверло 20 2301-0069 ГОСТ 10903-77; 4 фреза R216.34-16030-АС32N; 5 фреза 316-10СМ400-10045G 1030.
020	1 фреза R245-80Q27-12М с реж. пластиной R245-12 ТЗ М-РМ 4240; 2 сверло 880-D1300L20-05, пластина периферийная 880-01 02 W04H-P-LN 4044, пластина центральная 880-01 02 03H-C-LM 1044; 3 сверло А 12220.0х90; 4 сверло 880-D2500L25-03, пластина периферийная 880-05 03 W05H-P-GM 4044, пластина центральная 880-05 03 05H-C-GM 1044; 5 резец R429U-A20-26070, с реж. пластина ТСМТ 090204-PF-4015; 6 фреза R215.94-01500-АС74G 1620; 7 фреза 316-10СМ400-10045G 1030; 8 резьбофреза R217.15C120200AK34N 1630.
025	1 фреза R245-80Q27-12М с реж. пластиной R245-12 ТЗ М-РМ 4240; 2 сверло R840-0600-50-A1A 1220; 3 сверло R840-0500-50-A1A 1220; 4 сверло 4.2 2300-7551 ГОСТ 10902-77; 5 сверло А 12220.0х90; 6 метчик Е 003М5.

Расчет режимов резания ведем согласно рекомендациям, представленным в каталогах. Скорость и глубину резания определяем по рекомендациям, а частоту вращения по формуле.

Число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \quad (7)$$

где V – скорость резания, м/мин;

D – диаметр инструмента или заготовки, мм.

$$n = \frac{1000 \cdot 288}{3,14 \cdot 120} = 764 \text{ об/мин.}$$

Результаты вычислений занесем в таблицу 2.10.

Таблица 2.10 – Режимы резания

№ перехода и содержание	Размер обрабатываемой поверхности, мм D или B (L)	Элементы режима резания			
		Глубина резания, t, мм	Подача на оборот, S, мм/об	Частота вращения шпинделя, n, об/мин	Скорость резания, V, м/мин
Операция 003 – Вертикально-фрезерная					
1 установить и закрепить					
2 фрезеровать поверхность 1	160 (160)	2,5	315	315	124
Операция 004 – Вертикально-фрезерная					
1 установить и закрепить					
2 фрезеровать поверхность 2	160 (160)	2,5	315	250	126
Операция 005 – Вертикально-фрезерная					
1 установить и закрепить					
2 фрезеровать поверхность 3	160 (160)	2,5	315	250	126
Операция 006 – Вертикально-фрезерная					
1 установить и закрепить					
2 фрезеровать поверхность 4	160 (160)	2,5	315	250	126
Операция 007 – Вертикально-фрезерная					
1 установить и закрепить					
2 фрезеровать поверхность 5	160 (70)	2,5	315	250	126
Операция 008 – Вертикально-фрезерная					
1 установить и закрепить					
2 фрезеровать поверхность 6	160 (70)	2,5	315	250	126
Операция 010 – Токарно-револьверная с ЧПУ					
1 установить и закрепить					
2 подрезать торец 5	121,6 (61)	1,0	0,3	280	107
3 сверлить отверстие 1	Ø20 (115)	10	0,1	250	16
4 расточить отверстие 8	Ø20 (36)	1,4 (i=3)	0,26	800	50
5 расточить отверстие 7	Ø28,43 (11)	0,75	0,17	700	63
6 расточить фаску 6	32 (5)	2	0,1	630	63

Продолжение таблицы 2.10

№ перехода и содержание	Размер обрабатываемой поверхности, мм D или B (L)	Элементы режима резания			
		Глубина резания, t, мм	Подача на оборот, S, мм/об	Частота вращения шпинделя, n, об/мин	Скорость резания, V, м/мин
7 расточить карман 9 с подрезкой торца	Ø28,43 (15)	1,03	0,26	630	56
8 расточить отверстие 4	Ø20 (6)	2	0,26	900	57
9 расточить отверстие 2	Ø21 (35)	0,5	0,1	800	53
10 развернуть отверстие 2	Ø21 (35)	0,25 (i=2)	0,34	63	4
11 расточить канавку 3	Ø22 (5)	7,5 (i=2)	0,1	400	28
12 расточить 2 фаски 10	22 (5)	1 (i=2)	0,1	500	35
13 нарезать резьбу в отв.8	28,43 (18)		1,5	800	71
Операция 015 – Комплексная на ОЦ с ЧПУ					
1 установить и закрепить					
2 фрезеровать торец 3	80 (210)	1,0	800	915	230
3 центровать отверстие 2	Ø5 (20)	10	70	700	44
4 сверлить отверстие 2	Ø20 (30)	10	500	700	44
5 фрезеровать выточку 1	Ø16 (103,6)	1,1 (i=2)	500	5000	251
6 притупить острую кромку	12 (103,6)	0,5	700	2000	75
Операция 020 – Комплексная на ОЦ с ЧПУ (Установ 1)					
1 установить и закрепить					
2 фрезеровать поверхность 1	80 (164)	1,0	800	915	230
3 фрезеровать поверхность 7	80 (164)	1,0	800	915	230
4 сверлить 2 отверстия 8	Ø13 (30)	6,5 (i=2)	330	3700	151
5 зенковать 2 фаски 6	Ø20 (5)	1,6 (i=2)	70	700	44
6 сверлить отверстие 5	Ø25 (29)	12,5	152	1910	150
7 расточить отверстие 3	Ø27,5 (6)	1,25	0,1	2026	175
8 фрезеровать фаску 2	Ø28,8 (90)	3	200	1658	150
9 фрезеровать фаску 4	Ø27,5 (87)	3	200	1736	150
10 нарезать резьбу в отв. 5	Ø25 (35)	- (i=2)	2	1210	95
Операция 020 – Комплексная на ОЦ с ЧПУ (Установ 2)					
11 установить и закрепить					
12 фрезеровать поверхность 1	Ø80 (164)	1,0	800	915	230
13 фрезеровать поверхность 7	Ø80 (164)	1,0	800	915	230
14 сверлить 2 отверстия 8	Ø13 (30)	6,5 (i=2)	330	3700	151
15 зенковать 2 фаски 6	Ø20 (5)	1,6 (i=2)	70	700	44
16 сверлить отверстие 5	Ø25 (29)	12,5	152	1910	150
17 расточить отверстие 3	Ø27,5 (6)	1,25	0,1	2026	175
18 фрезеровать фаску 2	Ø28,8 (90)	3	200	1658	150
19 фрезеровать фаску 4	Ø27,5 (87)	3	200	1736	150
20 нарезать резьбу в отв. 5	Ø25 (35)	- (i=2)	2	1210	95
21 зачистить контур детали	12 (428)	0,5	500	2520	95
Операция 025 – Комплексная на ОЦ с ЧПУ					
1 установить и закрепить					
2 фрезеровать поверхность 2	80 (140)	1,0	800	915	230
3 фрезеровать поверхность 1	80 (140)	1,0	800	915	230

4 сверлить отверстие 3	Ø6 (29)	3	265	2653	60
------------------------	---------	---	-----	------	----

Окончание таблицы 2.10

№ перехода и содержание	Размер обрабатываемой поверхности, мм D или B (L)	Элементы режима резания			
		Глубина резания, t, мм	Подача на оборот, S, мм/об	Частота вращения шпинделя, n, об/мин	Скорость резания, V, м/мин
5 сверлить отверстие 4	Ø5 (30)	2,5	268	2865	45
6 сверлить 4 отверстия 6	Ø4,2 (19)	4,2 (i=4)	120	1200	16
7 зенковать 4 фаски 7	Ø20 (5)	1,6 (i=4)	70	700	44
8 нарезать резьбу 5	4,2 (25)	- (i=4)	365	455	6

2.9 Выбор оснастки

Выбор технологической оснастки по операциям сведен в таблицу 2.11.

Таблица 2.11 – Технологическая оснастка

Номер операции/ наименование	Приспособление	Вспомогательный инструмент	Измерительный инструмент
003-008 Вертикально-фрезерная	Тиски 7201-0017 ГОСТ 16518-96	Оправка 6222-0040 ГОСТ 13785-68	Штангенциркуль ШЦ II-250-0,1 ГОСТ 166-89
			Штангенциркуль ШЦ II- 250-0,05 ГОСТ 166-89
			Штангенциркуль ШЦ I-125-0,1 ГОСТ 166-89
010 Токарно-револьверная с ЧПУ	Патрон гидравлический 380, кулачки 081714	Державка ВД-1703	Штангенциркуль ШЦ II-250-0,05 ГОСТ 166-89
			Пробка 20 ^{+0,52} РП-1160
			Штангенглубиномер ШГ-250-0,05 ГОСТ 162-90
		Оправка ВД-1587	Штангенциркуль ШЦЦ-I-150-0,01 ГОСТ 166-89
			Калибр-пробка 8133-0946 32 Н9 ГОСТ 14810-69
			Шаблон РШ-8409
		Оправка ВД-1702	Штангенциркуль ШЦЦС 115-20-170-001 ГОСТ 166-89
			Пробка 21 ^{+0,52} РП-1160-01
			Калибр-пробка 8133-0936 22 Н8 ГОСТ 14810-69
			Шаблон РШ-01.0008
			Пробка 8221-3112 30,0x1,5-7Н

Продолжение таблицы 2.11

Номер операции/ наименование	Приспособление	Вспомогательный инструмент	Измерительный инструмент
015 Комплексная на ОЦ с ЧПУ	Тиски GPS.125.200.01	Держатель 402.10.27 SK40-27	Штангенциркуль ШЦ II-250-0,05 ГОСТ 166-89
		Оправка 403.51.20 E1 SK40-d20-A65	
		Редукционная втулка 403.07.02 SK40- МК2	
		Патрон 503.05.16 Whistle Notch SK50/d16	
		Быстрозажимной патрон 403.04.16 SK40-16x63, корпус E12-A16- SS-065	
020 Комплексная на ОЦ с ЧПУ	Тиски GPS.125.200.01	Держатель 402.10.27 SK40-27	Штангенциркуль ШЦ II-250-0,05 ГОСТ 166-89 Пробка 13Н14 РП-1159-70 Пробка 27,5Н11 РП-1077-28 Штангенциркуль ШЦ I-150-0,01 ГОСТ 166-89 Пробка 8221-3102 27,0x2,0-6Н ГОСТ 17758-72
		Оправка 403.51.20 E1 SK40-d20-A65	
		Оправка 403.51.25 E1 SK40-d25-A70	
		Держатель C5-390.140-40.030	
		Патрон быстрозажимной 403.04.10 SK-10x50	
		Патрон быстрозажимной 403.04.16 SK40- 16x63, корпус E10-A16-SS-065	
		Патрон быстрозажимной 403.04.12 SK40- 12x50	

Окончание таблицы 2.11

Номер операции/ наименование	Приспособление	Вспомогательный инструмент	Измерительный инструмент
025 Комплексная на ОЦ с ЧПУ	Тиски GPS.125.200.01	Держатель 402.10.27 SK40-27	Штангенциркуль ШЦ II-250-0,05 ГОСТ 166-89 Пробка 8221-3027 5,0x0,8-6H ГОСТ 17758-72
		Патрон бысторзажимной 403.04.06.S2 SK40-6x160	
		Патрон сверлильный 402.15.13.1 SK40 1-13	
		Оправка 403.51.20 E1 SK40-d20-A65	
		Патрон для метчика 402.16.12 SK40 M3-M14	

2.10 Расчет норм времени на изготовление детали

Определение норм времени на операции производится на основании данных отраслевых нормативов и по рекомендациям. При этом в состав норм входят следующие слагаемые:

Штучно-калькуляционное время:

$$t_{шк} = t_{ш} + \frac{T_{пз}}{n}, \quad (8)$$

где $t_{ш}$ – штучное время, мин;

$T_{пз}$ – подготовительно-заключительное время, мин;

n – размер партии деталей, шт.

Подготовительно-заключительное время включает в себя затраты времени на получение материалов, инструментов, приспособлений, технологической документации, наряда на работу; ознакомление с работой, чертежом; получение инструктажа; установку инструментов, приспособлений,

наладку оборудования на соответствующий режим; снятие приспособлений и инструмента; сдачу готовой продукции, остатков материалов, приспособлений, инструмента, технологической документации и наряда.

Штучное время:

$$t_{ш} = t_{осн} + t_{всп} + t_{обс} + t_{отд}, \quad (9)$$

где $t_{осн}$ – основное время, мин;

$t_{всп}$ – вспомогательное время, мин;

$t_{обс}$ – время на обслуживание рабочего места, мин;

$t_{отд}$ – время на отдых и личные потребности, мин.

Основное время – основное технологическое время, в продолжение которого осуществляется изменение размеров, формы, состояния поверхностного слоя, структуры материала обрабатываемой заготовки. Оно определяется по следующей формуле:

$$t_{осн} = \frac{L_{расч}}{S_m \cdot n} \cdot i, \quad (10)$$

где $L_{расч}$ – расчетная длина;

i – число проходов;

S_m – величина минутной подачи.

Расчетная длина:

$$L = L_o + L_{вр} + L_{пер}, \quad (11)$$

где $L_{вр}$ – величина врезания инструмента, мм;

$L_{пер}$ – величина перебега.

Вспомогательное время определяется как сумма затрат времени на вспомогательные приёмы, сопутствующие основной работе. В состав вспомогательного времени входит время на установку-снятие заготовки, управление станком, смену инструмента, измерение детали.

Оперативное время:

$$t_{оп} = t_{осн} + t_{всп}, \quad (12)$$

Время на обслуживание рабочего места, затрачиваемое на смазывание станка, смену инструмента, удаление стружки, подготовка станка к работе в

начале смены и приведение его в порядок после окончания работы (определяется в процентах от оперативного времени):

$$t_{\text{обс}} = 0,06 \cdot (t_{\text{осн}} + t_{\text{всп}}) = 0,06 \cdot t_{\text{оп}}, \quad (13)$$

Время на отдых и личные потребности (определяется в процентах от оперативного времени):

$$t_{\text{отд}} = 0,04 \cdot (t_{\text{осн}} + t_{\text{всп}}) = 0,04 \cdot t_{\text{оп}}, \quad (14)$$

Расчет норм времени представлен в таблицах 2.12 и 2.13

Таблица 2.12 – Основное и вспомогательное время

Наименование перехода	Основное время, То мин	Вспомогательное время, Тв мин
Операция 003 – Вертикально-фрезерная		
1 установить и закрепить		0,59
2 фрезеровать поверхность 1	0,51	0,9
ИТОГО	0,51	1,49
Операция 004 – Вертикально-фрезерная		
1 установить и закрепить		0,59
2 фрезеровать поверхность 2	0,51	0,9
ИТОГО	0,51	1,49
Операция 005 – Вертикально-фрезерная		
1 установить и закрепить	0,51	0,59
2 фрезеровать поверхность 3	0,51	0,9
ИТОГО	0,51	1,49
Операция 006 – Вертикально-фрезерная		
1 установить и закрепить	0,51	0,59
2 фрезеровать поверхность 4	0,51	0,9
ИТОГО	0,51	1,49
Операция 007 – Вертикально-фрезерная		
1 установить и закрепить		0,59
2 фрезеровать поверхность 5	0,22	1,0
ИТОГО	0,22	1,59
Операция 008 – Вертикально-фрезерная		
1 установить и закрепить		0,59
2 фрезеровать поверхность 6	0,22	1,0
ИТОГО	0,22	1,59
Операция 010 – Токарно-револьверная с ЧПУ		
1 установить и закрепить		0,16
2 подрезать торец 5	0,73	0,02
3 сверлить отверстие 1	4,6	0,02

Продолжение таблицы 2.12

Наименование перехода	Основное время, Т _о мин	Вспомогательное время, Т _в мин
4 расточить отверстие 8	0,52	0,01
5 расточить отверстие 7	0,16	0,01
6 расточить фаску 6	0,08	0,01
7 расточить карман 9 с подрезкой торца	0,09	0,02
8 расточить отверстие 4	0,04	0,01
9 расточить отверстие 2	0,54	0,01
10 развернуть отверстие 2	3,27	0,02
11 расточить канавку 3	0,25	0,02
12 расточить 2 фаски 10	0,2	0,02
13 нарезать резьбу в отверстии 8	0,09	0,02
ИТОГО	10,57	0,35
Операция 015 – Комплексная на ОЦ с ЧПУ		
1 установить и закрепить		0,16
2 фрезеровать торец 3	0,26	0,04
3 центровать отверстие 2	0,14	0,03
4 сверлить отверстие 2	0,06	0,03
5 фрезеровать выточку 1	0,41	0,04
6 притупить острую кромку в отв. 1	0,15	0,02
ИТОГО	1,02	0,32
Операция 020 – Комплексная на ОЦ с ЧПУ		
1 установить и закрепить		0,29
2 фрезеровать поверхность 1	0,2	0,01
3 фрезеровать поверхность 7	0,2	0,00
4 сверлить 2 отверстия 8	0,18	0,01
5 зенковать 2 фаски 6	0,14	0,00
6 сверлить отверстие 5	0,19	0,00
7 расточить отверстие 3	0,03	0,00
8 фрезеровать фаску 2	0,45	0,01
9 фрезеровать фаску 4	0,44	0,00
10 нарезать резьбу в отверстии 5	0,03	0,00
11 переустановить и закрепить деталь		0,16
12 фрезеровать поверхность 1	0,2	0,01
13 фрезеровать поверхность 7	0,2	0,00
14 сверлить 2 отверстия 8	0,18	0,01
15 зенковать 2 фаски 6	0,14	0,00
16 сверлить отверстие 5	0,19	0,00
17 расточить отверстие 3	0,03	0,00
18 фрезеровать фаску 2	0,45	0,00
19 фрезеровать фаску 4	0,44	0,00
20 нарезать резьбу в отверстии 5	0,03	0,00

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

ЮУрГУ-15.04.05.2020.197

Лист

54

Окончание таблицы 2.12

Наименование перехода	Основное время, Т _о мин	Вспомогательное время, Т _в мин
21 зачистить контур детали	0,86	0,00
ИТОГО	4,58	0,50
Операция 025 – Комплексная на ОЦ с ЧПУ		
1 установить и закрепить		0,29
2 фрезеровать поверхность 2	0,17	0,01
3 фрезеровать поверхность 1	0,17	0,01
4 сверлить отверстие 3	0,11	0,01
5 сверлить отверстие 4	0,1	0,01
6 сверлить 4 отверстия 6	0,63	0,02
7 зенковать 4 фаски 7	0,29	0,02
8 нарезать резьбу 5	0,27	0,02
9 зачистить заусенцы		0,20
ИТОГО	1,74	0,59

Таблица 2.13 – Нормы времени в целом на операцию

№ операции	Основное время на операцию, <i>t_о</i> , мин.	Вспомогательное время на операцию, <i>t_в</i> , мин.	Оперативное время, <i>t_{оп}</i> , мин.	Время на обслужива ние, <i>t_{обс}</i>		Время на отды <i>t_{отд.л.}</i>		Штучное время, <i>t_{шт}</i> , мин.	Подготовительно-заключительное время на партию, <i>T_{пз}</i> , мин	Величина партии, шт.	Штучно-калькуляционное время, <i>t_{шк}</i> , мин
				%	мин.	%	мин.				
003	0,51	1,49	2	6	0,12	4	0,08	2,2	10	98	2,3
004	0,51	1,49	2	6	0,12	4	0,08	2,2	10	98	2,3
005	0,51	1,49	2	6	0,12	4	0,08	2,2	10	98	2,3
006	0,51	1,49	2	6	0,12	4	0,08	2,2	10	98	2,3
007	0,22	1,59	1,81	6	0,11	4	0,06	1,98	10	98	2,08
008	0,22	1,59	1,81	6	0,11	4	0,06	1,98	10	98	2,08
010	10,57	0,35	10,92	6	0,66	4	0,44	12,02	39,8	98	12,43
015	1,02	0,32	1,34	6	0,08	4	0,05	1,47	39,8	98	1,88
020	4,58	0,50	5,08	6	0,30	4	0,20	5,58	49,8	98	6,09
025	1,74	0,59	2,33	6	0,14	4	0,09	2,56	40,8	98	2,98
ИТОГО											36,74

Выводы

1 произведен расчет количества деталей в партии для одновременного выпуска. При массе детали 3,5 кг и серийном типе производства партия составляет 98 корпусов предохранительного клапана, с периодичностью запуска в 5 дней, при количестве 254 рабочих дней в году.

2 учитывая форму детали, материал, объем выпуска наиболее рациональным способом получения заготовки определена штамповка на ГКМ.

3 в качестве технологических баз выбраны торцевые поверхности детали: на черновой операции заготовка устанавливается в тиски, на 010 операции в четырехкулачковый патрон, на всех последующих операциях обработка детали производится в тисках. Что является достоинством т.к не требуется разрабатывать специальное приспособление, либо создавать искусственные базы;

4 маршрутная технология включает в себя пять операций механической обработки, что является положительным для сложной корпусной детали, т.к количество операций зависит от величины изготавливаемой партии деталей, их сложности и количества используемых станков.

5 в разработанном технологическом процессе используется три вида оборудования: вертикально-фрезерный консольный станок VM127M, токарно-револьверный центр с ЧПУ LTC-30BP, вертикально-фрезерный центр с ЧПУ VF-2BHE. Для изготовления детали не требуется специальная технологическая оснастка и инструмент.

					ЮУрГУ-15.04.05.2020.197	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		56

3 ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКИХ РЕЗУЛЬТАТОВ РАЗРАБОТАННОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

При разработке технологического процесса изготовления детали учитывается экономическая эффективность процесса и для внедрения в производство рекомендуется тот вариант, который дает наибольшую эффективность. Основными показателями оценки экономической эффективности внедрения новой технологии являются:

- 1 капитальные вложения;
- 2 себестоимость продукции;
- 3 сроки окупаемости капитальных вложений и коэффициент эффективности;
- 4 производительность труда (выработка продукции на одного работающего).

Для того чтобы получить ответ об эффективности того или иного технологического процесса, необходимо сравнить его с базовым. При разработке нового технологического процесса, для того чтобы оценить насколько он прогрессивен, за базу для сравнения следует принимать лучшие процессы, внедренные на отечественных и зарубежных предприятиях. Наиболее эффективным является тот процесс, внедрение которого требует наименьших капитальных затрат и обеспечивает при этом наименьшую себестоимость [17].

3.1 Определение величины капитальных вложений

Капитальные вложения – это стоимость основных фондов. При внедрении нового технологического процесса капитальные вложения – это затраты на приобретение оборудования и изготовление оснастки. Данные затраты определяются по калькуляции затрат. Капитальные вложения исчисляются исходя из годового выпуска продукции по внедряемому варианту. Таким образом, если предусматривается увеличение выпуска продукции в результате внедрения новой технологии, к величине имеющихся капитальных

					ЮУрГУ-15.04.05.2020.197	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		57

вложений базового варианта добавляют сумму капитальных вложений, которую необходимо затратить на пополнение основных фондов для обеспечения возросшего выпуска продукции при существующих условиях работы.

Для расчета экономической эффективности необходимо в конечном итоге определить дополнительные капитальные вложения, представляющие собой разность капитальных вложений по сравниваемым вариантам, исчисленным исходя из годового выпуска продукции по внедряемому варианту [17].

3.2 Определение себестоимости продукции внедряемого технологического процесса

Изменение себестоимости изготовления детали в результате внедрения нового технологического процесса определяется сравнением себестоимости единицы продукции по базовому и внедряемому вариантам. Полная себестоимость продукции, включающая все статьи, определяется в том случае, если новые технологические процессы внедряются в масштабе целого цеха. На промежуточных операциях и работах, когда внедрение нового технологического процесса, оборудования, оснастки отражается не на всех статьях затрат, а лишь на некоторых из них, следует определять величину изменения себестоимости только по тем статьям, которые изменяются в сравниваемых вариантах [17].

При определении экономии производственной заработной платы трудоемкость по предлагаемому варианту должна быть сопоставлена с фактической трудоемкостью по действующему технологическому процессу. Производственная заработная плата определяется на основе тарифных ставок с учетом премий сдельщиков и дополнительной заработной платы. На участках с повременной оплатой труда экономия заработной платы определяется исходя из разницы фондов заработной платы основных и вспомогательных рабочих участка базового и внедряемого вариантов. Изменение затрат по накладным расходам определяется только прямым

					ЮУрГУ-15.04.05.2020.197	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		58

расчетом по отдельным статьям сравниваемых вариантов. Если вследствие внедрения нового варианта обработки достигается рост объема производства, то определяется относительная экономия условно-постоянной части накладных расходов по формуле: (15)

$$\mathcal{E}_o = N_y \cdot \frac{B_2 - B_1}{B_1} = N_y \cdot k_B,$$

где k_B – годовая сумма условно-постоянной части накладных расходов, руб.;

B_2 – объем производства по внедряемому варианту, в натуральных единицах. Принимается по государственному плану второго года после внедрения мероприятия;

B_1 – объем действующего производства, в натуральных единицах;

$k_B = \frac{B_2 - B_1}{B_1}$ – коэффициент прироста выпуска.

При определении изменения себестоимости продукции в результате внедрения мероприятия следует учитывать изменение затрат также и на смежных участках. Ниже приводятся формулы и некоторые данные для расчета тех статей себестоимости, которые подвергаются изменениям в результате внедрения нового технологического процесса.

Заработная плата основных рабочих с начислениями:

$$C_{o.p} = \frac{t_{шт} \cdot B}{60} \cdot C_{ч.с} \cdot k_H \cdot k_{д.з}, \quad (16)$$

где B – объем производства, в натуральных единицах;

$C_{ч.с}$ – часовая ставка рабочего соответствующего разряда, руб./ч;

k_H – коэффициент, учитывающий отчисления в фонд соцстрахования;

$k_{д.з}$ – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату основных рабочих.

Амортизационные отчисления от стоимости технологического оборудования. Годовые амортизационных отчислений берутся в процентах от стоимости оборудования.

Затраты на ремонт оборудования охватывают все виды затрат на ремонт оборудования, предусмотренного системой плановопредупредительного

ремонта. Величина затрат устанавливается в процентах от стоимости оборудования с учетом группы ремонтной сложности основной части оборудования.

Затраты на силовую электроэнергию, расходуемую при обработке на данной операции годового объема деталей, руб.

$$C_{\text{Э}} = N_{\text{у}} \cdot \frac{1}{\eta_{\text{д}}} \cdot k_{\text{м}} \cdot k_{\text{в}} \cdot C_{\text{кВт}\cdot\text{ч}} \cdot F_{\text{д}} \cdot k_{\text{з}}, \quad (17)$$

где $N_{\text{у}}$ – установленная мощность электродвигателей, кВт;

$\eta_{\text{д}}$ – средний коэффициент полезного действия двигателей;

$k_{\text{м}}$ – коэффициент использования мощности электродвигателей;

$k_{\text{в}}$ – коэффициент использования двигателей по времени;

$C_{\text{кВт}\cdot\text{ч}}$ – стоимость одного киловатт-час, руб;

$F_{\text{д}}$ – действительный фонд времени работы оборудования;

$k_{\text{з}}$ – средний коэффициент загрузки оборудования изготовления детали на данной операции.

Коэффициент использования мощности электродвигателей учитывает фактический расход мощности, затрачиваемой на полезную и холостую работу оборудования. Он равен отношению затрачиваемой мощности к мощности электродвигателя и определяется расчетом при установлении режимов резания или определяется опытным путем. Величина коэффициента использования мощности электродвигателя колеблется в зависимости от типоразмера и характера выполняемой на нем работы. Коэффициент использования электродвигателя по времени зависит от типа производства, типоразмера оборудования, характера выполняемой работы и уровня технологии. Приблизительно он может быть определен из отношения машинного времени к штучному.

Затраты по оснастке ($C_{\text{осн}}$), приходящиеся на операцию, включают в себя расходы на амортизацию, ремонт и восстановление, а также на заточку режущего инструмента и штампов. Затраты по оснастке могут определяться исходя из ее стоимости и срока службы или на основе приближенных норм

					ЮУрГУ-15.04.05.2020.197	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		60

стоимости эксплуатации оснастки на один станко-час работы оборудования [18].

3.3 Определение сроков окупаемости и коэффициентов сравнительной экономической эффективности

Срок окупаемости $T_{ок}$ и коэффициент сравнительной экономической эффективности E дополнительных капитальных вложений на внедрение новой техники определяются по формулам:

$$T_{ок} = \frac{K_2 - K_1}{C_1 - C_2}, \quad (18)$$

$$E = \frac{C_1 - C_2}{K_2 - K_1} = \frac{1}{T_{ок}}, \quad (19)$$

где K_1 и K_2 – капитальные вложения по базовому и внедряемому вариантам, руб;

C_1 и C_2 – себестоимость годовой продукции по базовому и внедряемому вариантам, руб;

Полученные в результате расчета $T_{ок}$ и E сравниваются с нормативными. Для машиностроения временно установлены: нормативный срок окупаемости $T_{окн}$, равный от 3 до 5 лет, а нормативный коэффициент эффективности E_n – от 0,33 до 0,2. Экономически эффективным будет мероприятие со сроками окупаемости не более нормативных. Сумма годового экономического эффекта, или годовая экономия определяется по формуле:

$$\mathcal{E} = (C_1 + E_n \cdot K_1) - (C_2 + E_n \cdot K_2). \quad (20)$$

3.4 Расчет экономической эффективности механической обработки корпуса предохранительного клапана

Обработка корпуса предохранительного клапана производится на следующем оборудовании:

- 1 вертикально-фрезерный консольный станок ВМ127М (1 659 100 руб);
- 2 токарно-револьверный центр с ЧПУ LTC-30BP (7 823 500 руб);
- 3 вертикально-фрезерный центр с ЧПУ VF-2ВНЕ (4 624 500 руб).

Металлообрабатывающие станки – пятая амортизационная группа, срок полезного использования 7–10 лет. Механическая обработка корпуса предохранительного клапана не требует специальной технологической оснастки и инструмента.

При расчетах за базовый вариант принимается обработка корпуса предохранительного клапана у отечественного изготовителя подобных корпусов. Основные исходные данные для расчета по вариантам капитальных вложений и себестоимости детали приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Исходные данные для расчета по вариантам капитальных вложений и себестоимости детали

Показатели	Единица измерения	Условные обозначения	Базовый вариант	Внедряемый вариант
Годовой выпуск продукции	шт.	В	5000	5000
Действительный годовой фонд времени работы оборудования в две смены	ч/год	F _д	3950	3950
Штучное время	мин	t _{шт}	38,56	34,39
Разряд работы	–	–	3	3
Часовая ставка	руб.	C _{ч.с.}	186,20	159,57
Количество рабочих, обслуживающих единицу оборудования	–	–	1	1
Установленная мощность электродвигателей	кВт	N _у	64	52
Коэффициент полезного действия электродвигателей	–	η _д	0,95	0,95
Коэффициент использования мощности электродвигателя	–	k _м	0,7	0,9
Коэффициент использования двигателя по времени	–	k _в	0,6	0,7
Стоимость одного киловатт-часа	руб	C _{кВт·ч}	4,17	3,89
Коэффициент, учитывающий отчисления в соцстрахование	–	k _н	1,083	1,066
Коэффициент, учитывающий дополнительную заработную	–	k _{д.з}	1,19	1,12

плату основных рабочих				
------------------------	--	--	--	--

Количество потребного оборудования определяется расчетом:

$$O_p = \frac{t_{шт} \cdot B}{F_d \cdot 60}, \quad (21)$$

Отсюда определяем коэффициент загрузки оборудования:

$$k_з = \frac{O_p}{O_n}, \quad (22)$$

где O_n – принятое количество станков, шт.

Базовый технологический процесс:

$$O_p = \frac{38,56 \cdot 5000}{3950 \cdot 60} = 0,81,$$

$$k_з = \frac{0,81}{4} = 0,20.$$

Внедряемый технологический процесс:

$$O_p = \frac{34,39 \cdot 5000}{3950 \cdot 60} = 0,73,$$

$$k_з = \frac{0,73}{3} = 0,24.$$

3.4.1 Расчет капитальных вложений по вариантам

Необходимые капиталовложения по вариантам определяются из вложений в оборудование и оснастку. Оборудование, имеющееся в цехе, оценивается по его балансовой стоимости. Стоимость вновь приобретаемого оборудования определяется по прейскурантам плюс транспортно-заготовительные расходы и расходы на монтажные работы [18].

Стоимость оснастки определяется по заводским данным. Величины необходимых капитальных вложений в оборудование и оснастку приведены в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Суммарная величина капитальных вложений

Элементы капитальных вложений	Сумма капитальных вложений, руб.	
	Базовый вариант	Внедряемый вариант
В станки	13 670 520	14 107 100

В оснастку	–	–
Всего	13 670 520	14 107 100

3.4.2 Расчет технологической себестоимости операции механической обработки

При расчете технологической себестоимости операции определяются затраты только по изменяемым статьям калькуляции. В результате внедрения нового технологического процесса изменяются следующие основные элементы текущих затрат:

- 1 заработная плата производственных рабочих с начислениями;
- 2 амортизационные отчисления;
- 3 содержание и ремонт оборудования;
- 4 на силовую электроэнергию;
- 5 на износ оснастки.

Расчет себестоимости проведен в таблице 3.3.

Таблица 3.3 – Расчет технологической себестоимости операции

Наименование затрат	Базовый вариант	Внедряемый вариант	Изменение (уменьшение «-», увеличение «+»)
Заработная плата основных рабочих (с начислениями), руб: Базовый технологический процесс: $C_{o,p} = \frac{38,56 \cdot 5000}{60} \cdot 186,20 \cdot 1,083 \cdot 1,19$ Внедряемый технологический процесс: $C_{o,p} = \frac{34,39 \cdot 5000}{60} \cdot 159,57 \cdot 1,066 \cdot 1,12$	771 100,30	545 980,84	- 225 119,46
Амортизационные отчисления, руб. Годовая норма амортизации = $\frac{100\%}{8} = 12,5\%$	1 708 815,00	1 763 387,5	+ 54 572,50
Затраты на ремонт оборудования (4,5%), руб,	615 173,40	634 819,50	+ 19 646,10
Затраты на силовую электроэнергию, руб: Базовый технологический процесс: $C_э = 64 \cdot \frac{1}{0,95} \cdot 0,7 \cdot 0,6 \cdot 4,17 \cdot 3950 \cdot 0,31$	144 477,59	127 168,11	- 17 309,48

Внедряемый технологический процесс: $C_3 = 52 \cdot \frac{1}{0,95} \cdot 0,9 \cdot 0,7 \cdot 3,89 \cdot 3950 \cdot 0,24$			
---	--	--	--

Окончание таблицы 3.3

Наименование затрат	Базовый вариант	Внедряемый вариант	Изменение (уменьшение «-», увеличение «+»)
Затраты по оснастке, руб.	73 568,46	67 250,78	- 6 317,68
Суммарная величина технологической себестоимости С1 и С2	3 313 134,75 (662,63* за шт)	3 138 606,73 (627,72 за шт)	- 174 528,02

* Стоимость без учета наценки и транспортных расходов

Расчет экономической эффективности приведен в таблице 3.4.

Таблица 3.4 – Расчет экономической эффективности

Наименование затрат	Базовый вариант	Внедряемый вариант	Изменение (уменьшение «-», увеличение «+»)
Капитальные вложения (К1 и К2), руб.	13 670 520	14 107 100	+ 436 580
Текущие затраты (С1 и С2), руб.	3 313 134,75	3 138 606,73	- 174 528,02

Расчетный срок окупаемости дополнительных капитальных вложений.

$$T_{\text{ок}} = \frac{K_2 - K_1}{C_1 - C_2} = \frac{14\,107\,100 - 13\,670\,520}{3\,313\,134,75 - 3\,138\,606,73} = \frac{436\,580}{174\,528,02} = 2,5.$$

Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений показывает экономическую эффективность перевода изготовления корпуса предохранительного клапана на собственное производство.

Сумма годового экономического эффекта

$$\begin{aligned} \mathcal{E} &= (C_1 + E_n \cdot K_1) - (C_2 + E_n \cdot K_2), \\ \mathcal{E} &= 7\,824\,406,35 - 7\,793\,949,73 = 30\,456,62. \end{aligned}$$

Выводы

1 произведена калькуляция затрат ВКР, рассчитана себестоимость работы;

2 произведен расчёт чистой прибыли от внедрения результатов ВКР, которая составляет 174 528,02 рублей;

3 определены факторы экономии от внедрения технологического процесса:

– снижение непредвиденных финансовых потерь на 1,7 % в результате предотвращения и минимизации последствий брака;

– повышение производительности труда рабочих на 1,4 % вследствие внедрения технологического процесса;

4 срок окупаемости капитальных вложений, составляет 2,5 года. За данный период отрицательные значения накопленной денежной наличности полностью компенсируются ее положительными значениями. За пределами этого периода экономический эффект положительный и в дальнейшем остается неотрицательным.

					ЮУрГУ-15.04.05.2020.197	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		66

4 РАЗРАБОТКА СТАНДАРТНОЙ ОПЕРАЦИОННОЙ ПРОЦЕДУРЫ СБОРКИ УЗЛА «КЛАПАН ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫЙ»

В последние несколько лет в России появляется все больше промышленных предприятий, использующих методы управления качеством, основанные на принципах бережливого производства. Исторические предпосылки для этого существовали давно, но по причинам невысокого экономического и культурного уровня развития страны не могли найти широкое применение. Сейчас производственные отрасли России направляют взгляды на западные предприятия, которые используют методы управления, основанные на бережливом производстве. Бережливые технологии западные компании заимствовали у японских предприятий и пытаются внедрить их на своих производственных мощностях.

Название системы говорит о том, что бережливое производство – это инструмент для применения в производственном цехе, предназначенный для усовершенствования производства.

4.1 Анализ состояния вопроса по изученности

Впервые основные идеи бережливого производства были предложены еще Генри Фордом в двадцатые годы прошлого столетия, однако, в полном объеме их реализацией занялся Тайити Оно. В 1950 году им была создана производственная система компании «Toyota», известная как «Toyota Production System – TPS». Она не потеряла своей актуальности и по сей день, и кроме того, инструменты и принципы данной производственной системы нашли отражение и в ее американском варианте, именуемом «Lean Production».

Тайити Оно было выделено семь видов потерь:

- 1 потери времени из-за ожиданий;
- 2 потери из-за перепроизводства;
- 3 при ненужной транспортировке;
- 4 при ненужных стадиях обработки;
- 5 из-за ненужных запасов;

					ЮУрГУ-15.04.05.2020.197	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		67

- 6 из-за лишних движений и перемещений;
- 7 при выпуске бракованной продукции [19].

Внедрение и освоение ЛИН-технологий в производстве дает ряд преимуществ, к которым можно отнести:

- 1 снижение потерь производства;
- 2 снижение себестоимости продукции;
- 3 повышение производительности при уменьшении трудозатрат;
- 4 повышение качества продукции;
- 5 увеличение доходности.

Для внедрения концепции бережливого производства используют следующие основные инструменты:

- 1 поставки точно во время (система «Just in Time»);
- 2 система вытягивания и работа под заказ (система «Kanban»);
- 3 быстрая переналадка оборудования (SMED);
- 4 система всеобщего ухода за оборудованием (система TPM);
- 5 упорядочение (система 5S);
- 6 защита от ошибок («Рока-юке»);
- 7 стандартные операционные процедуры (SOP);
- 8 повышение качества (система «Kaizen»).

Одним из инструментов совершенствования производственного процесса с целью снижения издержек, является стандартная операционная процедура (СОП). Для достижения необходимого уровня качества, очередности работ, результативности и производительности должна быть разработана документация, регламентирующая весь процесс производства. Ответ на вопрос «как это выполнить?» дают обычные операционные процедуры. Кроме того, они отвечают и на вопрос: «как это выполнялось ранее?». Так как вербальные модели операций и процессов со временем забываются и искажаются, значимость документирования сложно переоценить. Создание базы данных стандартных операций также дает возможность выяснить, как процессы

осуществлялись ранее, и что изменилось, что гарантирует продуктивный обмен данными внутри и между разными уровнями управления фирмы [20].

В стандартах ISO 9001 заложено непрерывное развитие организации и улучшение технологических процессов как в интересах потребителей, так и в интересах производителей.

Среди факторов, формирующих систему управления качеством, существенную часть составляет правильная документация. Четкая и однозначная для понимания составленная документация уменьшает возможность ошибок, неизбежных при устной передаче информации, и позволяет отслеживать всю последовательность необходимых действий [20]. Документами, определяющими правила выполнения конкретных процессов и последовательность их осуществления, являются стандартные операционные процедуры (СОП). СОП есть не что иное, как создание модели выполняемого процесса, алгоритма правильности выполнения процессов для облегчения понимания установленных требований и демонстрации их постоянного соблюдения [21].

Стандарты различного уровня устанавливают критерии и индикаторы, обеспечивающие качество проведения рабочих процессов на предприятии, отвечая на вопрос – что нужно делать правильно. Однако стандарты не отвечают на второй вопрос обеспечения качества – как нужно делать правильно, когда, где и кому. На эти вопросы отвечают документы иного уровня и иной структуры. Такие документы принято называть стандартные операционные процедуры (СОП).

Стандартные операционные процедуры (СОП/SOP/Standard Operation Procedures) – это документально оформленный набор инструкций или пошаговых действий, которые надо осуществить, чтобы выполнить ту или иную работу. СОП делает процесс работы и его результаты последовательными, согласованными, предсказуемыми и воспроизводимыми. Несомненны преимущества, достигаемые при применении СОП: чёткое распределение задач по компетенции, обеспечение качества и логической

					ЮУрГУ-15.04.05.2020.197	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		69

последовательности действий, СОП полезны для обучения нового персонала, служат в качестве справочника для проверки на соответствие, дают возможность чётко работать персоналу в отсутствие руководства.

СОП – это документ, где записаны применяемые на предприятии процедуры и отражена его политика. В целом СОПы должны быть краткими, четкими, конкретными, желательно их представление в табличной форме или в виде схем и алгоритмов с минимальным объемом текстовой части.

Так же СОП применяются на предприятиях с внедренной системой менеджмента качества по международному стандарту ISO 9001 [22].

СОП – документ, отвечающий на вопросы:

- 1 как делать правильно;
- 2 когда необходимо выполнять то или иное действие;
- 3 где и кому необходимо выполнять определённую работу;
- 4 с помощью каких инструментов, приспособлений и каких данных необходимо выполнить данную работу;
- 5 каким образом контролировать и регистрировать выполнение работы.

Таким образом, СОП – внутренняя документально оформленная инструкция по выполнению рабочих процедур, детально описывающая и регламентирующая чёткую последовательность выполнения каких-либо операций. СОП оформляется по единому шаблону, принятому в компании, согласовывается всеми участниками процедуры, утверждается генеральным директором или уполномоченным лицом. После введения в действие документа необходимо следить за изменениями процедуры и документальным оформлением этих изменений. Как правило, СОПы распространяют своё действие на 1-2 подразделения и относятся к определенной узкой сфере деятельности.

Требования по количеству СОПов не регламентированы, организация вправе самостоятельно определить приемлемое количество процедур и описать их. Как и все регламентирующие документы, СОПы должны быть краткими, четкими, конкретными. Оформлять СОПы можно как в виде текста, так и в

					ЮУрГУ-15.04.05.2020.197	Лист
						70
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

табличной форме или в виде схем и алгоритмов (предпочтительно) с минимальным объемом текстовой части [23].

В первую очередь необходимо определить область применения данной СОП, указать ее предназначение и затем перейти непосредственно к описанию алгоритма действий. Область применения документа является одним из очень важных разделов, и к его написанию важно подойти неформально [24].

СОПы должны соответствовать некоторым требованиям:

1 простота. Всё должно быть описано как можно проще и яснее. Документ должен быть прочитан, понят и запомнен;

2 действия должны быть расписаны по шагам (шаг 1, шаг 2) и условиям (если... то..., когда... тогда...);

3 по максимуму нужно использовать фотографии и рисунки, примеры «правильно» и «неправильно»;

4 нужная справочная информация должна быть удобна для поиска и использования;

5 если документ принят, нужно жестко требовать его исполнения. Если он неверно написан, то его исполнение вызовет возмущение и необходимость корректировки;

6 в тексте нужно объяснять, почему возникло требование и зачем его нужно выполнять. Можно также описать типичные проблемы, которые вызывает неисполнение;

7 документ должен быть актуальным. Как только что-то изменилось, это сразу должно отражаться в СОП. Сотрудник, который увидел противоречие реальности и инструкции должен сразу об этом сообщить, а тот, кто пишет регламент – внести правки;

8 до начала работы по регламенту нужно обучить людей и убедиться, что они его поняли. Для выявления всех шероховатостей определите переходный период, нужный для проверок и отладки. Документ должен быть доступен на рабочем месте и во время тестирования, и после него. Например, в

					ЮУрГУ-15.04.05.2020.197	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		71

цеху он может быть заламинирован и закреплен над постом или недалеко от станка;

9 документ должен иметь ясную и типовую для компании структуру. Ссылки на другие документы должны регулярно проверяться;

10 регламент не должен препятствовать достижению общих целей компании [25].

Удобно, если СОП составлены по стандартной форме, так чтобы персонал мог легко разобраться в том, как организовано содержание. Составляя СОП, следует помнить о следующем. Прежде всего, важно оценить научную обоснованность процедуры. Затем включите в описании процедуры все этапы и детали, поясняющие правильное ее выполнение. В СОП должны содержаться ссылки на все относящиеся к делу отдельно описанные процедуры. И, наконец, необходимо создать механизм регулярного обновления СОП [26].

Основная задача всех СОП – их применение на практике, а также постоянный мониторинг, контроль за актуальностью информации, изложенной в документе. Формирование и повсеместное использование ясных, четких, правильно и подробно составленных, отвечающих современному развитию бизнеса стандартных операционных процедур может стать гарантией четкой работы, логической последовательности действий и одним из действенных элементов системы управления качеством производства.

4.2 Разработка СОП сборки узла «Клапан предохранительный» для условий предприятия ОАО «ЧМЗ»

Разработанный вариант стандартной операционной процедуры представлен в приложении Б.

Выводы

1 анализ литературы показал, что внедрение СОПов широко распространено в медицине, как по всему миру, так и в России. Медицина не

					ЮУрГУ-15.04.05.2020.197	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		72

прощает ошибок, а СОП – это инструмент, который помогает не допускать ошибок;

2 все больше российских промышленных предприятий, сертифицированных по международному стандарту ISO 9001, внедряют СОПы для достижения необходимого уровня качества, очередности работ, результативности и производительности;

3 разработанный СОП сборки узла «клапан предохранительный» – это алгоритм выполнения процесса сборки для облегчения понимания установленных требований и демонстрации их постоянного соблюдения;

4 разработанный СОП полезен для обучения нового персонала, служит в качестве справочника для проверки на соответствие, дает возможность чётко работать персоналу в отсутствие руководства.

					ЮУрГУ-15.04.05.2020.197	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		73

ЗАКЛЮЧЕНИЕ И ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы, достигнута цель, заключающаяся в разработке технологического процесса детали «корпус предохранительного клапана» и во внедрении на предприятие метода менеджмента качества – стандартная операционная процедура (СОП) сборочной операции узла «клапан предохранительный». Для достижения поставленной цели, были выполнены следующие задачи: изучен узел изделия, его служебное назначение и условия эксплуатации; разработан технологический процесс изготовления детали «корпус предохранительного клапана»; оценены экономические результаты разработанного технологического процесса; проведен анализ состояния вопроса по внедрению стандартных операционных процедур (СОП) на машиностроительных предприятиях, разработана стандартная операционная процедура (СОП) сборки узла «клапан предохранительный».

При изучении служебного назначения узла «клапан предохранительный», установлено что он служит для защиты гидрораспределителя и гидрооборудования автокранов разных производителей, в том числе и автокранов производства ОАО «ЧМЗ». Изучена классификация предохранительных клапанов и принцип действия. Комплектовочная карта узла «клапан предохранительный» включает в себя 10 позиций, среди которых корпус предохранительного клапана является базовой деталью, служащей для размещения остальных позиций клапана и обеспечивающей точность относительного положения как в статике, так и в процессе работы машины под нагрузкой.

При выполнении работы, решена актуальная задача для предприятия ОАО «ЧМЗ» – разработан технологический процесс изготовления детали «корпус предохранительного клапана», т.к. возросшие требования к эксплуатационным характеристикам автокранов российского производства привели к отказу предприятия от закупки части комплектующих изделий гидравлического оборудования и переходу на собственное производство. С

					ЮУрГУ-15.04.05.2020.197	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		74

учетом условий производства проведен анализ технологичности детали. Исходя из минимальной себестоимости, выбрана заготовка и метод её получения. Разработана маршрутная технология обработки детали, выбрано оборудование, режущий инструмент и оснастка. Произведен расчет режимов резания и расчет норм времени на изготовление детали. Оформлен комплект документов на проектный технологический процесс механической обработки детали «корпус предохранительного клапана».

Проведено экономическое обоснование разработанного технологического процесса. Себестоимость изготовления корпуса у поставщика 662 руб. 63 коп. Закупочная цена для ОАО «ЧМЗ» с учетом наценки и транспортных расходов, составляла 845 рублей. При переходе на собственное производство корпусов, его себестоимость составляет 627 руб. 72 коп. Изготовление корпуса предохранительного клапана на ОАО «ЧМЗ» не требует дополнительных капитальных вложений, т.к. технологический процесс разработан с учетом имеющегося оборудования. Чистая прибыль от перехода на собственное изготовление корпусов предохранительного клапана составляет 174 530 руб. за один производственный год.

В ходе выполнения работы, разработана стандартная операционная процедура сборки узла «клапан предохранительный». СОП – инструмент менеджмента качества, для применения в производственном цехе, предназначенный для усовершенствования производства. В связи с переводом части гидравлики на собственное производство, количество сборочных операций мелких узлов, например, таких как: предохранительный клапан, гидрозамок, гидрошарнир, заметно возросло. Внедрение на ОАО «ЧМЗ» СОПов позволило уменьшить материальные и временные потери, связанные с ошибкой рабочего при сборке мелких узлов.

По результатам работы сформулированы общие выводы:

1 при выполнении первой задачи установлено, что клапан предохранительный – это обязательный элемент гидросистемы, функционирующей под высоким давлением;

					ЮУрГУ-15.04.05.2020.197	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		75

2 в результате выполнения второй задачи, разработан технологический процесс изготовления детали «корпус предохранительного клапана»;

3 в ходе решения третьей задачи оценен экономический эффект от внедрения технологического процесса изготовления «корпуса предохранительного клапана». Экономические расчеты показали целесообразность внедрения в производственную практику предлагаемых технических решений;

4 в ходе выполнения четвертой задачи, разработана стандартная операционная процедура сборочной операции узла «клапан предохранительный»;

5 разработанный технологический процесс и СОП операции сборки приняты к использованию на предприятии ОАО «ЧМЗ» г. Челябинск (акт внедрения результатов выпускной квалификационной работы от 03.06.2020).

Все задачи ВКР решены, поставленная цель достигнута.

					ЮУрГУ-15.04.05.2020.197	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		76

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1 Башта, Т.М. Гидравлика, гидромашины и гидроприводы: учебник для машиностроительных вузов / Т.М. Башта, С.С. Руднев, Б.Б. Некрасов. – 2-е изд. – М.: Машиностроение, 1982. – 423с.

2 Гавриленко, Б.А. Гидравлический привод / Гавриленко Б.А., Минин В.А., Рождественский С.Н. – М.: Машиностроение, 1968 – 502 с.

3 У-ТБ-09-90. Книга 1. Указания по выбору, расчету и установке предохранительных клапанов. – М.: отдел техники безопасности ВНИПИНефть, 2013. – 20 с.

4 Маталин, А. А. Технология машиностроения : учебник для вузов / А. А. Маталин. – 3-е изд. – СПб.: Лань, 2010. – 254 с.

5 Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с числовым программным управлением. Часть I. Нормы времени. – М.: Изд. Экономика, 1990. – 473 с.

6 Технология машиностроения: учебное пособие. В.Л. Кулыгин, В.И. Гузеев, И.А. Кулыгина. – Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2008. – Ч. 1. – 93с.

7 Ковка и штамповка: справочник в 4-х томах / под ред. Е.И. Семенова – М.: Машиностроение, 1987. – 342 с.

8 Кувалдин, Ю. И. Расчет припусков и промежуточных размеров при обработке резанием: учебное пособие для практических занятий, курсовых и дипломного проектирования / Ю. И. Кувалдин, В. Д. Перевощиков. – Киров: Изд. ВятГУ, 2008. – 163 с.

9 Справочник технолога-машиностроителя: в 2 т. / под ред. А. Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1985. – 496 с.

10 Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с числовым программным управлением. Часть II. Нормативы режимов резания. – Москва: Изд. Экономика, 1990. – 473 с.

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ЮУрГУ-15.04.05.2020.197					77

11 Нефедов, Н.А. Сборник задач и примеров по резанию металлов и режущему инструменту: учебное пособие для техникумов по предмету «Основы учения о резании металлов и режущий инструмент» / Н.А. Нефедов, К.А. Осипов. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: «Машиностроение», 1990. – 448с.

12 Батуев, В.В. Автоматизация производственных процессов в машиностроении учебное пособие по выполнению курсового проекта / В.В. Батуев. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2015. – 39 с.

13 Батуев, В.В. Оформление технологической документации: учебное пособие / В.В. Батуев. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2015. – 50 с.

14 VM127M станок консольно-фрезерный вертикальный. – http://stanki-katalog.ru/sprav_vm127m.htm.

15 LTC-30BP токарно-револьверный центр с ЧПУ. – http://stanki-katalog.ru/sprav_ltc-30vp.htm.

16 Фрезерные станки и обрабатывающие центры с ЧПУ фирмы HAAS. – <https://www.abamet.ru/catalog/metallorzhushhie/frezernye-chpu/#catalog-bt>.

17 Выварец А.Д. Экономика предприятия: учебник / А.Д. Выварец. – М.: ЮНИТИДана, 2012. – 543 с.

18 Кравченко, В.Н. Диагностика и оценка эффективности основной деятельности предприятия / В.Н. Кравченко, А.Ю. Лысенко. – М.: Экономика промышленности, 2010. – 579 с.

19 Тайити, Оно. Производственная система Тойоты. Уходя от массового производства [Текст]: пер. с англ. / Оно Тайити. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Институт комплексных стратегических исследований, 2008. – 208 с.

20 Скударь, Г. М. Путь к снижению затрат и повышению качества: учеб. пос. / Г. М. Скударь. – Краматорск, 2009. – 57 с.

21 Чукреева, Н.В. Методический подход к созданию модели управления качеством процессов товародвижения лекарственных средств. Современная медицина и фармацевтика: анализ и перспективы развития: материалы VIII международной научно-практической конференции / Н.В. Чукреева. – М.: Спутник+, 2013. – С. 30–34

					ЮУрГУ-15.04.05.2020.197	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		78

22 Стандартная операционная процедура. –

http://www.usq.com.ua/news_vatt_2009_02_03.htm

23 Байлов, Г.Н. Стандартная Операционная процедура (СОП) как обязательное требование стандарта GDP / Г.Н. Байлов // Стандарты качества фармацевтической логистики – 2015. – Вып.3 – С. 9–12.

24 Клименкова, О.А. Разработка стандартной операционной процедуры / О.А. Клименкова , Г.А. Иванов , В.С. Берестовская , А.В. Эмануэль // Стандартизация. Лабораторная служба – 2014. – Вып.2 – С. 29–41.

25 Осадчий, А.В. Стандартные операционные процедуры (SOP, Standard Operating Procedure) – что такое и зачем нужны? / А.В. Осадчий // О бизнесе – 2017. – Вып.17 – С. 12–23.

26 Стаустовский, О.Н. Стандартные операционные процедуры (СОП) / О.Н. Страустовский // Система управления качеством в лабораториях – 2015. – Вып.3 – С. 199–201.

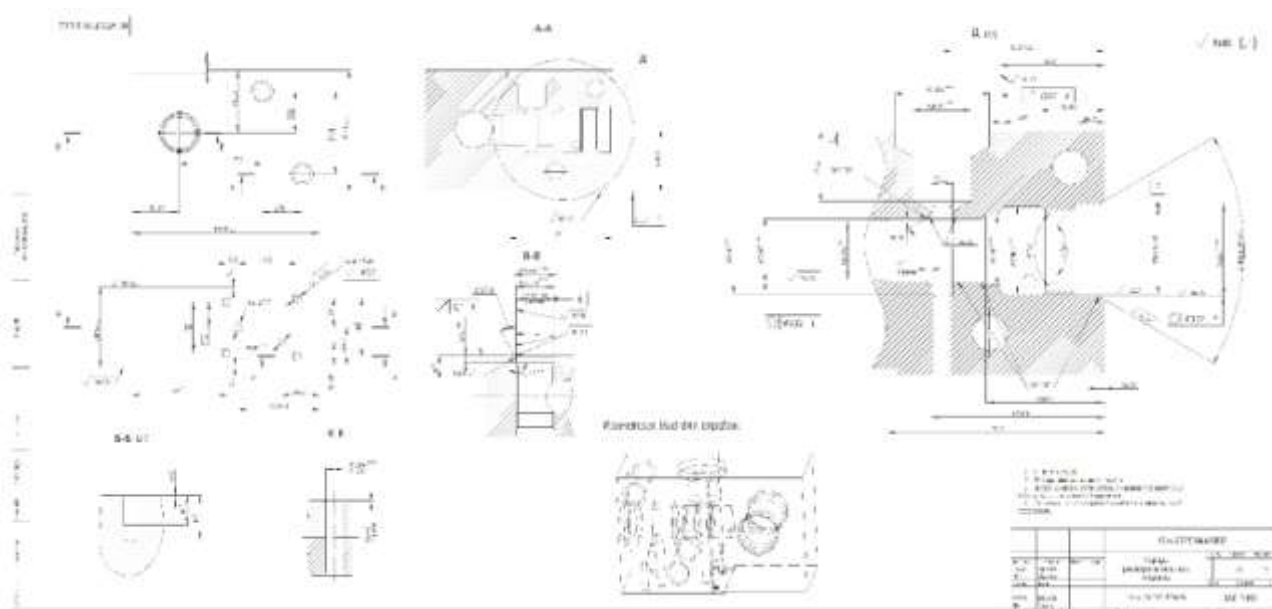
					ЮУрГУ-15.04.05.2020.197	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		79

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(обязательное)

Чертеж детали «корпус предохранительного клапана»



Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ЮУрГУ-15.04.05.2020.197

Лист

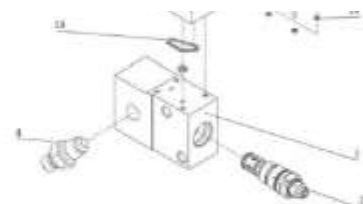
80

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

(обязательное)

СОП сборки узла «клапан предохранительный»

Поз.14	Шайба 5 65F 019 ГОСТ 8402-70	8 шт
Поз.16	Кольцо 008-012-25-2-2 ГОСТ 18829-73 / ГОСТ 9833-73	5 шт
Поз.18	Кольцо 030-035-30-2-2 ГОСТ 18829-73 / ГОСТ 9833-73	1 шт
Поз.21	Гидрораспределитель 3PE6.573E.H-X01 ТУ 2-2-053-1815-86	1 шт
Поз.23	Клапан предохранительный 510.20.03A ТУ 22-4440-79	1 шт



№ операции	Содержание перекода	Визуализация	Примечания
Пост сматого воздуха			
1	Детали и стандартные изделия, комплектующие согласно комплектовочной карте, продуть сжатым воздухом		На рабочих поверхностях деталей, в канавках под уплотнения зубины, цапфыны, р... НЕ ДОПУСКАЮТСЯ!
2	Смазать рабочие поверхности деталей и резиновые кольца рабочей жидкостью.		Рабочая жидкость: ВМГЗ ТУ 38-101147 Смазку производит: Кисть КР-40 ГОСТ... Контроль рабочего – 100%
Верстак слесарный			
4	Вставить в отверстие плиты переходной (поз.7) винт (поз.10) с шайбой (поз.14)		Повторить три раза
5	Установить кольцо (поз.18) в канавку плиты переходной (поз.7)		При установке колец переключателя не допускается!
6	Установить кольцо (поз.16) в канавку плиты переходной (поз.7)		При установке колец переключателя не допускается!
7	Установить плиту переходную (поз.7) на корпус предохранительного клапана (поз.1) и закрепить винтами (поз.10)		Инструмент: Отвёртка 7810-0935 ГОСТ 17199-8...
8	Установить четыре кольца (поз.16) в канавки гидрораспределителя (поз.21)		При установке колец переключателя не допускается!
9	Установить гидрораспределитель (поз.21) на плиту переходную (поз.7), совмещая отверстия		
10	Ввернуть в совмещенное отверстие винт (поз.12) с шайбой (поз.14) до упора.		Повторить три раза Инструмент: Отвёртка 7810-0935 ГОСТ 17199-8...
11	Ввернуть клапан предохранительный (поз.23) в отверстие корпуса предохранительного клапана (поз.1) до упора		Инструмент: Ключ 7811-0046 С1 46x50 ГОСТ 28...

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ЮУрГУ-15.04.05.2020.197

Лист

81