

**Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Кибернетики
Направление подготовки 15.04.01 Машиностроение
Кафедра Технологии машиностроения и промышленной робототехники

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Разработка конструкции пресс-формы для термопластавтомата

УДК 678.5.057.001.66.684.41

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ЛМ51	Павлов Лев Николаевич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Шамина Ольга Борисовна	к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Спицын Владислав Владимирович	к.т.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Федорчук Юрий Митрофанович	д.т.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ТМСР	Вильнин Александр Даниилович			

Планируемые результаты обучения по программе

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
Профессиональные компетенции	
P1	Применять <i>глубокие</i> естественнонаучные, математические и инженерные <i>знания</i> для создания и обработки <i>новых</i> материалов
P2	Применять <i>глубокие знания</i> в области современных технологий машиностроительного производства для решения <i>междисциплинарных</i> инженерных задач
P3	Ставить и решать <i>инновационные</i> задачи <i>инженерного анализа</i> , связанные с созданием и обработкой материалов и изделий, с использованием системного анализа и моделирования объектов и процессов машиностроения
P4	Разрабатывать технологические процессы, <i>проектировать</i> и использовать <i>новое</i> оборудование и инструменты для обработки материалов и изделий, конкурентоспособных на <i>мировом</i> рынке машиностроительного производства
P5	Проводить теоретические и экспериментальные <i>исследования</i> в области современных технологий обработки материалов, нанотехнологий, создания <i>новых</i> материалов в <i>сложных</i> и <i>неопределенных</i> условиях
P6	Внедрять, <i>эксплуатировать</i> и обслуживать современные высокотехнологичные линии автоматизированного производства, обеспечивать их <i>высокую эффективность</i> , соблюдать правила охраны здоровья и безопасности труда на машиностроительном производстве,
Универсальные компетенции	
P7	Использовать <i>глубокие знания</i> по <i>проектному менеджменту</i> для ведения <i>инновационной</i> инженерной деятельности с учетом юридических аспектов защиты интеллектуальной собственности
P8	<i>Активно</i> владеть <i>иностраным языком</i> на уровне, позволяющем работать в иноязычной среде, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты инновационной инженерной деятельности
P9	Эффективно работать индивидуально, в качестве <i>члена и руководителя группы</i> , состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций, демонстрировать ответственность за результаты работы и готовность <i>следовать корпоративной культуре</i> организации
P10	Демонстрировать <i>глубокие знания социальных, этических и культурных аспектов</i> инновационной инженерной деятельности, компетентность в вопросах <i>устойчивого развития</i>
P11	<i>Самостоятельно учиться</i> и непрерывно <i>повышать квалификацию</i> в течение всего периода профессиональной деятельности

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Кибернетики
Направление подготовки 15.04.01 Машиностроение
Кафедра Технологии машиностроения и промышленной робототехники

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. кафедрой

(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Магистерской диссертации

Студенту:

Группа	ФИО
8ЛМ51	Павлову Льву Николаевичу

Тема работы:

Разработка конструкции пресс-формы для термопластавтомата	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	

Срок сдачи студентом выполненной работы:	1.06.2017
--	-----------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Дано: 1. 3D модели пластмассовых изделий мебельной фурнитуры. Тип производства: среднесерийный; 2. Марка материала, из которого планируется изготавливать изделия; 3. Оборудование: термопластавтомат с червячной пластикацией (модель gico US32) Необходимо разработать конструкцию пресс-формы для термопластавтомата для заданных конфигураций изделий.
---------------------------------	---

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	<ol style="list-style-type: none"> 1. Обзор литературы по теме исследования; 2. Проектирование пресс-формы; 3. Разработка технологии сборки пресс-формы; 4. Проведение пусконаладочных работ; 5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение; 6. Социальная ответственность.
Перечень графического материала	<ol style="list-style-type: none"> 1. Демонстрационный материал (презентация в MS Power Point); 2. Чертежи заданных изделий – 2 листа формата А4; 3. Чертеж технологии сборки пресс-формы – 1 лист формата А1 4. Чертеж схемы технологии сборки – 1 лист формата А1
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Исследовательский	Шамина Ольга Борисовна
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Спицын Владислав Владимирович
Социальная ответственность	Федорчук Юрий Митрофанович
Исследовательский (на английском языке)	Шепетовский Денис Владимирович
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках: обзор литературы, постановка целей и задач исследования	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	
---	--

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Шамина О.Б.	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ЛМ51	Павлов Л.Н.		

Реферат

Выпускная квалификационная работа выполнена на 124 страницах. Содержит 41 рисунок, 20 таблиц, 20 источников, 5 приложений, 2 листа формата А1.

Ключевые слова: пресс-форма, литье под давлением, проектирование, термопластичный материал, тепловой баланс, отливка, формообразование.

Объектом разработки и исследования является литьевая пресс-форма для термопластавтомата.

Цель работы заключается в получении отливки из термопластичного материала с заданной конфигурацией и параметрами точности.

В процессе выполнения работы проводилось: проектирование пресс-формы, её сборка и пусконаладка на термопластавтомате gico US32.

В результате получены годные отливки и пресс-форма внедрена в производство.

Степень внедрения: 100%

Область применения: машиностроение, литейное производство.

Экономическая эффективность/значимость работы: повышение производительности и качества получения отливки.

Оглавление

Реферат	5
Оглавление	6
Введение.....	8
1. Изготовление изделий из пластмасс	9
1.1. Методы переработки пластмасс	9
1.2. Пресс-форма для литья под давлением термопластов.....	12
1.3. Процесс заполнения оформляющей полости формы материалом.....	13
1.4. Требования, предъявляемые к процессу изготовления изделий из пластмасс методом литья под давлением.....	14
1.5. Требования к конфигурации пластмассовых изделий при их проектировании.....	16
1.6. Общая последовательность проектирования деталей из термопластичного материала	19
1.7. Теоретические основы теплообмена пресс-формы	20
1.8. Процессы, протекающие при литье под давлением термопластов	22
1.9. Принцип работы термопластавтомата	24
1.10. Циклограмма работы термопластавтомата	26
2. Раздел проектирования пресс-формы	30
2.1.1. Назначение изделия и анализ технологичности	30
2.2. Характеристики заданной марки термопластичного материала.....	31
2.3. Проектирование пресс-формы. Выбор и обоснование конструкторских и технологических решений	32
2.3.1. Основные элементы пресс-форм.....	32
2.3.2. Выбор нормализованных деталей	33
2.3.3. Выбор способа получения внутренней полости в изделии	43
2.3.4. Проектирование оформляющей полости	45
2.3.5. Система охлаждения и регулирования температуры формы.....	51
2.4. Получение двойников.....	54
3. Проектирование технологии сборки пресс-формы	55
3.1. Разработка технологической схемы сборки.....	55
3.2. Разработка маршрутного технологического процесса сборки.....	55
3.3. Определение норм времени технологического процесса сборки	56
4. Проведение пусконаладочных работ пресс-формы на термопластавтомате rico US32.....	61
Выводы.....	65
5. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ	67
Введение.....	67
5.1 Краткое описание выполненной работы	67
5.2 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	68
5.3 SWOT-анализ.....	70

5.4	Инициация проекта	72
5.5	План проекта.....	73
5.6	Бюджет научного исследования.....	76
5.7	Реестр рисков проекта	80
5.8	Матрица ответственности	81
6.	СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	85
6.1	Описание рабочего места.....	85
6.2	Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды.....	85
6.2.1	Метеоусловия	86
6.2.2	Производственный шум	87
6.2.3	Освещенность	88
6.2.4	Электромагнитные поля.....	92
6.2.5	Вредные вещества в воздухе рабочей зоны	94
6.3.	Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды.....	95
6.3.1	Факторы электрической природы	95
6.3.2	Факторы пожарной и взрывной природы.....	97
6.4	Охрана окружающей среды	100
6.5	Защита в ЧС	101
6.6	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	102
	Заключение	104
	Список использованных источников	105
	Приложение А	108
	Приложение Б.....	109
	Приложение В	110
	Приложение Г.....	122
	Приложение Д	125
	Приложение Е.....	125

Введение

Пластмассы, или, как их часто называют, полимеры – это материалы, полученные на основе высокомолекулярных соединений (синтетических, искусственных или природных), которые способны под действием температуры и давления принимать любую заданную форму и затем устойчиво сохранять ее в обычных условиях [1]. Пластмассовые изделия используются для самых разнообразных целей и имеют широкий спектр применения - в том числе и в машиностроении.

Проектирование форм для литья – важнейший этап конструкторско-технологической подготовки и внедрения в производство изделий из термопластичных материалов. Качество литьевых изделий в основном определяется конструкцией пресс-формы и её элементов, правильный выбор которых влияет не только на размеры и геометрическую форму готового изделия, но и на характер заполнения формы, направление потоков расплава в оформляющей полости, время охлаждения и уровень остаточных напряжений. Остаточные напряжения в свою очередь влияют на сохранение геометрической формы и размеров при длительном хранении и эксплуатации изделий [2-4].

В настоящее время на рынке предоставлен широкий спектр стандартных элементов пресс-форм разных габаритов и конфигурации [1], однако не всегда тот или иной элемент пресс-формы подходит для конкретного случая, поэтому зачастую требуется доработка элементов конструкции либо полная переработка всей пресс-формы с последующим изготовлением.

1. Изготовление изделий из пластмасс

1.1. Методы переработки пластмасс

Физико-механические свойства пластмасс, а также размер и форма изделия являются определяющими факторами при выборе метода переработки полимера.

Наиболее распространенными методами переработки термопластов являются следующие [1]:

- каландрирование;
- экструзия;
- выдувание;
- вакуум-формование;
- сварка.
- литье под давлением;

Каландрированием получают изделие в виде пластин, пленок, листов. Для этого смолу вместе с пластификатором и красителями пропускают через каландр, состоящий из нескольких пар валков.

Методом экструзии получают профильные изделия (поручни лестничных перил, плинтуса, шнуры). Твёрдый полимер в виде гранул или порошка загружается в экструдер, разогревается и в виде вязкой массы непрерывно подается с помощью шнека в сопло, имеющее различные профили. После выхода из сопла смесь охлаждается и затвердевает.

Методом выдувания изготавливают бутылки, фляги, флаконы и другие полые изделия, получаемые из трубчатых заготовок на литьевых машинах.

Методом вакуум-формования получают крупные изделия: ванны, мойки, раковины, стулья. Лист термопласта прижимают к форме и прогревают его лампами инфракрасного излучения до размягчения; затем между формой и

листом создают разрежение (вакуум), и материал равномерно обжимает матрицу. После разъема формы у изделия обрезают края.

Сварка является способом соединения термопластов. На место соединения накладывают сварочные прутки и производят сварку с помощью горелки или нагревательных рефлекторов.

В ряде случаев пластические массы используют в качестве антикоррозионных и декоративных покрытий металлических деталей [5]. При этом переработка пластмасс производится с помощью методов пламенного напыления. Металлическую деталь нагревают до температуры выше точки плавления пластмассы. При помощи пламенного пистолета наносят порошок на разогретую поверхность. Проходя через пламя, порошок разогревается до расплавления и хорошо прилипает к металлической детали, образуя сплошную пленку. Поверхность, подвергаемую напылению, предварительно подвергают пескоструйной обработке. Острые углы на покрываемом изделии должны быть закруглены, а сварные швы – тщательно зачищены.

Термореактивные пластмассы обычно перерабатывают *прессованием* [5]: в пресс-форму, нагретую до требуемой температуры, загружается дозированное количество пресс-материала, чаще всего в виде таблеток, затем включают давление, пуансон опускается в матрицу. Под действием температуры и давления пресс-материал размягчается и заполняет пресс-форму, которая остается замкнутой до полного отвердевания изделия. Затем форму открывают, изделие извлекают.

Литьё под давлением является одним из наиболее высокопроизводительных и экономичных процессов литейного производства и находит все большее распространение в различных отраслях промышленности при крупносерийном и массовом производстве. Процесс обладает большими преимуществами перед другими способами получения высококачественных отливок и позволяет максимально приблизить размеры отливок к размерам

готовых деталей [1-5]. Данный метод является основным для получения изделий из термопластичных материалов и позволяет изготавливать высококачественные изделия с высокой степенью точности при высокой производительности.

Метод литья под давлением обладает рядом преимуществ по сравнению с другими методами переработки пластмасс: [1]:

1) высокая производительность за счет нагрева термопласта вне литейной формы, что позволяет впрыскивать расплав в непрерывно охлаждаемую форму;

2) высокая точность размеров и чистота поверхности готовых изделий, которая сводится только к удалению следов литника, так как изделие не имеет заусенцев по плоскости разъема литейной формы;

3) экономичность, достигаемая вследствие небольшого износа литейных форм (отсутствие трущихся частей, кроме шпилек и колонок) и небольших размеров формы;

4) возможность изготовления изделий сложной конфигурации, тонкостенных, с арматурой, с длинными оформляющими знаками;

5) возможность полной автоматизации процесса изготовления изделия.

Недостатки метода литья под давлением:

1) большие начальные затраты на оборудование, высокая стоимость литейных пресс-форм;

2) сложность в получении изделий с большой разницей в толщине стенок без поверхностных или других дефектов. Рекомендуемая толщина изделия 3...4мм.

Процесс литья под давлением ведут на литейных машинах с температурой литейного цилиндра 160–280°C (в зависимости от применяемого материала) выдавливанием расплавленной пластмассы в охлаждаемую форму, где материал остывает и отвердевает. Существуют миниатюрные литейные машины для

изготовления изделий массой всего в несколько граммов и большие литейные машины – для изделий массой до 30 кг [1].

1.2. Пресс-форма для литья под давлением термопластов

Необходимым инструментом для осуществления процесса литья является литейная пресс-форма, конструкция и размеры которой определяются конфигурацией изготавливаемого изделия.

Основные системы литейной формы состоят из функциональных групп или деталей, а в ряде случаев из элементов деталей форм. Конструкцию литейной формы можно разделить на следующие основные системы [1,4,5-8]:

- система размещения, установки и крепления литейных форм;
- система литниковых каналов;
- система вентиляционных (газоотводящих) каналов;
- система оформляющих деталей;
- система центрирования;
- система охлаждения и регулирования температуры формы;
- система удаления изделий из формы;
- система перемещения деталей.

Такое разделение является условным. В некоторых случаях объединяют несколько функциональных групп деталей формы в одну систему, например, детали питания формы расплавом, обогреватели, распределители, запорные краны, литниковую систему и систему газоотводящих каналов; систему каналов охлаждения и систему регулирования температуры оформляющих поверхностей пресс-формы.

В некоторых случаях отдельные элементы одной и той же детали формы могут одновременно принадлежать двум и более системам. Например, пуансоны и матрицы имеют оформляющие поверхности и причисляются к системе оформляющих деталей. В то же время эти детали имеют литниковые каналы и

каналы для охлаждающей жидкости. Первые относятся к системе литниковых и газоотводящих каналов, а вторые – к системе охлаждения и регулирования температуры формы. Разделение формы на перечисленные системы дает возможность проследить за усовершенствованием каждой системы. Анализ преимуществ и недостатков конструктивных разновидностей каждой системы позволяет определить закономерности поиска новых конструктивных решений.

Отсутствие удовлетворительной классификации литьевых форм и форм для других методов переработки объясняется большим разнообразием конструкций изделий из различных полимерных материалов и множеством конструкций литьевых форм [1].

Разделение литьевых форм на системы позволяет классифицировать конструктивные разновидности каждой из них и компоновать общую конструкцию формы из различных конструктивных разновидностей системы.

Обычно форма состоит из двух основных частей (пуансон и матрица), и охлаждается, как правило, водой, протекающей по каналам, расположенным в обеих половинах формы. В одной из половин формы (матрице) имеется конусное отверстие, заканчивающееся снаружи сферической лункой. Это отверстие предназначается для заполнения через него материалом полости формы и называется центральным литниковым каналом. Во время процесса литья сопло инжекционного цилиндра литьевой машины плотно примыкает к лунке. В литьевой форме происходит формование изделия, образование структуры материала во время заполнения оформляющей полости, уплотнение материала отливки и ее охлаждение.

1.3. Процесс заполнения оформляющей полости формы материалом

При заполнении литниковых каналов и полости слой, прилегающий к охлажденным стенкам формы, сразу застывает, в то время как центральная часть остается расплавленной. Следующие порции материала, поступающие в форму, текут по каналу со стенками с застывшей пластмассой, при этом выделяется

значительное количество тепла за счет трения. Вначале застывший слой очень тонок и тепло через него теряется быстро, в результате чего толщина застывшего слоя увеличивается, уменьшая потери тепла. В результате устанавливается равновесие, и потери тепла за счет теплопроводности становятся равными теплу, возникающему в потоке при трении слоев. Относительное перемещение слоев вызывает на их границах напряжение сдвига и ориентацию макромолекул в направлении течения, что в свою очередь создает в расплаве ориентационные напряжения, которые являются причиной внутренних напряжений и последующей деформации детали. После заполнения оформляющей полости поступление расплава в форму не прекращается. Под нарастающим давлением происходит досылка в полость дополнительных порций материала для восполнения его объема, уменьшающегося вследствие охлаждения и уплотнения отливки. При застывании материала во впускном канале поступление новых порций материала в форму прекращается. По мере охлаждения расплава давление в оформляющей полости снижается. Остаточное давление вызывает в изделиях остаточное напряжение. При охлаждении без давления происходит усадка изделия, создаётся возможность беспрепятственного извлечения его из матрицы [1-4].

При сталкивании с пуансона в изделии возникают напряжения, зависящие от конструкции системы удаления, жесткости и прочности материала и конфигурации изделия. После извлечения детали происходит свободная усадка, а также коробление детали, связанное с перераспределением внутренних напряжений [1].

1.4. Требования, предъявляемые к процессу изготовления изделий из пластмасс методом литья под давлением

С целью проектирования оптимального варианта пресс-формы для изготовления изделия из термопласта необходимо сформулировать техническое задание, в котором должны быть указаны основные требования как к готовому изделию, так и к процессу обработки [1]:

1. Геометрическая форма, качество поверхности и размеры отлитых в форме изделий должны соответствовать заданным на чертеже.

2. Необходимо, чтобы в отлитом изделии были оптимально сохранены физико-механические свойства исходного материала с минимальными остаточными напряжениями.

3. Изделия не должны подвергаться дополнительной обработке, за исключением отделения литника и зачистки его следов (при необходимости).

4. Работа литьевой формы должна быть автоматизирована, долговечна, надёжна и безопасна, а себестоимость изделия минимальна.

При конструировании изделия важно предусматривать место подвода литника, положение выталкивателей, следов от вставок и расположение линии разъема формообразующих элементов. Расположение впускного литникового канала влияет на характер течения расплава в форме, на внутренние напряжения, образование спаев в изделии, следы течения на поверхности изделия, на усадку, деформацию изделия при высоких температурах, прочность изделия. Внутренние напряжения обычно наиболее значительны в области впуска, поэтому место впуска в изделии наиболее опасно и подвержено растрескиванию или разрушению. Расположение линий спаев зависит от местонахождения впуска, толщины и сложности конфигурации детали. При неправильном расположении впуска может произойти искажение формы отливки. Необходимо создавать условия для параллельного течения полимера в оформляющей полости [2,4].

Конфигурация пластмассового изделия существенно влияет на конструкцию формы (зависящую от технологичности изделия) и качественные показатели изделия, которые, в свою очередь, зависят как от технологии его изготовления, так и от его конструкции. В связи с этим изделие следует конструировать одновременно с анализом его технологичности [1]. Необходимо учитывать, что в ряде случаев ошибки, заложенные при разработке изделия,

невозможно исправить выбором конструкции формы. При конструировании пластмассовых изделий необходимо стремиться к обеспечению рациональных условий течения материала в форме, повышению точности изготовления, уменьшению внутренних напряжений, коробления и цикла изготовления.

1.5. Требования к конфигурации пластмассовых изделий при их проектировании

Полный перечень требований к конфигурации пластмассовых изделий указан в источнике [1]. Ниже представлены наиболее важные требования, которые необходимо учитывать при конструировании пластмассовых изделий для термопластавтомата.

1. Форма изделия должна быть такой, чтобы деталь легко оформлялась и извлекалась из пресс-формы. Иногда целесообразно изготовление вместо одной сложной двух или более простых деталей с последующей сборкой их в узел. К упрощению конструкции детали всегда следует стремиться по технологическим, эксплуатационным и экономическим соображениям. Чем проще деталь, тем дешевле оснастка, выше производительность труда, точность и качество деталей и ниже их себестоимость. Внешняя форма изделия должна по возможности обеспечивать применение неразъемных матриц и пуансонов, иначе стоимость форм значительно возрастает, а износостойкость снижается. Кроме того, как правило, увеличивается трудоемкость изготовления самих изделий. Деталь должна быть спроектирована так, чтобы после формования не требовалась или была бы минимальной дополнительной механическая обработка (снятие облоя).

2. Литьевые детали целесообразно конструировать минимальной толщины, обеспечивающей необходимые механические свойства при хорошем заполнении литевой формы. Это приводит к меньшему расходу материала при более высокой производительности вследствие меньшей продолжительности охлаждения детали в пресс-форме. Стенки изделия по возможности должны быть равной толщины, без резких переходов. Если это обеспечить не удастся, то

переходы от одной толщины к другой должны быть постепенными. Допускаемая разнотолщинность не должна превышать отношения 2:1. Минимально возможная толщина стенки зависит от способности материала заполнять пресс-форму, т. е. от его вязкости, высоты стенки и конфигурации изделия, места подвода литника. Минимальная рекомендуемая толщина стенок изделий из термопластов представлена в таблице 1.

Таблица 1. Минимальная рекомендуемая толщина стенок изделий из термопластов

полиэтилен	полистирол	полиамид	поликарбонат	полиметилметакрилат
0,5 мм	0,75 мм	0,7 мм	1,2 мм	0,7 м

Указанные значения не являются предельными: изделия малых размеров и простой формы можно изготавливать с толщиной стенки 0,3 мм. Увеличение толщины стенки более указанной в табл. 1 резко снижает ударную вязкость изделия, увеличивает внутренние напряжения и склонность к растрескиванию. В связи с этим для увеличения прочности изделия следует прибегать к специальным конструктивным приемам: изменять конфигурацию изделия, вводить арматуру, ребра и другие усиливающие элементы.

3. Для обеспечения свободного извлечения отливки из формы на внешней и внутренней поверхности изделия, ребрах, отверстиях необходимо предусматривать технологические уклоны. Уклоны внутренних поверхностей и отверстий должны быть больше уклонов наружных поверхностей, так как при раскрытии формы внутренние поверхности за счет усадки обжимают оформляющие элементы, а наружные, наоборот, отходят от стенок формы и меньше препятствуют удалению отливки. Минимальные допустимые значения угла уклона для элементов изделия длиной 100-120 мм указаны в таблице 2.

Таблица 2. Минимальные допустимые значения угла уклона для элементов изделия длиной 100-120 мм

Материал	Толстостенное изделие	Тонкостенное изделие
----------	-----------------------	----------------------

	Внутренние поверхности	Наружные поверхности	Внутренние поверхности	Наружные поверхности
Полистирол блочный	1°	30'	1°30'	1°
Полиэтилен	-	-	1°	30'
Полистирол ударопрочный, полиамиды	34'	11'	34'	17'
Сополимеры стирола	11'	9'	35'	17'
Аминопласты	9'	7'	17'	11'
Фенопласты	7'	6'	11'	9'

Технологические уклоны можно не назначать для низких изделий толщиной до 10 мм, тонкостенных изделий высотой до 15 мм, для наружных поверхностей полых изделий высотой до 30 мм. Не назначают технологические уклоны для элементов изделия, уже имеющих конструктивные уклоны. При этом для съема изделия во избежание его механического повреждения необходимо использовать съемную плиту или выталкиватели, имеющие большую площадь контакта с изделием, для обеспечения равномерного распределения нагрузки и небольших давлений на поверхность выталкивания.

4. Отверстия в литевых деталях делаются с помощью формообразующего знака, который находится в полости литевой пресс-формы. Отверстия, получаемые в процессе формования, в отличие от получаемых механической обработкой, могут иметь самую разнообразную и сложную форму сечения. Можно получать отверстия со взаимно пересекающимися под различными углами осями, однако это резко усложняет конструкцию формы и повышает стоимость изделия. Сквозные отверстия можно получать большей глубины, чем глухие того же сечения, так как формообразующий знак можно закреплять с двух сторон. Рекомендуемая глубина сквозных отверстий $h \leq 10d$, где d – диаметр отверстия; а для глухих $h \leq 4d$. Максимальное значение следует принимать для

отверстий, расположенных в центральной части детали, минимальное – для отверстий, расположенных по краям.

Отверстия, располагаемые параллельно линии разъема формы, как правило, усложняют конструкцию формы и повышают ее стоимость, поэтому отверстия в стенках изделия чаще располагают перпендикулярно линии разъема формы. Следует учитывать, что отверстия всегда образуют спай двух потоков материала, огибающих знак, прочность которого во многих случаях ниже прочности материала. Не следует располагать отверстия близко к краю изделия, поскольку возникает большая опасность разрушения края детали.

1.6. Общая последовательность проектирования деталей из термопластичного материала

В целом процесс проектирования пластмассовых изделий должен обеспечивать максимальную технологичность конструкции. Это предполагает достижение минимальной стоимости, экономию материала, упрощение конструкции формирующего инструмента, повышение надежности и долговечности детали.

На начальном этапе следует установить назначение детали, определить условия ее эксплуатации, выбрать подходящий материал, затем – разработать конструкцию детали, произвести необходимые прочностные, конструктивные и технологические расчеты, окончательно доработать конструкцию и произвести технико-экономические расчеты эффективности применения пластмассы в данной конструкции. При конструировании деталей необходимо учитывать также производственные возможности предприятия, так как конструкция может быть технологичной, но по ряду причин (большие габариты и вес, сложная конфигурация, требующая применения механизированных пресс-форм, и др.) на данном предприятии не может быть изготовлена.

1.7. Теоретические основы теплообмена пресс-формы

При проектировании пресс-формы необходимо учитывать условия теплообмена термопластов. Литьевая форма для обработки термопластичных полимеров должна обеспечить отвод как можно большего количества тепла [6, 9-12].

Тепловой поток, поступающий в форму (считается положительным), и тепловой поток, отводимый из формы (считается отрицательным), должны находиться в равновесии (рис. 1.7.1). Следовательно, можно составить уравнение теплового баланса [6]

$$\dot{Q}_{KS} + \dot{Q}_E + \dot{Q}_{AD} + \dot{Q}_C = 0,$$

где \dot{Q}_E – теплообмен с внешней средой; \dot{Q}_{KS} – поток тепла из отливки; \dot{Q}_{AD} – добавочный тепловой поток (например, от горячих каналов), \dot{Q}_C – теплообмен с охлаждающей жидкостью. Зная размеры формы и температуру ее поверхности, можно вычислить теплообмен с внешней средой.

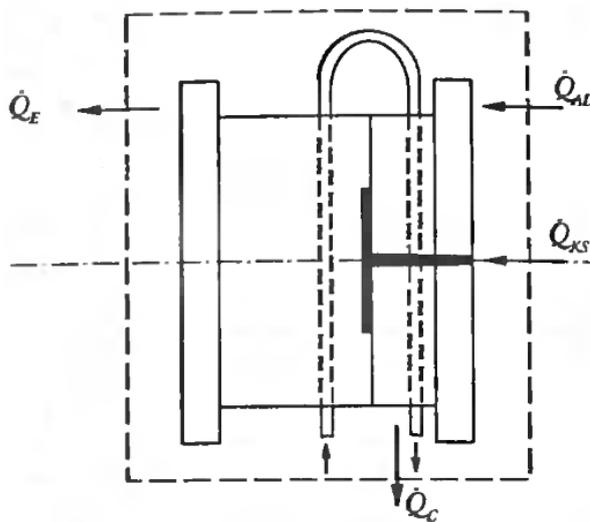


рис. 1.7.1. Теплообмен потоков в пресс-форме

Тепловой баланс можно составить для отдельных деталей и узлов формы при условии, что теплопередача на границах элемента пренебрежимо мала или может быть представлена в виде добавочного потока. Если относительно крупные узлы формы для определения теплового потока делятся на меньшие элементы, то такой тепловой поток можно определить с помощью коэффициента теплового потока. [13]

Назначение системы охлаждения и регулирования температуры литейных полуформ состоит в обеспечении равномерного, быстрого и одновременного окончания охлаждения изделия с наружной и внутренней стороны и по всей площади. Это достигается за счет поддержания температуры стенок полуформ с помощью системы каналов, расположенных в деталях формы, в которых течет охлаждающая жидкость, отбирающая от стенок формы теплоту, вносимую расплавом. Скорость охлаждения изделия влияет на образование надмолекулярных структур, уровень остаточных и ориентационных напряжений и протекание релаксационных процессов, происходящих при этом. В частично кристаллических полимерных материалах скорость охлаждения влияет на степень кристалличности материала изделия. Одновременное окончание охлаждения изделия по всей площади частично устраняет причины, вызывающие коробление изделия, и создает условия для сохранения его геометрической формы и размеров в заданных пределах. Система охлаждения должна обеспечивать снижение среднemasсовой температуры изделия к моменту извлечения его из формы до такой величины, при которой сталкивание изделия осуществляется без его механического повреждения; соответствующее этой величине время охлаждения следует считать минимальным [1,6-8].

Охлаждение может происходить как вне формы – на съемных деталях на воздухе, на съемных деталях на специальных устройствах и в ваннах с охлаждающей жидкостью, так и в форме – непосредственное охлаждение, когда каналы расположены в оформляющих деталях формы, и контактное охлаждение, когда каналы расположены в деталях, прилегающих к оформляющим. Это

наименее эффективный метод охлаждения, применяющийся в тех случаях, когда оформляющие детали не позволяют разместить в них каналы охлаждения. [1]

1.8. Процессы, протекающие при литье под давлением термопластов

При литье под давлением термопластов протекают следующие основные процессы [5]:

- сушка полимера при нагреве до загрузки в литьевую машину с диффузией молекул воды изнутри твердых гранул под вакуумом или без него;
- транспортирование гранул вращающимся шнеком в нагревательном цилиндре с нагревом, пластикацией и гомогенизацией в межвитковом пространстве;
- предварительное уплотнение расплава до 150-250 бар одновременной его дегазацией от паров воды и других летучих при использовании вращающихся трехзонных шнеков со степенью сжатия до 2,5;
- сжатие расплава в предмундштуковой зоне до 800-2500 бар и впрыск (инжекция) сильно сжатого расплава через мундштук и литник в относительно холодную литьевую форму;
- заполнение формы, сопровождаемое неизотермическим течением расплава полимера в условиях высоких скоростей сдвига;
- ориентация макромолекул, интенсивная теплоотдача от полимера к форме с застыванием полимера в ориентированном состоянии
- кристаллизация частично кристаллизующихся термопластов при высоком давлении и интенсивном охлаждении с формированием надмолекулярных структур;

- окончательное затвердевание отливки с возрастанием плотности, уменьшением объема, увеличением литьевой усадки и формированием окончательной структуры;
- постлитьевое охлаждение отливки после выталкивания из формы, сопровождаемое дополнительной усадкой, короблением и частичной релаксацией остаточных напряжений.

Сушка гранул проводится с нагревом в твердой фазе, в связи с чем скорость диффузии молекул воды через толщу твердого материала ограничена и требует довольно продолжительного времени, определяемого несколькими часами. Для ускорения сушки вместе с нагревом часто используют и вакуумирование.

Пластикация полимера со снижением вязкости при нагреве происходит при одновременном смешении с красителями и другими добавками прямо в цилиндре. Нагрев ведется постепенно, а не резким нагревом в первой зоне, в противном случае возникает пробка из подплавленных гранул в зоне загрузки.

В условиях интенсивного перемешивания в цилиндре с трехзонным шнеком (зоны загрузки, сжатия и дозирования) происходит пластикация и гомогенизация расплава с образованием однородной по составу и консистенции массы.

Уплотнение полимера необходимо по двум причинам. Во-первых, при загрузке насыпная плотность гранул с учетом воздушных промежутков составляет 0,5-0,6 г/см³, а плотность монолитного полимера при комнатной температуре и атмосферном давлении примерно в два раза выше. Во-вторых, при температуре литья плотность расплава намного ниже, чем монолитного полимера при 20 °С, поэтому для компенсации объемной и линейной усадки требуется значительное сжатие нагретого расплава при заполнении формы.

1.9. Принцип работы термопластавтомата

Литьевые машин по способу пластикации подразделяются на: одно-, двухчервячные, поршневые и червячно-поршневые. Работа пресс-формы предполагается на термопластавтомате с червячной пластикацией, модель «гисо US 32» (рис. 1.9.1).

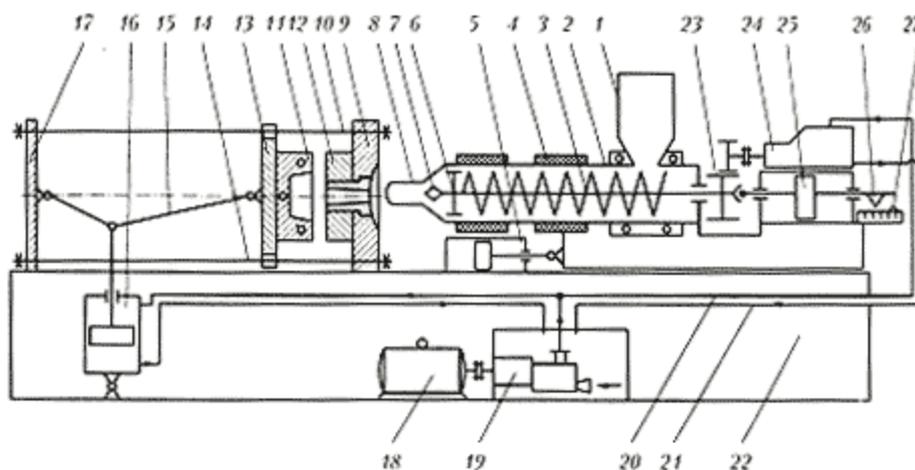


Рис. 1.9.1. Схема термопластавтомата с червячной пластикацией

Гранулированный полимерный материал из бункера 1 поступает в материалный цилиндр 2, захватывается вращающимся шнеком 3 и транспортируется в направлении мундштука 8. При этом гранулированный материал нагревается, уплотняется в пробку и под действием тепла от трения о поверхность винтового канала червяка и поверхность цилиндра, а также за счет тепла от наружных зонных электронагревателей 4 пластифицируется, то есть расплавляется под давлением, и, пройдя через обратный клапан 6, накапливается в зоне дозирования материалного цилиндра. Под действием возникающего при этом давления червяк отодвигается вправо, смещая плунжер 25 и хвостовик с имеющимся на нем (условно) концевым выключателем 26. Установкой ответного выключателя на линейке 27 регулируют отход червяка и, следовательно, подготовленный к дальнейшим действиям объем расплава в зоне дозирования и мундштука 8. После срабатывания концевых выключателей 26 и 27 вращение червяка прекращается – требуемая доза расплава подготовлена. С

помощью гидропривода 5 пластификационный (инжекционный) узел сдвигается влево до смыкания мундштука с литниковой втулкой, установленной в стойке 9. К этому моменту завершает смыкание частей пресс-формы 11 и 12 прессовый узел термопластавтомата, который представляет собой горизонтальный рычажно-гидравлический пресс (литьевая пресс-форма), состоящий из задней 17 и передней 9 плит-стоков, соединенных четырьмя колоннами 10 и 14, по которым смещается вправо (смыкание) и влево (размыкание) ползун 13. Ползун приводится в движение от рычажно-гидравлического механизма 15, 16.

После приведения всех блоков в исходное состояние создается давление в гидроприводе 25 осевого движения червяка, который, действуя аналогично поршню, инжектирует расплав полимера из материального цилиндра в пресс-форму, где и образуется изделие. Наконечник 7, установленный на червяке, способствует уменьшению образования застойных зон после впрыска. В период формообразования изделия червяк приводится во вращение для подготовки следующего объема впрыска. После охлаждения расплава до заданной температуры форма раскрывается, и изделие с помощью выталкивателей или применением робототехнических устройств удаляется из рабочей зоны литьевой машины.

Все подвижные узлы термопластавтомата обеспечиваются энергоносителем от главного привода, состоящего из электродвигателя 18, насосного блока 19, установленного в маслосборнике, и системы трубопроводов высокого 20 и низкого 21 давления. Для вращения червяка в данной схеме служит гидродвигатель 24 с зубчатой передачей 23 [8].

К достоинствам машин описанного типа относят высокую производительность, универсальность по видам перерабатываемых материалов, удобство управления и обслуживания, а также надежность в эксплуатации. Определенный недостаток таких литьевых машин (как и всех термопластавтоматов с совмещенной пластикацией), состоит в существенных

потерях при осевом движении червяка от трения материала о стенки цилиндра, что затрудняет достижение высоких скоростей впрыска [8, 14].

1.10. Циклограмма работы термопластавтомата

Технология литья предусматривает следующие основные этапы, показанные на циклограмме [4] (рис. 1.10.1).

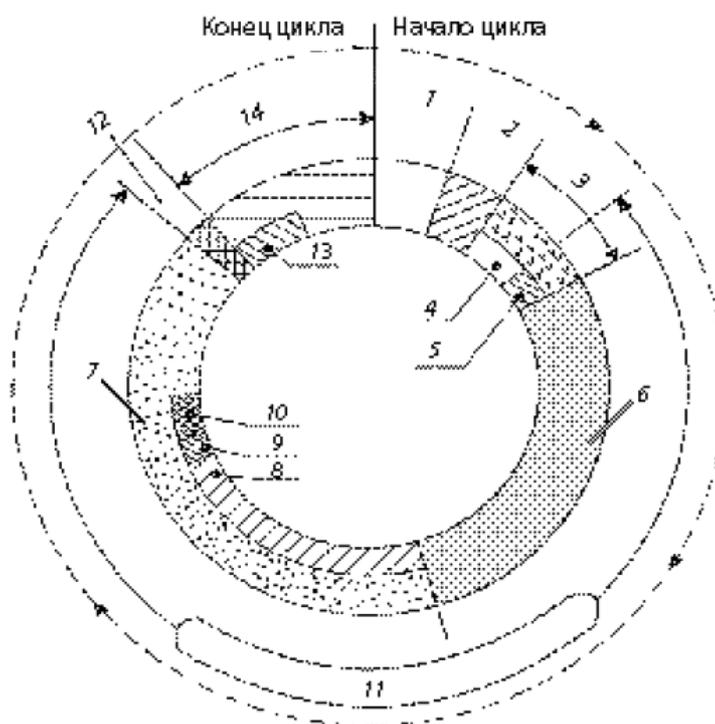


Рис. 1.10.1. Циклограмма работы термопластавтомата

1. Смыкание формы (начало цикла). При смыкании формы следует избегать удара, поэтому в конце смыкания скорость замедляют.

2. Движение узла пластикации вперед с прижатием мундштука к литниковой втулке формы. При горячеканальной системе узел пластикации остается прижатым к форме в течение всего цикла.

3. Впрыск ранее набранной дозы расплава при движении шнек-поршня вперед. В начале впрыска обратный клапан на конце шнека перекрывает канал и предотвращает перетекание расплава из предмундштуковой зоны назад к загрузочной зоне. Период впрыска делится на этапы заполнения формы и сжатия расплава.

4. Заполнение формы в период впрыска. Заполнение происходит с вытеснением воздуха из формы через вентиляционную систему. При впрыске возникают большие напряжения и скорости сдвига, особенно в приповерхностных слоях, которые приводят к значительной ориентации молекул полимера.

5. Сжатие расплава. Происходит по завершении полного заполнения формы стремительно и давление в форме возрастает до максимального в доли секунды.

6. Выдержка под давлением (подпитка). Осуществляется в течение определенного времени в целях дополнительной подпитки и компенсации усадки по мере охлаждения. В этот период параллельно с подпиткой происходит интенсивное охлаждение полимера от стенок к середине сечения. В конце этапа в предмундштуковой зоне должна оставаться подушка расплава 2-6 мм вдоль по оси («остаточная подушка»), шнек не должен доходить до крайнего левого положения.

7. Выдержка на охлаждении без давления. Используется для окончательного затвердевания материала во всем объеме, включая срединную область. В этот период передачи давления от машины к форме не происходит и по мере охлаждения давление внутри формы постепенно снижается.

8. Загрузка. С началом этапа выдержки на охлаждение или с некоторой задержкой подается команда на вращение шнека, при этом полимер перемещается по межвитковым каналам шнека от зоны загрузки к предмундштуковой зоне, преодолевая заданное гидравлическое противодействие. При этом шнек под действием расплава перемещается в заднее положение, а набранная доза расплава накапливается в предмундштуковой зоне при давлении до 200–250 бар.

9. Декомпрессия. Технологический прием принудительного перемещения шнека назад на небольшое расстояние к загрузочной зоне для уменьшения

давления в предмундштуковой зоне после набора дозы, использующийся при применении сопла открытого типа для исключения самопроизвольного истечения предварительно уплотненного расплава после отведения мундштука от формы. При использовании запирающихся сопел в декомпрессии нет необходимости.

10. Отвод сопла осуществляется при использовании форм с застывающим литником для уменьшения теплопередачи от горячего мундштука к холодной литниковой втулке. При длительном контакте сопла и литниковой втулки конец мундштука и находящийся в нем расплав остывают до низких температур; с другой стороны, излишний нагрев литниковой втулки препятствует остыванию центрального литника, что может вызвать нежелательное удлинение цикла. Для отвода сопла весь узел впрыска отодвигается на 100-200 мм в заднее положение до начала нового цикла.

11. Период охлаждения в форме, (см. рис. 1.10.1). Включает несколько вышеперечисленных этапов; начинается после полного заполнения формы, включает короткий период уплотнения расплава 5, периоды выдержки под давлением 6 и выдержки на охлаждение без давления 7. За это время происходит полное отверждение отливки до жесткости, обеспечивающей надежное выталкивание (съем) без повреждения отформованной детали.

12. Размыкание формы. Происходит по завершении полного охлаждения отливки.

13. Выталкивание (съем) отливки из формы. Используется при открытой форме в конце хода подвижной плиты при наталкивании хвостовика выталкивающей системы на стопор (упор) машины или с помощью гидравлического толкателя машины после открытия формы. В ряде случаев вместо выталкивателей в форме используется плита съема, которая имеет ограничители хода и при движении подвижной полуформы сдвигает отлитую деталь.

14. По окончании выталкивания форма остается открытой до начала смыкания. Для работы машины в автоматическом цикле без участия оператора необходимо использовать формы со и съемом детали, извлечением литника и их падением в поддон машины без участия оператора. При изготовлении деталей, которые требуют бережного съема без падения детали в поддон, съем детали осуществляет оператор или применяю манипуляторы, как правило, с вакуумными присосками, с помощью которых деталь извлекается из формы и переносится в зону упаковки в стороне от машины. По окончании выталкивания и съема детали (и литников для холодноканальных форм) при автоматическом режиме работы цикл заканчивается и дается команда на смыкание формы, т. е. на новый цикл.

Полное время цикла при литье может составлять всего 4-5 с для малогабаритного тонкостенного литья и доходить до нескольких минут для крупногабаритных толстостенных отливок. Для традиционного литья полное время цикла варьируется от 10-12 до 60-90 с в зависимости от толщины и веса изделия, типа термопласта.

Литьевая машина совершает операции в заданной последовательности для обеспечения всех этапов литья, при этом работают нагреватели в 3-5 зонах по длине цилиндра, включая сопло, температуры которых устанавливаются дифференцированно. Скорости вращения шнека, скорость впрыска, давление литья и их изменение во времени задаются согласно рекомендациям и уточняются технологом при запуске новой детали. Кроме названных параметров, необходимо задавать величину противодействия, остаточную подушку, величину декомпрессии, момент переключения давления в конце заполнения формы, продолжительность всех интервалов по циклу, температуру формы (индивидуально для матрицы и пуансона) и загрузочной зоны и другое [4, 8, 14].

2. Раздел проектирования пресс-формы

2.1.1. Назначение изделия и анализ технологичности

На рис. 2.1.1 предоставлены 3D модели изделий, которые необходимо получить с помощью проектируемой пресс-формы. Чертежи изделий предоставлены в приложении (А, Б).

а.) Двойник

б.) Тройник

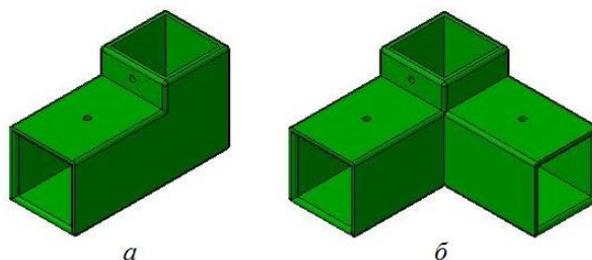


Рис. 2.1.1. 3D модели изделий, изготавливаемые пресс-формой

Данные детали предназначены для сборки каркаса из деревянных брусьев, имеющих форму параллелепипеда. Изделие относится к монолитным деталям, полностью состоит из одного вида полимера и условно относится к классу деталей «фитинг» [5] (соединительная часть трубопровода, устанавливаемая в местах его разветвлений, поворотов и т.д.)

Серийность производства влияет на выбор метода получения изделий. Для данного изделия оптимальным методом является литье под давлением в пресс-форму, т.к. тип производства – среднесерийный.

Конфигурация изделия имеет внутренние полости, что требует от пресс-формы дополнительных формообразующих разъемных элементов, подвижных в радиальном направлении, что существенно усложняет процесс проектирования пресс-формы. Стенка имеет оптимальную толщину для использования метода литья под давлением. Габариты имеют величину, позволяющую в дальнейшем при проектировании оформляющей матрицы разместить на ней два гнезда для изделий, что позволит увеличить производительность пресс-формы в два раза.

2.2. Характеристики заданной марки термопластичного материала

Марка материала ПЭ2НТ22-12 (полиэтилен низкого давления высокой плотности). Материал может быть использован для изготовления изделий различного назначения (бытового, хозяйственного и т.п.) методом литьевого формования и характеризуется повышенной стойкостью к растрескиванию [20]. Нормы показателей материала предоставлены в табл. 3.

Таблица 3. Нормы показателей материала ПЭ2НТ22-12

№	Наименование показателя	Норма для марки
1	Плотность, кг/м ³ при 23 °С при 20 °С	958-965 960-966
2	Показатель текучести расплава при 190 °С и нагрузке 2,16 кг, г/10 мин	6-9
3	Разброс показателя текучести расплава в пределах партии, %, не более	±15
4	Количество включений, шт., не более	10
5	Отношение ПТР _{21,6} /ПТР _{2,16}	20-35
6	Предел текучести при растяжении, МПа, не менее	28
7	Прочность при разрыве, МПа, не менее	17
8	Относительное удлинение при разрыве, %, не менее	500
9	Стойкость к растрескиванию, ч, не менее	–
10	Литьевая усадка, %	1...3,5

2.3. Проектирование пресс-формы. Выбор и обоснование конструкторских и технологических решений

2.3.1. Основные элементы пресс-форм

Детали (элементы) пресс-форм разделяют на нормализованные и специальные. Конструкция нормализованных деталей пресс-формы, может быть определена заранее, независимо от конструктивных особенностей отливаемых изделий в пресс-форме.

К нормализованным деталям пресс-формы относят [16]:

- верхние и нижние плиты пресс-формы;
- простые плиты, механически обработанные со всех сторон, подходящие для изготовления пуансонов, матриц и формообразующих плит, требующих большой объем выборки;
- направляющие втулки и колонки, центрующие элементы, фиксаторы, вставки в т.ч. с календарями, пружины и т.д.;
- элементы извлечения из формы, хвостовики двойного хода, толкатели от 1мм до 200мм, трубчатые толкатели с толщиной стенки от 0,75мм, подшипники, шестерни;
- литниковые втулки, горячеканальные инжекторы (сопла), в т.ч. инжекторы многоточечного впрыска, горячеканальные коллекторы, фильтры;
- система охлаждения – штуцеры (в т.ч. из нержавеющей стали), муфты, спиральные вставки для пуансонов, прокладки, шланги и т.п.

К специальным деталям пресс-формы относят вставные матрицы, пуансоны, гладкие знаки, резьбовые знаки, кольца и т.п. Производством специальных деталей занимается, как правило, компания, в которой непосредственно заказывается пресс-форма.

2.3.2. Выбор нормализованных деталей

Для заказа нормализованных деталей пресс-формы была выбрана компания Fodesco [15]. На рис. 2.3.2.1 представлена 3D схема пресс-формы в общем виде.



Рисунок 2.3.2.1. Общая 3D схема пресс-формы

В соответствии с конструкцией пресс-формы (рис. 2.3.2.1) подобраны нормализованные детали с учётом габаритов заданного изделия и имеющегося оборудования, на котором будет выполняться литьё под давлением. Выбор материала осуществляется с учётом ответственности элемента пресс-формы. В таблице 4 предоставлены марки материалов Fodesco и их российские аналоги.

Таблица 4. Марки материалов Fodesco и их российские аналоги

FCPK	ГОСТ, Россия	W.-Nr. Германия	Uddeholm, Швеция	AISI, США
FCPK-1	Сталь 45	1.1730	UHV 11	1148
FCPK-2	Сталь	1.2312		
FCPK-3	38ХНМ	1.2311	Impax Supreme	P20
FCPK-4	4Х5МФС	1.2343	Vidar	H11
FCPK-4	4Х5МФ1С	1.2344	Orvar 2M	H13
FCPK-6	X12МФ	1.2379	Sverker 21	D2
FCPK-7	38ХНМ	1.2738	Impax Supreme	P20
FCPK-8	40X13, 30X13	1.2085	Ramax 2	420F

1.1730 при достаточно высокой поверхностной твердости эта сталь имеет хорошую антикоррозионную стойкость. Недорогая инструментальная сталь для неответственных элементов инструмента. Применяется для неупрочненных элементов инжекторных форм. Корпуса неответственных форм для литья под давлением. Другие применения в инструментальной области, где используются конструктивные элементы из неупрочненной стали.

1.2311 является стандартной маркой этой группы, производится с низким содержанием серы, но обладает хорошей обрабатываемостью. Твердость при поставке: 280–325НВ (28–33 HRC) . Отличается хорошей полируемостью, азотируемостью, свариваемостью, прочностью и фотохимической травимостью, имеет средний уровень износостойкости. Ее прокаливаемость ограничена толщиной порядка 400 мм. Применяется в основном для изготовления литевых форм и плит.

У пресс-формы ответственными являются детали, которые непосредственно участвуют в формообразовании получаемого изделия (плита ML1 и плита ML2). Исходя из вышеуказанных рекомендаций, назначаем на формообразующие плиты материал 1.2311 (Российский аналог: сталь 38ХНМ).

Для неответственных крепежных, опорных и остальных плит назначаем материал 1.1730 (Российский аналог: сталь 45). На специальные элементы, участвующие в формообразовании назначаем сталь 5ХНМ. На остальные неответственные детали назначаем сталь 40Х.

- Плита крепежная KL2 (рис. 2.3.2.2)

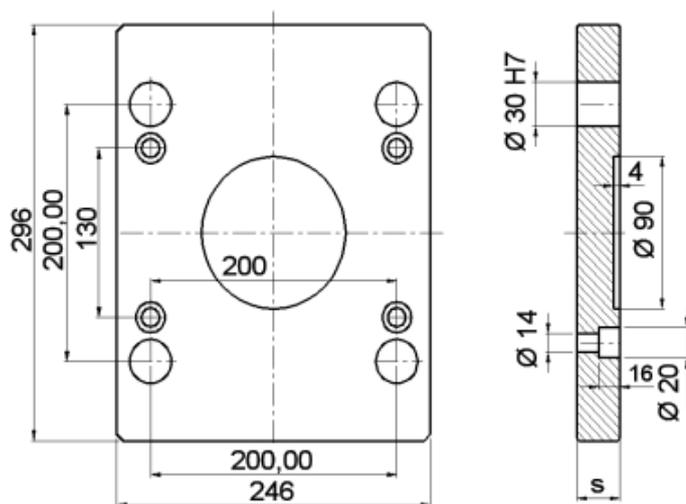


Рис. 2.3.2.2. Крепежная плита KL2

S=27 мм

- плита формообразующая (неподвижная) ML1 (рис. 2.3.2.3)

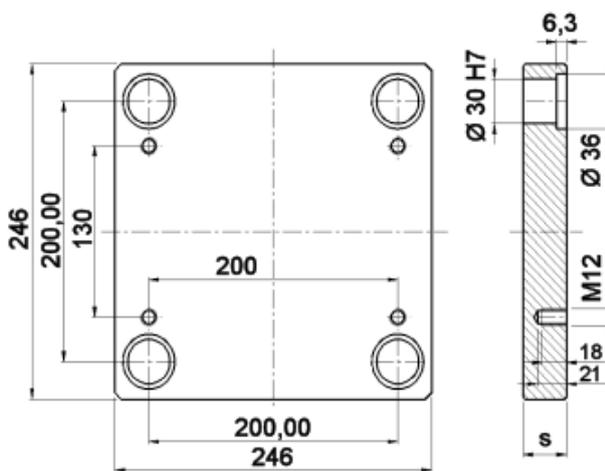


Рис. 2.3.2.3. Формообразующая плита ML1

S=56 мм;

- плита формообразующая (подвижная) ML2. (рис. 2.3.2.3, S=36 мм)

- плита опорная TL (рис. 2.3.2.4.)

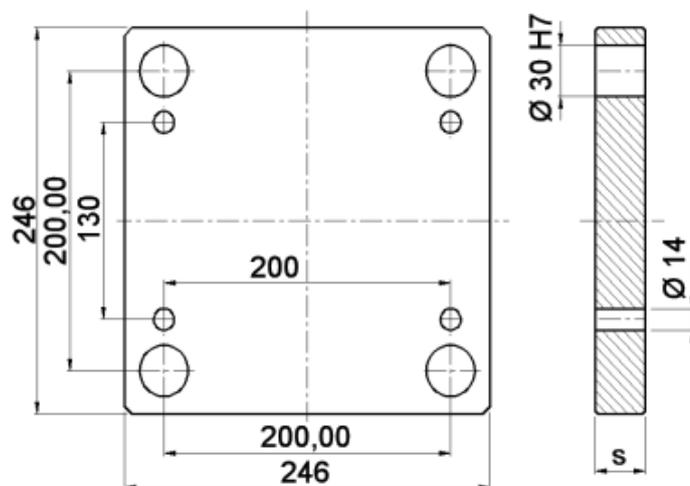


Рис. 2.3.2.4. Крепежная плита KL2

S=36 мм;

- деталь опорная TP (рис. 2.3.2.5; количество: 2)

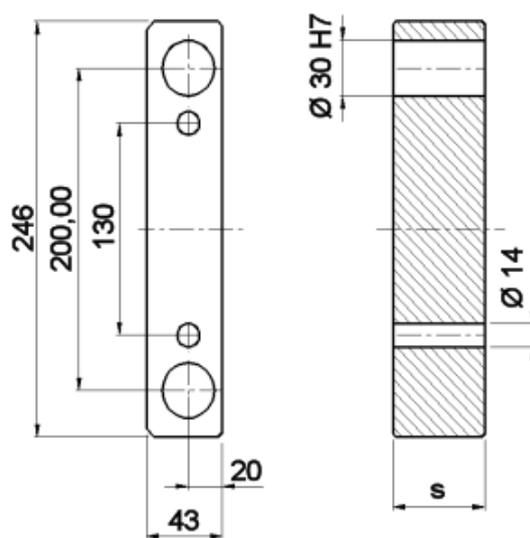


Рис. 2.3.2.5. Опорная деталь TP

S=56 мм;

- плита выталкивателей UL1 (рис. 2.3.2.6)

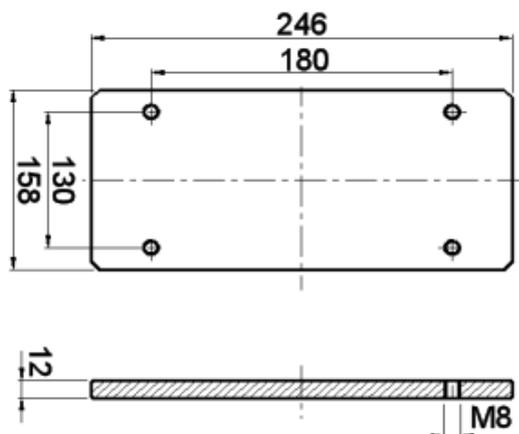


Рис. 2.3.2.6. Плита выталкивателей UL1

- плита выталкивателей UL2 (рис. 2.3.2.7)

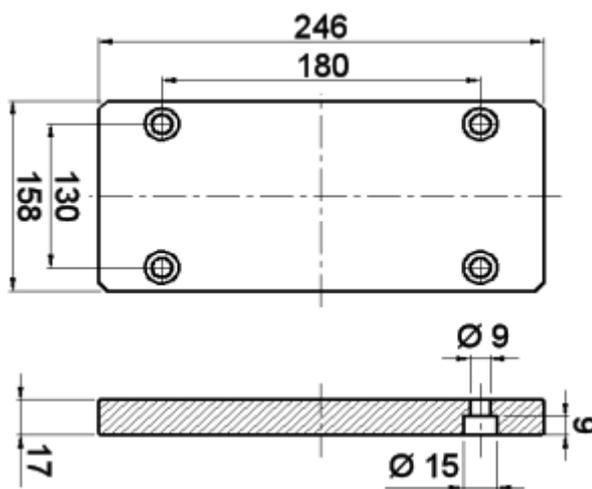


Рис. 2.3.2.7. Плита выталкивателей UL2

- плита крепежная KL6 (рис. 2.3.2.8)

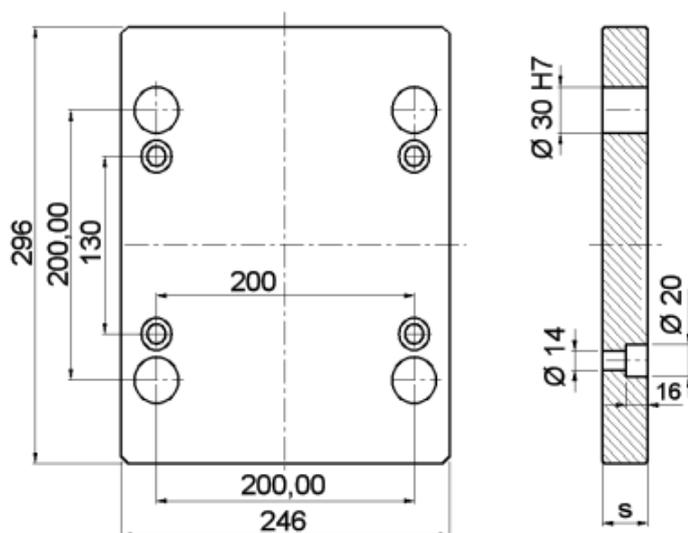


Рис. 2.3.2.8. Крепежная плита KL6

$S=27$ мм;

- колонка направляющая диаметр 24 мм (Рис. 2.3.2.9; количество: 3)

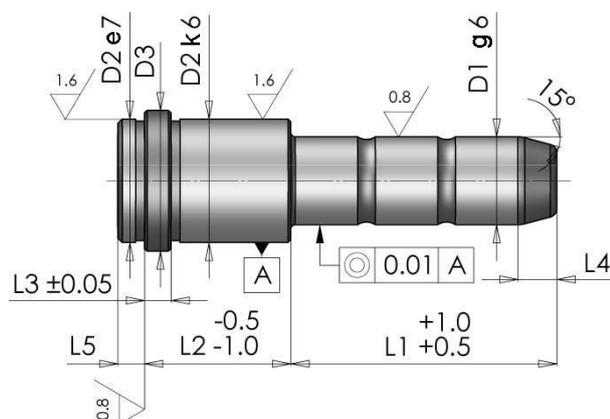


Рис. 2.3.2.9. Направляющая колонка

D1	D2	D3	L1	L2	L3	L4	L5
24	30	35	55	56	6	7	9

- направляющая колонка диаметр 22 мм (Рис. 2.3.2.9)

D1	D2	D3	L1	L2	L3	L4	L5
22	30	35	55	56	6	7	9

- втулка направляющая исполнение 1 диаметр 24 мм (рис 2.3.2.10; количество:4)

D1	D2	D3	L1	L3	L5
24	30	35	36	6	9

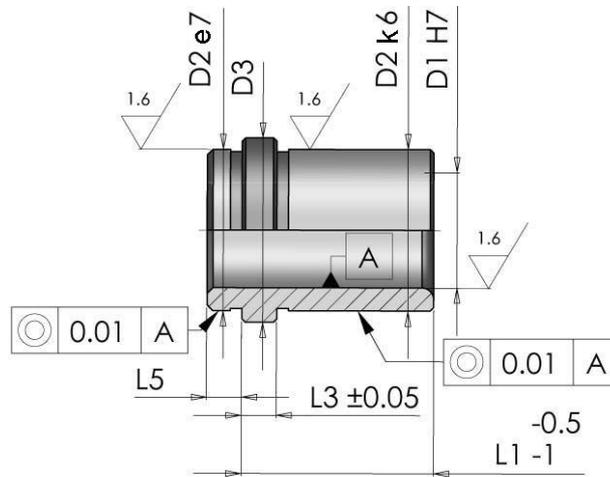


Рис. 2.3.2.10. Направляющая втулка исполнение 1

- втулка направляющая исполнение 2 диаметр 22 мм (рис. 2.3.2.11)

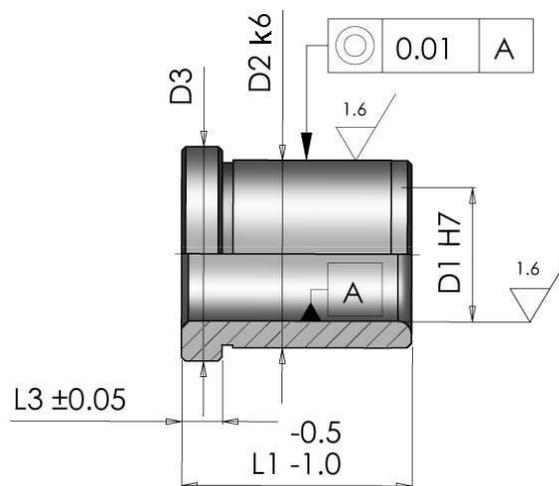


Рис. 2.3.2.11. Направляющая втулка исполнение 2

D1	D2	D3	L	L3
22	30	35	36	6

- винт с круглой головкой (рис. 2.3.2.12; количество: 4)

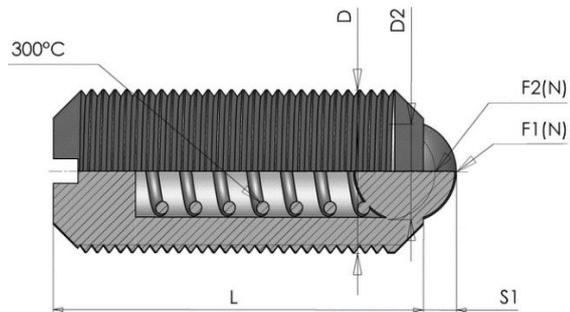


Рис. 2.3.2.12. Винт с круглой головкой

D	D2	F1	F2	L	M	S1
M5	3.0	8.8	13.3	12	M5	0.9

- втулка центрирующая (рис. 2.3.2.13; количество: 4)

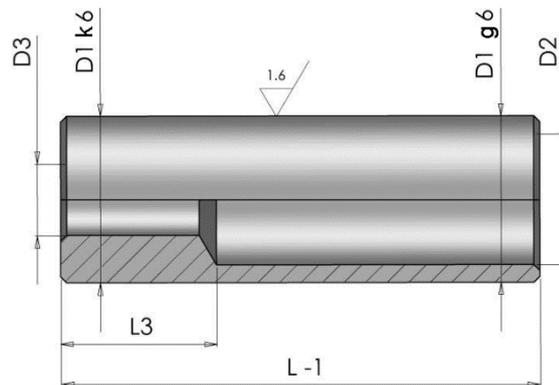


Рис. 2.3.2.13. Центрирующая втулка

D1	D2	D3	L
30	25	M12	100

● выталкиватель закаленный диаметр 4 мм (рис. 2.3.2.14; количество: 8) – выполняют функцию равномерного выталкивания изделий.

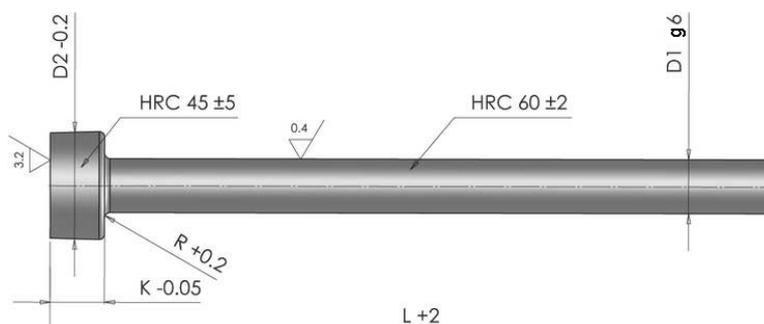


Рис. 2.3.2.14. Выталкиватель закаленный

D1	D2	D4	K	L	L3	MAT	R
4,0	8	d1 + 0.03	3	125	6	WS	0,3

● выталкиватель закаленный диаметр 6 мм – выполняет функцию выталкивания литника (рис. 2.3.2.14).

D1	D2	D4	K	L	L3	MAT	R
6,0	12	d1 + 0.03	5	125	6	WS	0,5

● выталкиватель закаленный диаметр 8 мм – выполняет функцию центрирования формы (рис. 2.3.2.14).

D1	D2	D4	K	L	L3	MAT	R
8,0	14	d1 + 0.03	5	125	8	WS	0,5

- литниковая втулка (рис. 2.3.2.15)

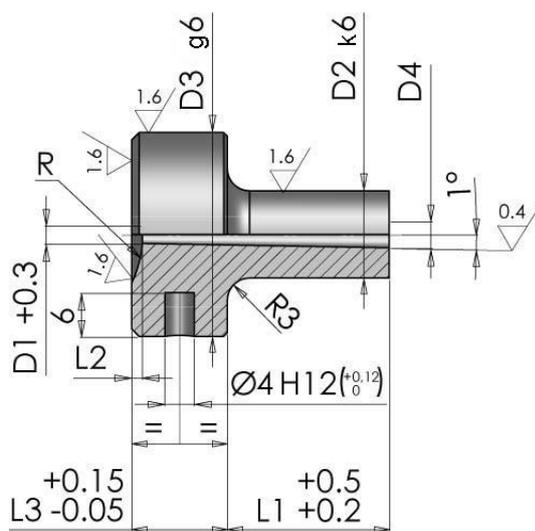


Рис. 2.3.2.15. Литниковая втулка

D1	D2	D3	L1	L3	R
3,5	12	28	56	13	R0

- фланец центрирующий, два фиксирующих отверстия (рис. 2.3.2.16).

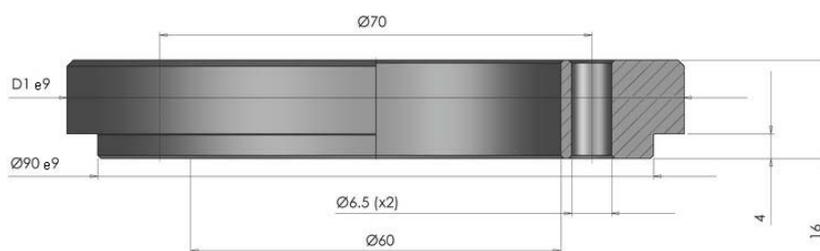


Рис. 2.3.2.16. Центрирующий фланец

D1=110мм, L=16мм;

Механический привод является самым простым и в данном случае позволяет выполнить формообразование внутренних полостей в изделии.

На рис. 2.3.3.1 изображена типовая конструкция механического привода с наклонной колонкой с ползуном (знаком).

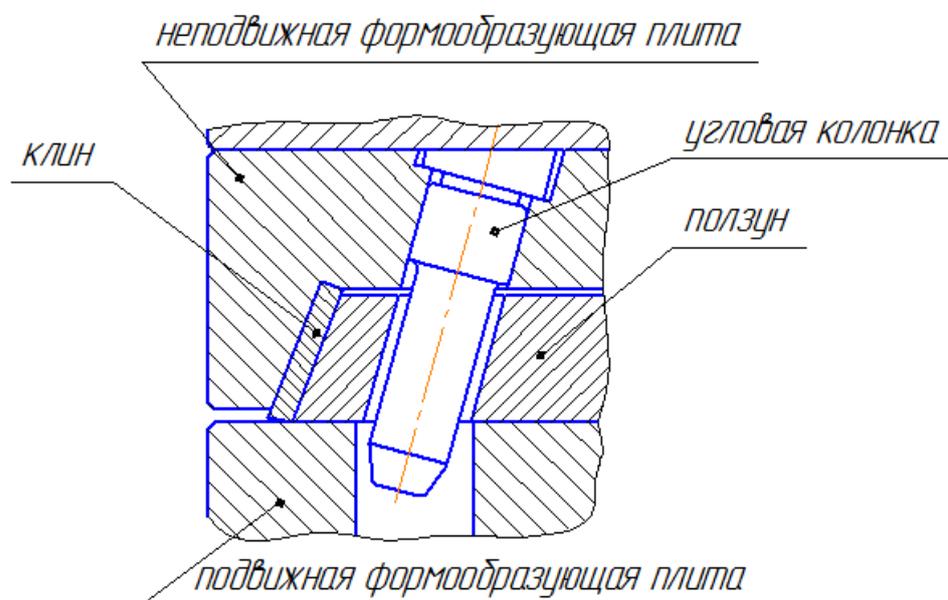


Рис. 2.3.3.1. типовая конструкция механического привода с наклонной колонкой

Диаметр отверстия в ползуне минимум на 1 мм больше диаметра угловой колонки колонки. Это необходимо для того, чтобы в начальный момент раскрытия формы разгрузить ползун и закрепленные на нем оформляющие элементы от усилий замыкания формы, а также предотвратить заклинивание колонки в конечный момент смыкания формы, когда компенсационная планка 3 зажимает ползун. Необходимость в компенсационной планке отпадает, если нажимной клин не выполнен за одно целое с неподвижной формообразующей плитой, а является вставным или привернутым. В этом случае замыкание регулируют перемещением или дополнительной шлифовкой самого клина [7].

Для предотвращения защемления из-за неравномерного температурного расширения подвижные элементы формы (ползуны, знаки, полуматрицы) необходимо включать в систему термостатирования формы. [7]

2.3.4. Проектирование оформляющей полости

Проектирование оформляющей полости является главным этапом в процессе разработки пресс-формы.

В этот раздел входит проектирование специальных и доработка нормализованных деталей, входящих в формообразование изделия.

Исполнительные размеры формообразующих элементов назначают в зависимости от допуска на размеры изделия и усадки формуемого материала (берется среднее значение). Методика расчета гладких формообразующих элементов в соответствии с ГОСТ 15947–7.0 приведена в табл. 50 [7, с. 182].

Углы конусов поверхностей формообразующих деталей, предусматриваемые для съема изделий, нужно располагать в пределах поля допуска размера изделия и назначать их менее приведенных в табл. 51 [7, с. 183]. Уклоны должны быть направлены в сторону увеличения охватываемых размеров и в сторону уменьшения охватываемых размеров формообразующих деталей. Рекомендации по назначению углов и уклонов упомянуты в п.1.5.

Исполнительные размеры гладких формообразующих деталей, рассчитанные по формулам табл. 50, следует округлять с кратностью, указанной в табл. 52 [7, с. 183] (охватываемые размеры – в сторону увеличения, а охватываемые, межосевые и прочие – в сторону уменьшения).

Учитывая вышеуказанные методики и рекомендации приступаем к проектированию механического привода и оформляющей полости.

Ползун (далее БЗ – большой знак или ползун; материал 5ХНМ) (рис. 2.3.3.2) располагается на подвижной формообразующей плите ML2. Необходимо обеспечить направляющую (рис 2.3.3.10.), которая позволит БЗ двигаться только вдоль оси внутреннего отверстия в изделии. На ползуне размещаются элементы (выполнены из стали 40х, позволяющие выполнить формообразование отверстия диаметром 2 мм на боковой грани изделия (рис. 2.3.3.3.)

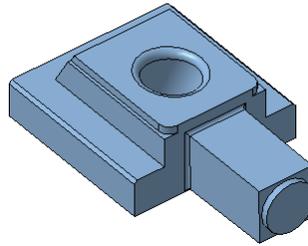


Рис. 2.3.3.2. Ползун «большой знак»

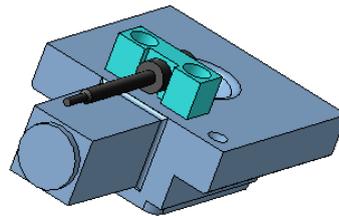


Рис. 2.3.3.3. Элементы для формообразования отверстия диаметра 2мм на боковой грани изделия

Для предотвращения смещения ползуна после раскрытия формы необходимо применять фиксирующие устройства. Исходя из рекомендаций [7, с. 164] выберем следующий вариант (рис. 2.3.3.4):

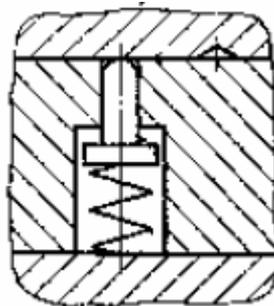


Рис. 2.3.3.4. фиксирующее устройство ползуна

Угловая колонка размещается на неподвижной формообразующей плите ML1. Следует учесть, что с помощью пресс-формы необходимо изготавливать два изделия за цикл, а само изделие имеет два отверстия под углом 90° . Для размещения механизма необходимо выполнить доработку плит ML1 и ML2.

Проектирование остальных элементов оформляющей полости выполнено в соответствии с методиками и рекомендациями [7]. Ниже дано описание готовых решений для заданного изделия.

После необходимой механической доработки плиты (рис. 2.3.3.10.) на подвижную плиту ML2 крепится матрица, которая имеет следующий вид (рис. 2.3.3.5.):

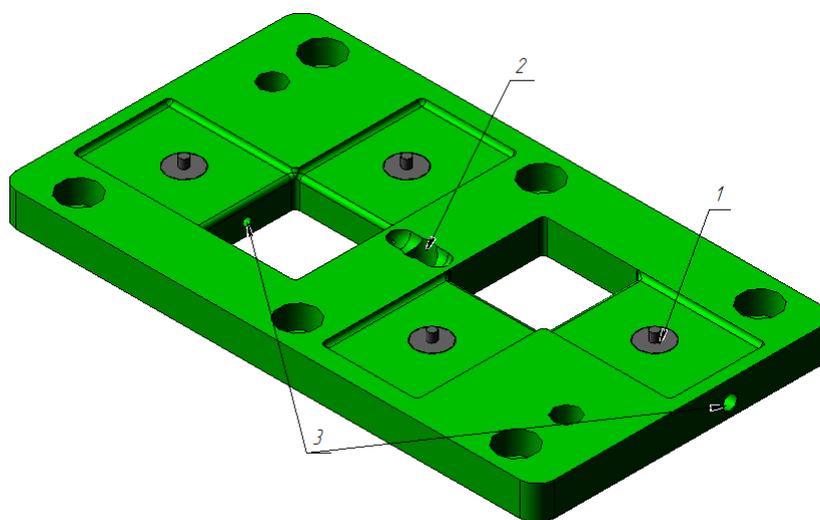


Рис. 2.3.3.5. Элемент матрица

Знаки 1 выполняют формообразование отверстий диаметра 2мм на верхних гранях изделия. На боковых стенках вогнутой полости 2 располагаются отверстия диаметром 0,7мм, через которые происходит заполнение (впрыск) оформляющей полости расплавом. Само отверстие является частью главного литникового канала. Через отверстие 3 происходит перемещение элемента «знак малый».

Для того чтобы разгрузить БЗ и закрепленные на нем оформляющие элементы от усилий замыкания формы, а также предотвратить заклинивание колонки в конечный момент смыкания формы, необходимо разместить на неподвижной плите ML1 клинья (рис. 2.3.3.6)

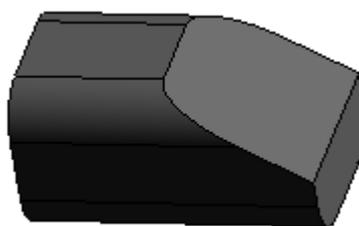


Рис. 2.3.3.6. Элемент клин

Для получения углового отверстия в изделии проектируем элемент «вставка формообразующая» (рис. 2.3.3.7), схожий с БЗ. Вставка формообразующая неподвижна и крепится на неподвижной плите ML1.

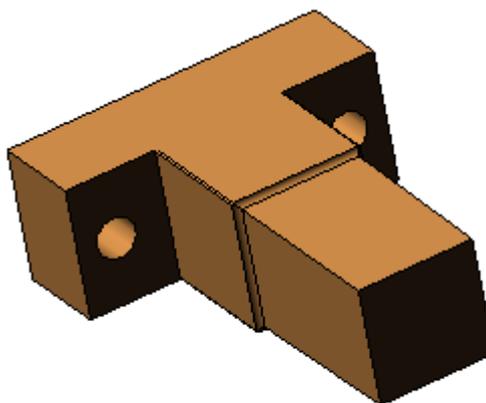


Рис. 2.3.3.7. Элемент вставка формообразующая

После всей необходимой доработки внутренняя сторона плиты ML1 с установленными на ней вставками, клиньями, угловыми и направляющими колонками имеет следующий вид (рис. 2.3.3.8, рис. 2.3.3.9):

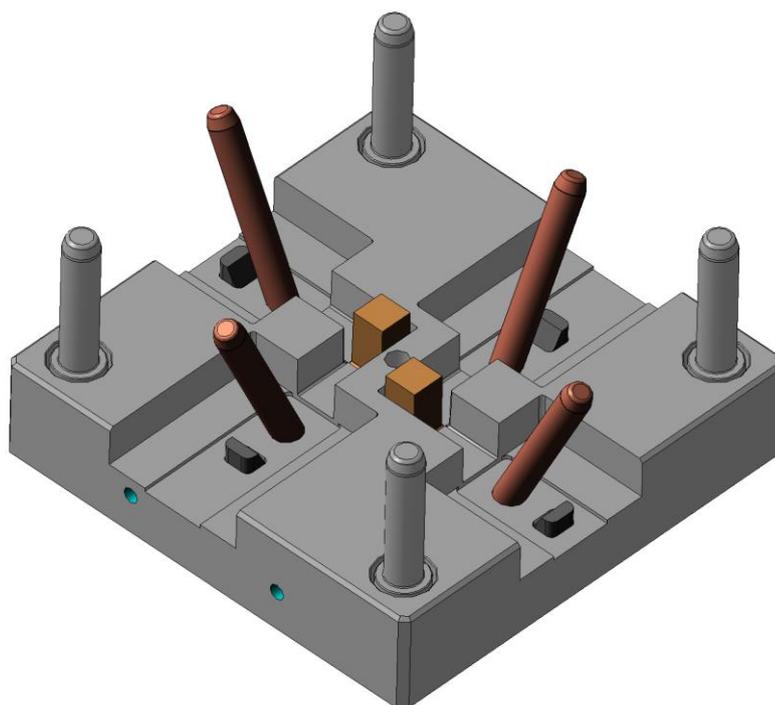


Рис. 2.3.3.8. Внутренняя сторона плиты MLI после доработки с установленными на ней вставками, клиньями, угловыми и направляющими колонками

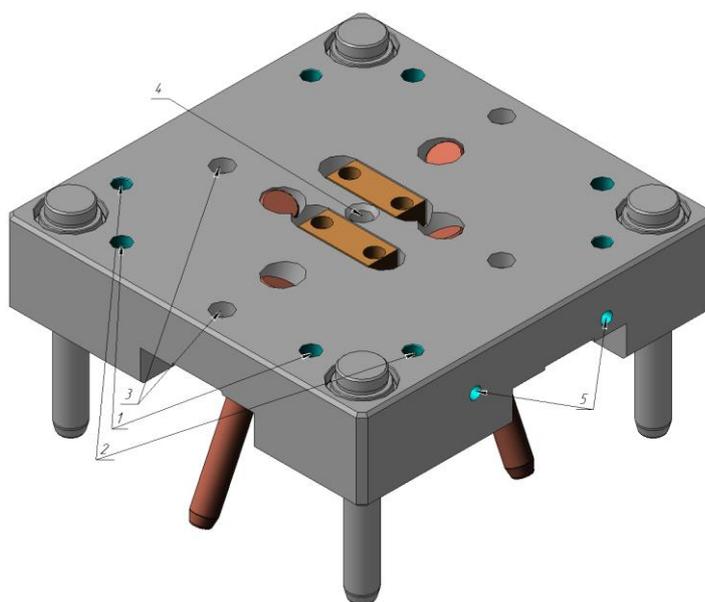


Рис. 2.3.3.9. Внешняя сторона плиты MLI после доработки с установленными на ней вставками, клиньями, угловыми и направляющими колонками. 1–отверстия под крепление с плитой KL2; 2–отверстия под крепление с плитой станка; 3–отверстия под крепление клиньев; 4–отверстие центрального литникового канала; 5–каналы охлаждения.

Подвижная плита ML2 со всеми установленными на ней элементами вместе с плитой TL (доработка выполнена) имеет следующий вид (изнутри рис. 2.3.3.10, снаружи рис. 2.3.3.11)

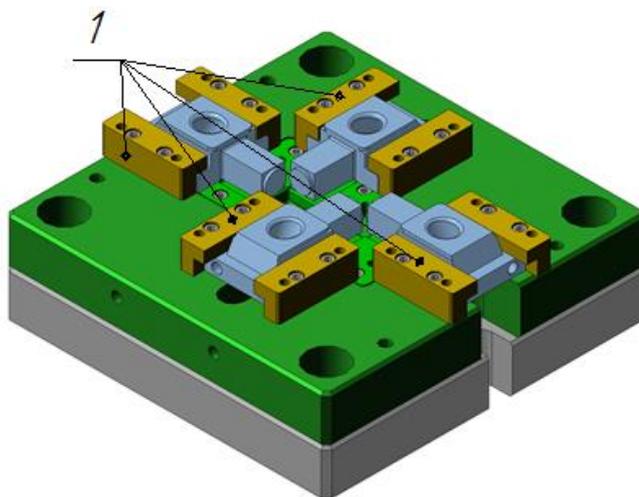


Рис. 2.3.3.10. Подвижная плита ML2 со всеми установленными на ней элементами вместе с плитой TL. Вид изнутри. 1–направляющие.

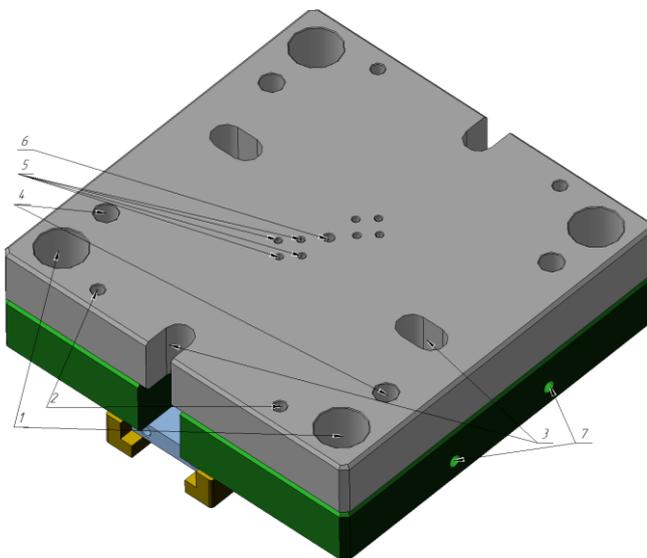


Рис. 2.3.3.11. Подвижная плита ML2 со всеми установленными на ней элементами вместе с плитой TL. Вид снаружи. 1–отверстия под направляющие колонки; 2–отверстия под центрирующие спицы; 3–отверстия под выход угловых колонок; 4–крепежные отверстия; 5–отверстия под выталкиватели изделий; 6–отверстие центрального выталкивателя литника; 7– каналы охлаждения.

2.3.5. Система охлаждения и регулирования температуры формы

Задача системы охлаждения состоит в обеспечении равномерного, быстрого и одновременного окончания охлаждения изделия с наружной и внутренней стороны и по всей площади [п. 1.7]. Необходимо обеспечить охлаждение всех деталей формы, которые непосредственно участвуют в формообразовании изделия. На рис. 2.3.3.12 показаны сечения 3D моделей, в которых выполнены каналы охлаждения.

- Неподвижная формообразующая плита ML1

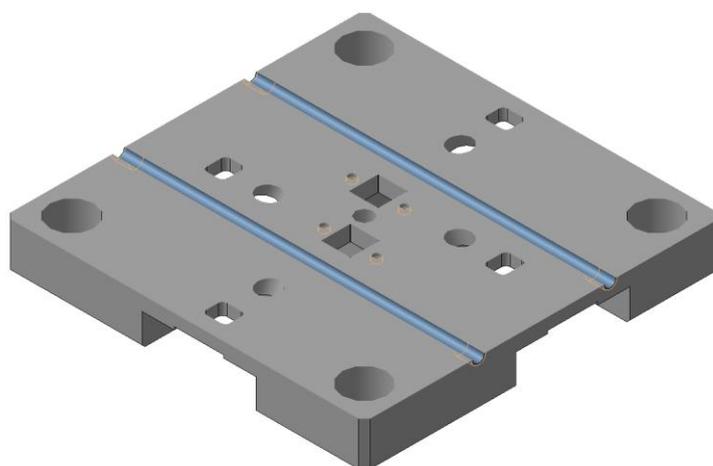


Рис. 2.3.3.12. Каналы охлаждения неподвижной формообразующей плиты ML1

- Подвижная формообразующая плита ML2 (рис. 2.3.3.13)

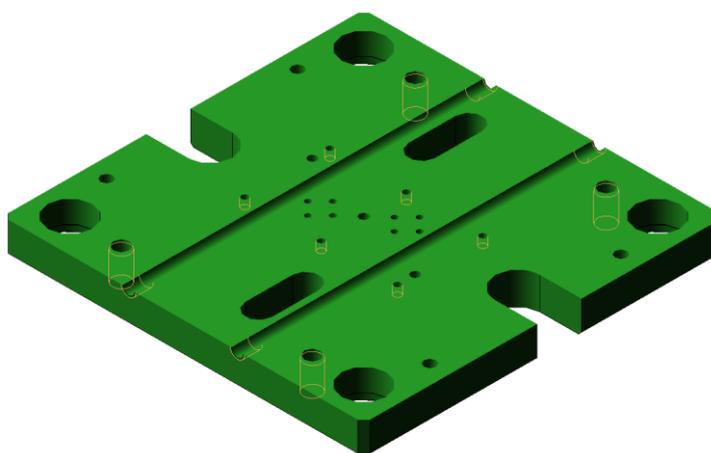


Рис. 2.3.3.13. Каналы охлаждения подвижной формообразующей плиты ML2

- Крепежная плита KL2 (рис. 2.3.3.14)

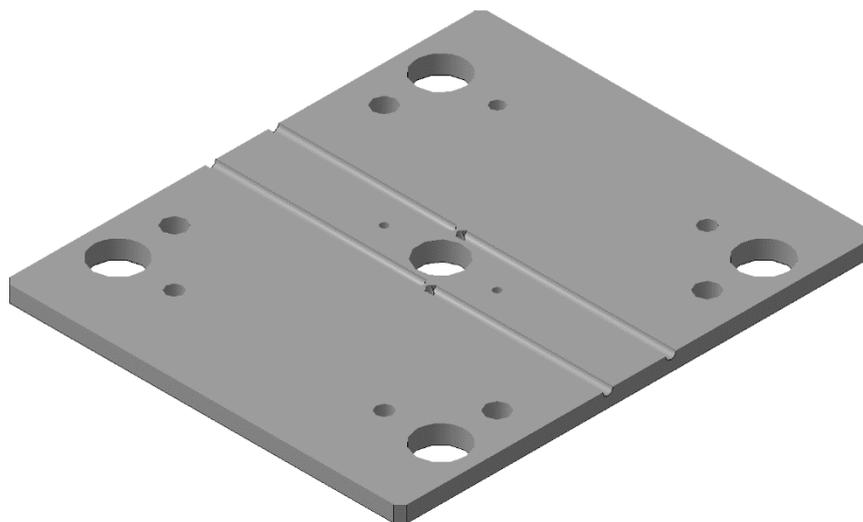


Рис. 2.3.3.14. Каналы охлаждения крепежной плиты ML2

- Ползун «большой знак».

Ползун БЗ воспринимает от изделия наибольшее температурное воздействие. На рис. 2.3.3.15 представлено сечение 3D модели.

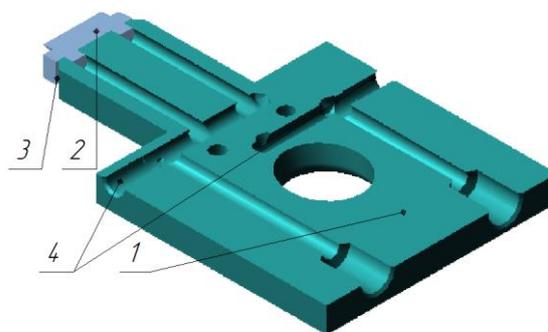


Рис. 2.3.3.15. БЗ в сечении, версия I (показ каналов для охлаждающей жидкости) 1 – знак большой; 2 – заглушка знака большого; 3 – место под сварку; 4 – технологические отверстия

Было разработано несколько вариантов конструкции БЗ. В результате принято решение сделать ползун сборным, чтобы обеспечить рациональное расположение каналов для протекания охлаждающей жидкости. Элементы 1 и 2

в месте стыка 3 соединяются между собой ручной сваркой. Технологические отверстия 4 герметично заделываются.

Результаты натуральных испытаний показали, что данное решение оказалось ненадежным: после отработки пресс-формой нескольких тысяч циклов, сварной шов не выдержал температурных колебаний и воздействия давления при впрыске, что привело к поломке БЗ. Было решено переработать подвижный элемент и сделать его цельным.

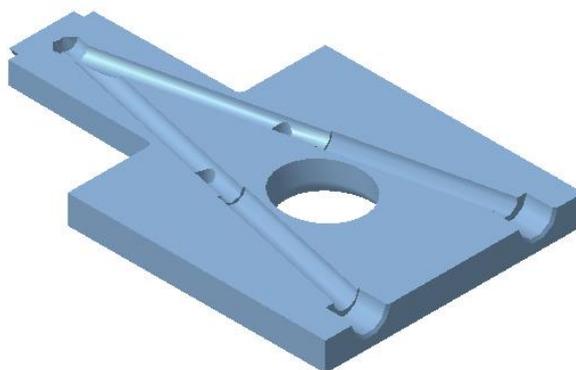


Рис. 2.3.3.16. БЗ в сечении, версия II (показ каналов для охлаждающей жидкости)

По результатам испытаний и дополнительной настройке режимов получения отливки на термопластавтомате (объем впрыска, скорость смыкания пресс-формы, время выдержки) конструкция БЗ была доработана. На рис. 2.3.3.16 представлена его окончательная конструкция.

2.4 Получение двойников

В п. 2.3 описывался процесс проектирования пресс-формы для литья изделия «тройник» (рис 2.1.1. б). Для получения изделия «двойник» (рис 2.1.1. а) необходимо из формообразующей подвижной плиты ML1 убрать два противоположно расположенных «больших знака» и сопряженные с ними детали («угловые колонки», «малые знаки», «вилки») и поместить «заглушки» 1 (рис 2.4.1), чтобы материал поступал в нужные зоны формующей полости.

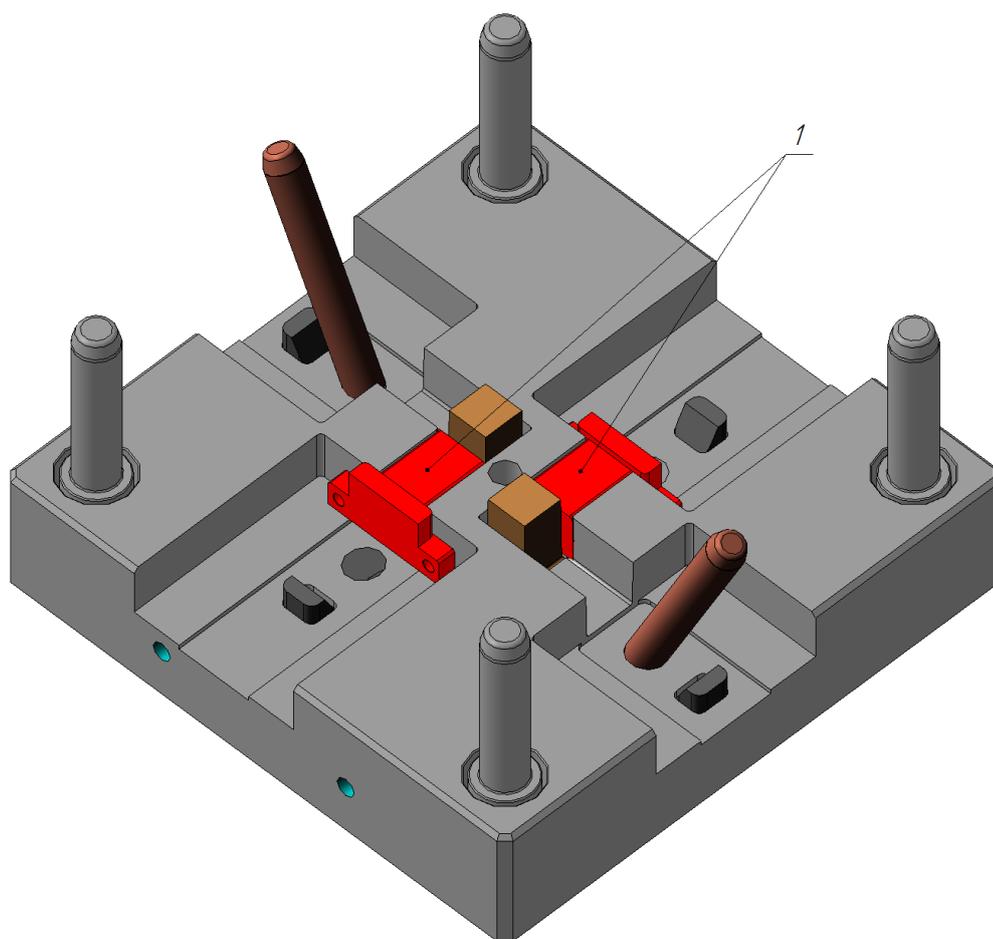


Рис 2.4.1 *Внутренняя сторона формообразующей неподвижной плиты ML1 для «двойника». 1 – заглушка.*

3. Проектирование технологии сборки пресс-формы

3.1 Разработка технологической схемы сборки

Последовательность общей сборки изделия в основном определяется его конструктивными особенностями и принятыми методами достижения требуемой точности, а поэтому не может быть произвольной. На этом этапе важно правильно выделить в изделии сборочные единицы соответствующего порядка, которые характеризуются независимостью и законченностью сборки, а при транспортировании по рабочим местам сборки не распадаются на отдельные детали [17].

Схема сборки и чертеж представлены в приложении Г и Д соответственно.

3.2 Разработка маршрутного технологического процесса сборки

Составим технологическую карту сборки приспособления, маршрут технологического процесса сборки приведен в таблице 5.

Таблица 5. Маршрут технологического процесса сборки

№ операции	Наименование операции	Содержание операции и переходов
005	Сборка матрицы (Сб.8)	<ol style="list-style-type: none">1. Протереть и установить знак 9.2. Протереть и установить знак малый 15.3. Протереть и установить вилку 16.
010	Сборка плиты ML1 (Сб.2)	<ol style="list-style-type: none">1. Протереть и установить вставку формообразующую 7.2. Закрепить вставку формообразующую винтами 29.3. Протереть и установить клин 4.4. Закрепить клин винтами 30.5. Протереть и установить колонку угловую 5.6. Протереть и установить колону направляющую 6.7. Протереть и установить плиту KL2 1.8. Закрепить плиту KL2 винтами 33.9. Протереть и установить кольцо 3.10. Закрепить кольцо 3 винтами 31.11. Ввинтить штуцер 32.

015	Сборка плиты формообразующей ML2 (Сб.14).	<ol style="list-style-type: none"> 1. Установить матрицу Сб.8. 2. Закрепить матрицу винтами 34. 3. Протереть и установить штифт установочный 17. 4. Протереть и установить направляющую 11. 5. Закрепить направляющую винтами 31. 6. Протереть и установить знак большой 12. 7. Ввинтить штуцер 32.
020	Сборка плиты UL1 (Сб.20)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Протереть и установить толкатель центральный 21. 2. Протереть и установить толкатель 22. 3. Протереть и установить спицу 24. 4. Протереть и установить плиту UL2 19. 5. Закрепить плиту UL2 винтами 35.
025	Сборка плиты основания KL6 (Сб.18)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Протереть и установить колонну 10. 2. Установить плиту опорную TP 23. 3. Установить плиту UL1 Сб.20. 4. Установить плиту TL 13. 5. Закрепить плиту TL винтами 36. 6. Установить плиту ML2 Сб.14. 7. Установить плиту ML1 Сб.2.
030	Контрольная	<ol style="list-style-type: none"> 1. Проверить надежность сборки

3.3 Определение норм времени технологического процесса сборки

Норма времени на выполнение сборочной операции устанавливается по формулам и нормативам [18]:

• Определим норму штучно-калькуляционного времени на сборочную операцию 005 – «Сборка матрицы». Операция выполняется в условиях единичного производства.

1. Протереть и установить знак 9. Расчетное оперативное время $t_{1.1} = 0,09 * 2 = 0,18$ мин.

2. Протереть и установить знак малый 15. Расчетное оперативное время $t_{1.2} = 0,09 * 2 = 0,18$ мин.

3. Протереть и установить вилку 16. Расчетное оперативное время $t_{1,3} = 0,09 \cdot 2 = 0,18$ мин.

$$T_{оп1} = 0,54 \text{ мин.}$$

• Определим норму штучно-калькуляционного времени на сборочную операцию 010 – «Сборка плиты ML1». Операция выполняется в условиях единичного производства.

1. Протереть и установить вставку формообразующую 7. Расчетное оперативное время $t_{2,1} = 0,11 \cdot 2 = 0,22$ мин.

2. Закрепить вставку формообразующую винтами 29. Расчетное оперативное время $t_{2,2} = 0,65 \cdot 2 = 1,3$ мин.

3. Протереть и установить клин 4. Расчетное оперативное время $t_{2,3} = 0,13 \cdot 4 = 0,42$ мин.

4. Закрепить клин винтами 30. Расчетное оперативное время $t_{2,4} = 0,27 \cdot 4 = 1,08$ мин.

5. Протереть и установить колонку угловую 5. Расчетное оперативное время $t_{2,5} = 0,25 \cdot 4 = 1$ мин.

6. Протереть и установить колону направляющую 6. Расчетное оперативное время $t_{2,6} = 0,23 \cdot 4 = 0,92$ мин.

7. Протереть и установить плиту KL2 1. Расчетное оперативное время $t_{2,7} = 0,26$ мин.

8. Закрепить плиту KL2 винтами 33. Расчетное оперативное время $t_{2,8} = 0,4 \cdot 4 = 1,6$ мин.

9. Протереть и установить кольцо 3. Расчетное оперативное время $t_{2,9} = 0,11$ мин.

10. Закрепить кольцо 3 винтами 31. Расчетное оперативное время $t_{2,10} = 0,6 \cdot 2 = 1,2$ мин.

11. Ввинтить шуцер 32. Расчетное оперативное время $t_{2.11} = 0,3*4=1,2$ мин.

$T_{оп2}=9,31$ мин.

•Определим норму штучно-калькуляционного времени на сборочную операцию 015 – «Сборка плиты формообразующей ML2». Операция выполняется в условиях единичного производства.

1. Установить матрицу Сб.8. Расчетное оперативное время $t_{3.1}=0,11$ мин.

2. Закрепить матрицу винтами 34. Расчетное оперативное время $t_{3.2} = 0,37*6=2,22$ мин.

3. Протереть и установить штифт установочный 17. Расчетное оперативное время $t_{3.3} = 0,1*16=1,6$ мин.

4. Протереть и установить направляющую 11. Расчетное оперативное время $t_{3.4} = 0,2*8=1,6$ мин.

5. Закрепить направляющую винтами 31. Расчетное оперативное время $t_{3.5} = 0,55*16=8,8$ мин.

6. Протереть и установить знак большой 12. Расчетное оперативное время $t_{3.6} = 0,13*4=0,42$ мин.

7. Ввинтить шуцер 32. Расчетное оперативное время $t_{3.7} = 0,3*8=2,4$ мин.

$T_{оп3}=17,15$ мин.

•Определим норму штучно-калькуляционного времени на сборочную операцию 020 – «Сборка плиты UL1». Операция выполняется в условиях единичного производства.

1. Протереть и установить толкатель центральный 21. Расчетное оперативное время $t_{4.1} = 0,09$ мин.

2. Протереть и установить толкатель 22. Расчетное оперативное время $t_{4.2} = 0,09*8=0,72$ мин.

3. Протереть и установить спицу 24. Расчетное оперативное время $t_{4,3} = 0,09 \cdot 4 = 0,36$ мин.

4. Протереть и установить плиту UL2 19. Расчетное оперативное время $t_{4,4} = 0,2$ мин.

5. Закрепить плиту UL2 винтами 35. Расчетное оперативное время $t_{4,5} = 0,4 \cdot 4 = 1,6$ мин.

$$T_{оп4} = 2,97 \text{ мин.}$$

•Определим норму штучно-калькуляционного времени на сборочную операцию 025 – «Сборка плиты основания KL6». Операция выполняется в условиях единичного производства.

1. Протереть и установить колонну 10. Расчетное оперативное время $t_{5,1} = 0,25 \cdot 4 = 1$ мин.

2. Установить плиту опорную TP 23. Расчетное оперативное время $t_{5,2} = 0,25 \cdot 2 = 0,5$ мин.

3. Установить плиту UL1 СБ.20. Расчетное оперативное время $t_{5,3} = 1$ мин.

4. Установить плиту TL 13. Расчетное оперативное время $t_{5,4} = 0,25$ мин.

5. Закрепить плиту TL винтами 36. Расчетное оперативное время $t_{5,5} = 0,4 \cdot 4 = 1,6$ мин.

6. Установить плиту ML2 Сб.14. Расчетное оперативное время $t_{5,6} = 0,3$ мин.

7. Установить плиту ML1 Сб.2. Расчетное оперативное время $t_{1,1} = 0,3$ мин.

$$T_{оп5} = 4,95 \text{ мин.}$$

•Определим норму штучно-калькуляционного времени на сборочную операцию 030 – «Контрольная».

1. Проверить надежность сборки и работоспособность приспособления. Расчетное оперативное время $t_1 = 2$ мин.

$$T_{\text{оп}} = 2 \text{ мин.}$$

$$\sum T_{\text{оп}} = 0,54 + 9,31 + 17,15 + 2,97 + 4,95 + 2 = 36,92 \text{ мин.}$$

Расчет нормы штучно-калькуляционного времени в условиях мелкосерийного и единичного производства производим по формуле:

$$T_{\text{шк}} = T_{\text{оп}} \cdot \left(1 + \frac{\alpha_{\text{пз}} + \alpha_{\text{об}} + \alpha_{\text{отл}}}{100} \right) \cdot K_1 \cdot K_2$$

где $\alpha_{\text{пз}}$, $\alpha_{\text{об}}$, $\alpha_{\text{отл}}$ – проценты соответственно подготовительно-заключительного времени, времени на обслуживание рабочего места и времени на отдых и личные потребности от оперативного времени; K_1 , K_2 – поправочные коэффициенты, учитывающие особенности выполнения операции. Принимаем: $\alpha_{\text{пз}}=2\%$; $\alpha_{\text{об}}=3,5\%$; $\alpha_{\text{отл}}=6\%$; $K_1=1$ (отношение планируемого выпуска изделий в месяц к нормативному); $K_2=1$ (по карте 5 – работа в положении «удобно»).

Штучно-калькуляционное время составит:

$$T_{\text{шк}} = 36,92 * \left(1 + \frac{2 + 3,5 + 6}{100} \right) = 41,17 \text{ мин.}$$

4. Проведение пусконаладочных работ пресс-формы на термопластавтомате rico US32

Для стабильного производства изделий необходимо выполнить отладку термопластавтомата с разработанной пресс-формой.

- **Сборка пресс формы в соответствии с разработанной технологией**

На рис. 4.1 предоставлена 3D модель пресс-формы в разомкнутом состоянии.

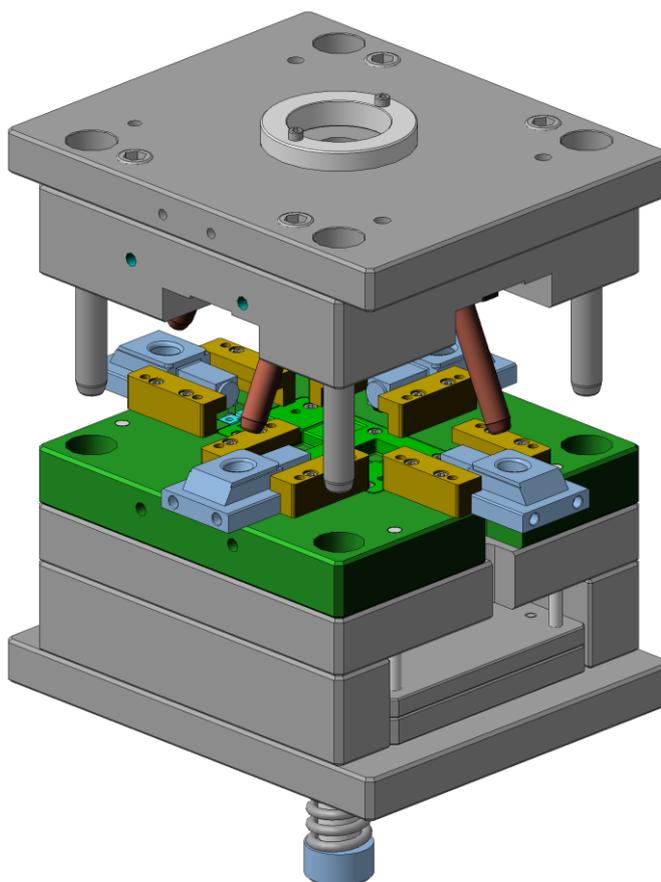


Рис. 4.1. 3D модель пресс-формы в разомкнутом состоянии

- **Установка пресс формы**

Установка частей пресс-формы производится на переднюю статичную стойку и на подвижный ползун. Крепление выполнялось с помощью болтов на каждую часть пресс-формы. Главными факторами установки пресс-формы являлись обеспечение соосности и герметичности соединения мундштука станка и литника пресс-формы.

- **Наладка термопластавтомата под типоразмер пресс-формы**

Для обеспечения требуемого хода ползуна и его своевременной остановки при соединении со второй частью, а также для создания необходимого усилия между частями пресс формы, настраиваются все необходимые концевые выключатели.

- **Установка системы охлаждения пресс-формы (рис. 4.2).**



Рис. 4.2. Установка системы охлаждения пресс-формы

Охлаждение пресс-формы осуществляется с помощью заранее проделанных отверстий в деталях, которые непосредственно контактируют с расплавленным материалом.

- **Подгонка дозы материала (рис. 4.3)**

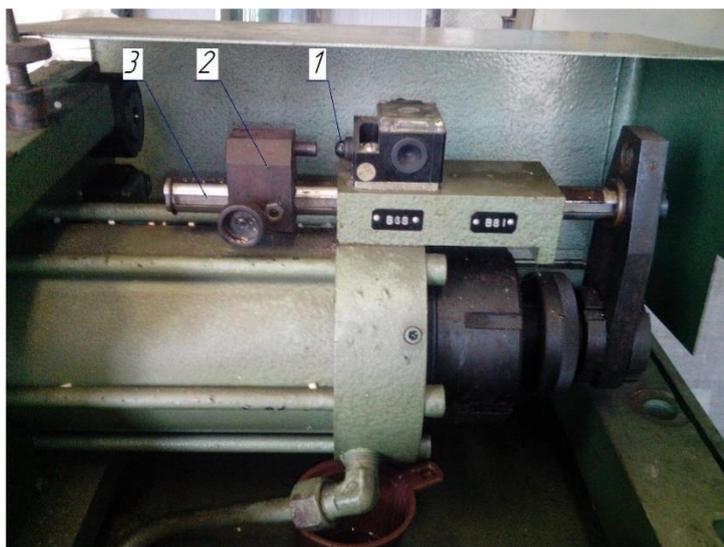


Рис. 4.3. Подгонка дозы материала

Объем подаваемого материала лимитируется с помощью концевого выключателя 1. Установкой ответного выключателя 2 на линейке 3 регулируют отход червяка и, следовательно, подготовленный к дальнейшим действиям объем расплавленного материала в зоне дозирования и мундштука.

- **Настройка скорости смыкания-размыкания частей пресс-формы, скорости впрыскивания материала (рис. 4.4)**



Рис. 4.4. Панель настройки режимов термопластавтомата

Скорость смыкания-размыкания частей пресс-формы настраивалась таким образом, чтобы при смыкании частей пресс-формы не было сильного удара, но при этом сохранялась максимальная скорость при достижении требований технических характеристик изделия.

Скорость впрыскивания материала настраивалась так, чтобы материал не успевал остывать (тем самым не становился густым) при прохождении через мундштук, а также свободно и равномерно распределялся по объему формирующей полости пресс-формы.

- **Получение образцов изделий**

В результате выполненных работ по настройке пресс-формы и термопластавтомата были получены годные изделия (рис. 4.5).

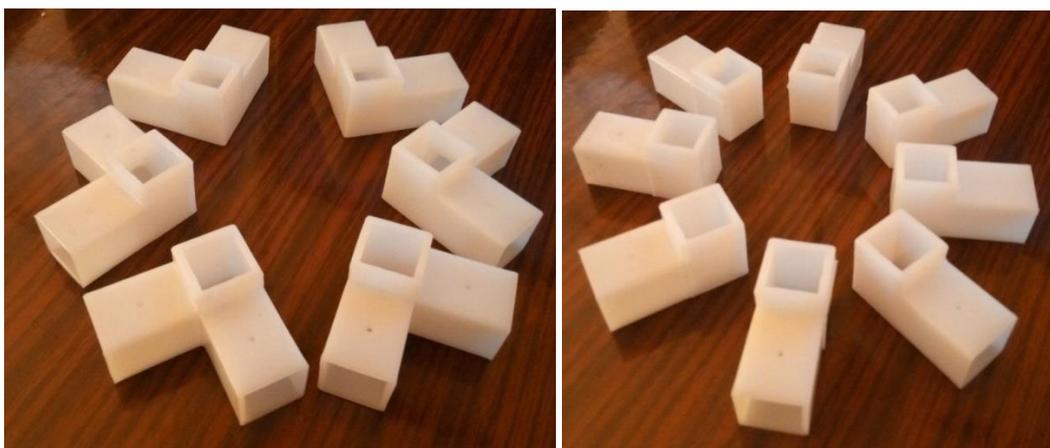


Рис. 4.5. Годные изделия

Выводы

При проектировании пресс-формы необходимо учитывать множество нюансов, чтобы на выходе изделие получалось без дефектов. Одним из важных нюансов является обеспечение достаточного отвода тепла от формообразующих элементов пресс-формы, и как следствие достаточного охлаждения пресс-формы в целом. Это влияет на остаточные напряжения в изделии, что впоследствии сказывается на её долговечность. Немаловажным моментом является место подвода литника в изделии, положение выталкивателей, следов от вставок и расположение линии разъема формообразующих элементов. Расположение впускного литникового канала влияет на характер течения расплава в форме, на внутренние напряжения, образование спаев в изделии, следы течения на поверхности изделия и на усадку.

Важно учитывать конфигурацию пластмассового изделия. Она существенно влияет на конструкцию формы (зависящую от технологичности изделия) и качественные показатели изделия, которые, в свою очередь, зависят как от технологии его изготовления, так и от его конструкции. Необходимо учитывать, что в ряде случаев ошибки, заложенные при разработке изделия, невозможно исправить выбором конструкции формы. При конструировании пластмассовых изделий необходимо стремиться к обеспечению рациональных условий течения материала в форме, повышению точности изготовления, уменьшению внутренних напряжений, коробления и цикла изготовления.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
8ЛМ51	Павлов Лев Николаевич

Институт	Кибернетики	Кафедра	ТМСИР
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	15.04.01 «Машиностроение»

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Стоимость ресурсов принять как среднюю по г.Томску, заработную плату принять по окладу ТПУ
2. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Отчисления во внебюджетные организации принять 30%

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ	Потенциальные потребители результатов исследования. Анализ конкурентных технических решений, SWOT-анализ. Определение возможных альтернатив проведения научных исследований
2. Планирование научно-исследовательских работ,: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок	Структура работ в рамках научного исследования. Определение трудоемкости выполнения работ. Разработка графика проведения научного исследования. Расчет материальных затрат НТИ. Основная заработная плата. Дополнительная заработная плата. Отчисления во внебюджетные фонды. Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Перечень графического материала(с точным указанием обязательных чертежей):

1. Сегментирование рынка
2. Оценка конкурентоспособности технических решений
3. Матрица SWOT
4. График проведения и бюджет НТИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Спицын В.В.	К.Э.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8НМ51	Павлов Л.Н.		

5. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Введение

В современном мире перспективность научного исследования определяется не столько масштабом открытия, оценить которое на первых этапах бывает достаточно трудно, сколько коммерческой ценностью разработки. Необходимым условие оценки коммерческой ценности разработки является поиск источников финансирования для проведения научного исследования и коммерциализации его результатов. Это важно для разработчиков, которые должны представлять состояние и перспективы проводимых научных исследований. С помощью этой оценки ученый может найти партнера для дальнейшего проведения научного исследования, коммерциализации результатов такого исследования и открытия бизнеса.

Коммерческая привлекательность научного исследования определяется не только превышением технических параметров над предыдущими разработками, но и насколько быстро разработчик сумеет найти ответы на такие вопросы – будет ли продукт востребован рынком, какова будет его цена, чтобы удовлетворить потребителя, каков бюджет научного проекта, сколько времени потребуется для выхода на рынок и т.д.

Таким образом, целью раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является определение перспективности и успешности научно-исследовательского проекта, разработка механизма управления и сопровождения конкретных проектных решений на этапе реализации.

5.1 Краткое описание выполненной работы

Проектирование пресс-формы для литья под давлением – важнейший этап конструкторско-технологической подготовки и внедрения в производство изделий из термопластичных материалов. Это метод литья является одним из

наиболее экономичных и высокопроизводительных процессов литейного производства и находит все большее распространение в различных отраслях промышленности при крупносерийном и массовом производстве из-за возможности максимально приблизить размеры отливок к размерам готовых деталей. В случае обработки термопластов данным методом, изделия, полученные при помощи пресс-форм, не требуют дополнительной обработки за исключением удаления литника.

Работа выполнялась кафедрой ТМСПР в рамках хозяйственного договора по заказу ООО «Полимак». Кафедра взяла на себя обязательства по разработке, изготовлению и выполнению пусконаладочных работ пресс-формы на термопластавтомате.

По сравнению с возможными конкурентами (ООО «САУНД-ПЛАСТ», ООО «Термопластавтомат-М») на кафедре имеется необходимый инженерный состав, практически все современное оборудование и программное обеспечение, что позволяет снизить цену на конечный продукт.

Участие магистранта заключалось в сборе информации о возможных технологических решениях при проектировании пресс-формы. Также магистрант непосредственно выполнил проектирование одного из специализированных элементов пресс-формы и участвовал в отладке и запуске пресс-формы на термопластавтомате. В последствии в дипломной работе магистрант отражает последовательность процесса проектирования, сборки и отладки пресс-формы на термопластавтомате.

5.2 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего повышения.

Критерии для сравнения и оценки ресурсоэффективности и ресурсосбережения, приведенные в табл. 5.1, подбираются, исходя из выбранных объектов сравнения с учетом их технических и экономических особенностей разработки, создания и эксплуатации [19]. Позиция разработки и конкурентов оценивается по каждому показателю экспертным путем по пятибалльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 5 – наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять 1.

Конкурент 1 – ООО «САУНД-ПЛАСТ»;

Конкурент 2 – ООО «Термопластавтомат-М».

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i * B_i$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i-го показателя

Таблица 5.1 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		B_{ϕ}	B_{K1}	B_{K2}	K_{ϕ}	K_{K1}	K_{K2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1.Повышение производительности труда пользователя	0,06	5	5	5	0,3	0,3	0,3
2.Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,04	5	4	4	0,2	0,16	0,16
3. Помехоустойчивость	0,05	3	3	3	0,15	0,15	0,15

4. Энергоэкономичность	0,07	4	5	4	0,28	0,35	0,28
5. Надежность	0,06	5	3	4	0,3	0,18	0,24
6. Уровень шума	0,04	4	5	4	0,16	0,2	0,16
7. Безопасность	0,04	5	5	5	0,2	0,2	0,2
8. Потребность в ресурсах памяти	0,05	1	1	1	0,05	0,05	0,05
9. Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,05	5	4	4	0,25	0,2	0,2
10. Простота эксплуатации	0,04	3	3	3	0,12	0,12	0,12
11. Качество интеллектуального интерфейса	0,02	3	3	3	0,06	0,06	0,06
12. Возможность подключения в сеть ЭВМ	0,02	1	1	1	0,02	0,02	0,02
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность продукта	0,09	5	4	3	0,45	0,36	0,27
2. Уровень проникновения на рынок	0,06	4	4	4	0,24	0,24	0,24
3. Цена	0,09	5	4	3	0,45	0,36	0,27
4. Предполагаемый срок эксплуатации	0,05	5	5	5	0,25	0,25	0,25
5. Послепродажное обслуживание	0,07	5	2	4	0,35	0,14	0,28
6. Финансирование научной разработки	0,02	5	2	1	0,1	0,04	0,02
7. Срок выхода на рынок	0,04	3	5	5	0,12	0,2	0,2
8. Наличие сертификации разработки	0,04	3	4	4	0,12	0,16	0,16
Итого	1	79	72	70	4,17	3,74	3,63

Из таблицы 5.1 видно, что преимущества разработки делает её конкурентоспособной. Также разработанная пресс-форма имеет продолжительный срок эксплуатации и является надежной в работе.

5.3 SWOT-анализ

SWOT – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой

комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта [19].

Таблица 5.2 – SWOT-анализ

	<p>Сильные стороны конструкторско-технологической разработки:</p> <p>С1. Наличие современного оборудования</p> <p>С2. Достаточная доля рынка</p> <p>С3. Наличие эффективных каналов распределения ГП</p> <p>С4. Продукция хорошего качества</p> <p>С5. Высокая квалификация сотрудников</p> <p>С6. Наличие стратегии развития предприятия</p>	<p>Слабые стороны конструкторско-технологической разработки:</p> <p>Сл1. Низкое качество системы управления персоналом</p> <p>Сл2. Отсутствие эффективной системы мотивации и стимулирования</p> <p>Сл3. Низкий уровень маркетинговых исследований</p>
<p>Возможности:</p> <p>В1. Высокая потребность промышленной сферы в разработке пресс-форм для литья под давлением</p> <p>В2. Преимущества при выплатах по долгосрочным займам</p> <p>В3. Расширение перспектив развития бизнеса</p> <p>В4. Появление новых технологий</p>	<p>1) Внедрение долгосрочных проектов</p> <p>2) Использование новых технологий</p> <p>3) Поддержание каналов распределения</p> <p>4) Нарботка и укрепление конструкторской документации</p>	<p>1) Создание эффективной системы мотивации и стимулирования</p> <p>2) Разработка системы карьерного роста</p> <p>3) Внедрение новых технологий</p>
<p>Угрозы:</p> <p>У1. Жесткая конкуренция</p> <p>У2. Нестабильные поставки материалов</p> <p>У3. Угроза снижения доли рынка</p> <p>У4. Экономический кризис в стране</p>	<p>1) Поиск новых, более выгодных поставщиков</p> <p>2) Вложение денежных средств в материалы</p> <p>3) Удержание имеющейся доли рынка</p> <p>4) Производство продукта с конкурентным преимуществом</p> <p>5) Усиление продвижения</p>	<p>1) Использование маркетинговых стратегий</p> <p>2) Поддержание каналов распределения</p> <p>3) Дополнительная мотивация сотрудников маркетинга</p> <p>4) Вложение денежных средств в материалы</p>

5.4 Инициация проекта

5.4.1 Цели и результат проекта

В данном разделе приведена информация о заинтересованных сторонах проекта, иерархии целей проекта и критериях достижения целей.

Информация по заинтересованным сторонам проекта предоставлена в табл. 5.3.

Рабочая группа предоставлена в табл. 5.4.

Таблица 5.3 – Заинтересованные стороны проекта

Заинтересованные стороны проекта	Ожидания заинтересованных сторон
Магистрант	Магистерская диссертация
Руководитель проекта	Получение готовой последовательности разработки пресс-формы для термопластавтомата

Таблица 5.4 – Рабочая группа проекта

№ п/п	ФИО, основное место работы, должность	Роль в проекте	Функции	Трудовые затраты, час.
1.	Инженер (магистрант)	Исполнитель по проекту	Выполнение отдельных работ по проекту. Поиск информации, проектирование отдельных элементов, проведение пусконаладочных работ	2824
2.	Руководитель проекта	Отвечает за реализацию проекта	Координирует деятельность участников проекта	536
ИТОГО:				3360

5.4.2 Ограничения и допущения проекта

Ограничения проекта – это все факторы, которые могут послужить ограничением степени свободы участников команды проекта, а так же «границы проекта» - параметры проекта или его продукта, которые не будут реализованных в рамках данного проекта [19].

Таблица 5.5 – Ограничения проекта

Фактор	Ограничения/ допущения
3.1. Бюджет проекта	90000
3.1.1. Источник финансирования	Заказчик
3.2. Сроки проекта:	8.02.2016-01.06.2017
3.2.1. Дата утверждения плана управления проектом	22.02.2016
3.2.2. Дата завершения проекта	1.06.2017
3.3. Прочие ограничения и допущения	-

5.5 План проекта

В рамках планирования научного проекта необходимо построить календарный и сетевой графики проекта.

Линейный график представляется в таблице 5.6.

Таблица 5.6 – Календарный план проекта

Код работы (из ИСР)	Название	Длительность, дни	Дата начала работ	Дата окончания работ	Состав участников (ФИО ответственных исполнителей)
1	Составления технологического задания	2	8.02.2016	10.02.2016	Шамина О.Б.
2	Выбор направления исследования	2	10.02.2016	12.02.2016	Шамина О.Б.
3	Изучение литературы	42	13.02.2016	01.04.2016	Павлов Л.Н.

4	Выбор пресс-формы	26	2.04.2016	5.05.2016	Павлов Л.Н.
5	Выбор поставщика нормализованных деталей	48	6.05.2016	1.07.2016	Павлов Л.Н.
6	Проектирование специальных деталей	136	29.08.2016	28.12.2016	Павлов Л.Н.
7	Разработка чертежей	14	6.02.2017	26.02.2016	Павлов Л.Н.
8	3D моделирование	24	27.02.2017	30.03.2017	Павлов Л.Н.
9	Пусконаладка пресс-формы	33	1.04.2017	5.05.2017	Павлов Л.Н.
10	Консультирование	60	8.02.2016	1.06.2017	Шамина О.Б.
11	Оформление магистерской диссертации	30	1.05.2017	1.06.2017	Павлов Л.Н.
12	Итоговая проверка работы	3	2.06.2017	5.06.2017	Шамина О.Б.
Итого		420	8.02.2016	5.06.2017	

Диаграмма Ганта – это тип столбчатых диаграмм (гистограмм), который используется для иллюстрации календарного плана проекта, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ. График строится в виде табл. 5.7 с разбивкой по месяцам за период времени выполнения научного проекта. При этом работы на графике выделены различной штриховкой в зависимости от исполнителей, ответственных за ту или иную работу.

5.6 Бюджет научного исследования

В рамках планирования научного проекта необходимо построить календарный и сетевой графики проекта.

При планировании бюджета научного исследования должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов планируемых расходов, необходимых для его выполнения.

1) Сырье, материалы, покупные изделия и полуфабрикаты (за вычетом отходов)

В эту статью включаются затраты на приобретение всех видов материалов, комплектующих изделий и полуфабрикатов, необходимых для выполнения работ по данной теме. Количество потребных материальных ценностей определяется по нормам расхода.

Таблица 5.8 – Сырье, материалы, комплектующие изделия и покупные полуфабрикаты

Наименование	Марка, размер	Количество	Цена за ед., руб	Сумма, руб.
Крепежная плита KL2	296x246 мм	1	4581	4581
Формообразующая (неподвижная) плита ML1	246x246 мм	1	10682	10682
Формообразующая (подвижная) плита ML2	246x246 мм	1	7823	7823
Опорная плита TL	246x246 мм	1	4604	4604
Опорная деталь TP	246x43 мм	2	2141	4282
плита выталкивателей UL1	246x158 мм	1	1712	1712
плита выталкивателей UL2	246x158 мм	1	2029	2029
крепежная плита KL6	296x246 мм	1	4169	4169
Прочие стандартные элементы	-	-	-	23261

Прочее сырье	-	-	-	18947
Всего за материалы				82090
Транспортно-заготовительные расходы (3-5%)				3283
Итого по статье C_M				85373

2) Основная заработная плата

Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением проекта, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату [19].

$$C_{ЗП} = З_{осн} + З_{доп}$$

где $З_{осн}$ – основная заработная плата;

$З_{доп}$ – дополнительная заработная плата.

Основная заработная плата ($З_{осн}$) руководителя и инженера (магистранта) рассчитывается по следующей формуле:

$$З_{осн} = З_{дн} * T_p$$

где $З_{осн}$ – основная заработная плата одного работника;

T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн.;

$З_{дн}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$З_{дн} = \frac{З_M * M}{F_d}$$

где $З_M$ – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 24 раб. дня $M = 11,2$ месяца, 5-дневная неделя;

при отпуске в 24 раб. дня $M = 11,2$ месяца, 5-дневная неделя;

при отпуске в 48 раб. дней $M = 10,4$ месяца, 6-дневная неделя;

Действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн. $F_d = 248$ раб.дн.

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_m = Z_b * (k_{пр} + k_d) * k_p$$

где Z_b – базовый оклад, руб.;

$k_{пр}$ – премиальный коэффициент, (определяется Положением об оплате труда);

k_d – коэффициент доплат и надбавок (в НИИ и на промышленных предприятиях – за расширение сфер обслуживания, за профессиональное мастерство, за вредные условия: определяется Положением об оплате труда);

k_p – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Расчёт основной заработной платы приведён в табл. 5.9.

Таблица 5.9 – Расчет основной заработной платы

Исполнители	Z_b , руб.	$k_{пр}$	k_d	k_p	Z_m , руб	$Z_{дн}$, руб.	T_p , раб. дн.	$Z_{осн}$, руб.
Руководитель	25000	1,2	1,1	1,3	42900	1937	67	129779
Инженер	15000	1,2	1,1	1,3	25740	1162	353	181326

3) Дополнительная заработная плата научно-производственного персонала

В данную статью включается сумма выплат, предусмотренных законодательством о труде, например, оплата очередных и дополнительных отпусков; оплата времени, связанного с выполнением государственных и

общественных обязанностей; выплата вознаграждения за выслугу лет и т.п. (в среднем – 12 % от суммы основной заработной платы).

Дополнительная заработная плата рассчитывается исходя из 10-15% от основной заработной платы, работников, непосредственно участвующих в выполнении темы:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} * Z_{\text{осн}}$$

где $Z_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата, руб.;

$k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной зарплаты;

$Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата, руб.

Таблица 5.10 – Заработная плата исполнителей НИИ

Заработная плата	Руководитель	Инженер
Основная зарплата	129779 руб.	181326 руб.
Дополнительная зарплата	12978 руб.	18133 руб.
Итого по статье $C_{\text{зп}}$	342216 руб.	

4) Отчисления на социальные нужды

Статья включает в себя отчисления во внебюджетные фонды.

$$C_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} * (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}) = 78188,6 \text{ руб.}$$

где $k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

5) Накладные расходы

В эту статью включаются затраты на управление и хозяйственное обслуживание, которые могут быть отнесены непосредственно на конкретную тему. Кроме того, сюда относятся расходы по содержанию, эксплуатации и ремонту оборудования, производственного инструмента и инвентаря, зданий, сооружений и др. В

расчетах эти расходы принимаются в размере 70 - 90 % от суммы основной заработной платы научно- производственного персонала данной научно-технической организации.

Расчет накладных расходов ведется по следующей формуле:

$$C_{\text{накл}} = k_{\text{накл}} * (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}),$$

где $k_{\text{накл}}$ – коэффициент накладных расходов.

$$C_{\text{накл}} = 0,75 * 342216 = 256662 \text{ руб}$$

На основании полученных данных по отдельным статьям затрат составляется калькуляция плановой себестоимости разработки технологии изготовления литейной формы. Все данные сведены в табл. 5.11.

Таблица 5.11 – группировка затрат по статьям

Наименование статей затрат	Сумма, руб.
Сырье, материалы, покупные изделия и полуфабрикаты	85373
Основная заработная плата	342216
Дополнительная заработная плата	34221,6
Отчисления на социальные нужды	78188,6
Накладные расходы	256662
Итоговая плановая себестоимость	79666,6

5.7 Реестр рисков проекта

Идентифицированные риски проекта включают в себя возможные неопределенные события, которые могут возникнуть в проекте и вызвать последствия, которые повлекут за собой нежелательные эффекты.

Таблица 5.12 – Реестр рисков

№	Риск	Потенциально е воздействие	Вероятность наступления (1-5)	Влияние риска (1- 5)	Уровень риска	Способы смягчени я риска	Условия наступл ения
1	Поставк и материа ла	Срыв поставки материала	2	4	Средний	Найти надежных поставщи ков	Истечен ие срока договор а
2	Эконом ический	Снижение финансирован ия	3	4	Средний	Найти материал ы по низкой цене	Эконом ический кризис
3	Техниче ский	Изменение технологии обработки	3	3	Средний	Измени е параметр ов пресс- формы	Изменен ие техноло гии обработ ки

5.8 Матрица ответственности

Для распределения ответственности между участниками проекта формируется матрица ответственности (табл. 5.13).

Степень участия в проекте может характеризоваться следующим образом:

- Ответственный (О)– лицо, отвечающее за реализацию этапа проекта и контролирующее его ход.
- Исполнитель (И) – лицо (лица), выполняющие работы в рамках этапа проекта.
- Утверждающее лицо (У) – лицо, осуществляющее утверждение результатов этапа проекта (если этап предусматривает утверждение).

Таблица 5.13 – Реестр рисков

Этапы проекта	Инженер (магистрант)	Руководитель проекта
1. Составления технологического задания	И	О
2. Выбор направления исследования	И	О

3. Изучение литературы	И	У
4. Выбор пресс-формы	И	У
5. Выбор поставщика нормализованных деталей	И	У
6. Проектирование специальных деталей	И	У
7. Разработка чертежей	И	У
8. 3D моделирование	И	У
9. Пусконаладка пресс-формы	И	У
10. Консультирование	И	О
11. Оформление магистерской диссертации	И	У
12. Итоговая проверка работы	И	О

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
8ЛМ51	Павлов Л.Н.

Институт	Кибернетики	Кафедра	ТМСРР
Уровень образования	магистратура	Направление/специальность	15.04.01 «Машиностроение»

Тема дипломной работы: разработка конструкции пресс-формы для термопластавтомата.

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

Цель данной работы: спроектировать пресс-форму для получения изделий из термопластичного материала;

Описание рабочего места на предмет возникновения:

1) вредных проявлений факторов производственной среды

(для обслуживающего персонала необходимо обеспечить оптимальные, в крайнем случае, допустимые значения метеоусловий на рабочем месте, исключить контакт с вредными, которые могут образовываться в процессе работы установки, обеспечить комфортную освещенность рабочего места, уменьшить до допустимых пределов шум от силового блока плазмореактора, вентиляции, обеспечить безопасные значения электромагнитных полей от силового блока плазмореактора);

2) опасных проявлений факторов производственной среды

(в связи с присутствием электричества для питания персонального компьютера и другой аппаратуры, освещенность, необходимо защиты от электро-, пожаро- и взрывоопасности);

– необходимо предусмотреть мероприятия по предотвращению негативного воздействия на окружающую природную среду используемых энергетических проявлений и образующихся отходов: электромагнитные поля от силового блока плазмореактора, «черновые» листы бумаги, отработанные картриджи, принтеры и др. оргтехника;

– необходимо обеспечить устойчивую работу вашего производственного участка при возникновении чрезвычайных ситуаций, характерных для Сибири – сильные морозы, пурга, человеческий фактор, диверсия (рассмотреть минимум 2 ЧС – 1 природную, 1 техногенную).

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:

а) приводятся данные по оптимальным и допустимым значениям микроклимата на рабочем месте, перечисляются методы обеспечения этих значений; приводится 1 из расчетов (расчет освещенности на рабочем месте, расчет потребного воздухообмена на рабочем месте, расчет необходимого времени эвакуации рабочего персонала);

б) приводятся данные по реальным значениям шума на рабочем месте, разрабатываются или, если уже есть, перечисляются мероприятия по защите персонала от шума, при этом приводятся значения ПДУ, средства коллективной защиты, СИЗ;

в) приводятся данные по реальным значениям электромагнитных полей на рабочем месте, в том числе от компьютера или процессора, если они используются, перечисляются СКЗ и СИЗ;

приведение допустимых норм с необходимой размерностью (с ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);

г) предлагаемые средства защиты:

(сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства)

Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:

а) приводятся данные по значениям напряжения используемого оборудования, классификация помещения по электробезопасности, допустимые безопасные для человека значения напряжения, тока и заземления (в т.ч. статическое электричество, молниезащита - источники, средства защиты); перечисляются СКЗ и СИЗ;

б) приводится классификация пожароопасности помещений, указывается класс пожароопасности вашего помещения, перечисляются средства пожаробнаружения и принцип их работы, средства пожаротушения, принцип работы, назначение (какие пожары можно тушить, какие – нет), маркировка;

<i>пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия).</i>
<i>Охрана окружающей среды: организация безотходного производства (приводится перечень отходов при эксплуатации установки, перечисляются методы улавливания, переработки, хранения и утилизации, образовавшихся на вашем производстве промышленных отходов).</i>
<i>Защита в чрезвычайных ситуациях: а) Приводятся возможные для Сибири ЧС; Возможные ЧС: морозы, диверсия разрабатываются превентивные меры по предупреждению ЧС; разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий</i>
<i>Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства (приводится перечень ГОСТов, СНиПов и др. законодательных документов, использованных в своей работе);</i>
Перечень графического материала: 1) План размещения светильников на потолке рабочего помещения 2) Пути эвакуации

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
---	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Федорчук Юрий Митрофанович	Доктор технических наук		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ЛМ51	Павлов Лев Николаевич		

6. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

6.1 Описание рабочего места

В данном разделе рассмотрены вопросы, связанные с организацией рабочего места в соответствии с нормами производственной санитарии, техники производственной безопасности и охраны окружающей среды.

Целью данной работы является разработка конструкции пресс-формы для термопластавтомата.

Под проектированием рабочего места понимается целесообразное пространственное размещение в горизонтальной и вертикальной плоскостях функционально взаимосвязанных средств производства (оборудования, оснастки, предметов труда и др.), необходимых для осуществления трудового процесса.

При проектировании рабочих мест должны быть учтены освещенность, температура, влажность, давление, шум, наличие вредных веществ, электромагнитных полей и другие санитарно-гигиенические требования к организации рабочих мест.

При проектировании лаборатории необходимо уделить внимание и охране окружающей среды, а в частности, организации безотходного производства.

Также необходимо учитывать возможность чрезвычайных ситуаций. Так как лаборатория находится в городе Томске, наиболее типичной ЧС является мороз. Так же, в связи с неспокойной ситуацией в мире, одной из возможных ЧС может быть диверсия.

6.2 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды

В лаборатории, где находятся различные электроустановки, магнетрон, а также используется смазка, могут быть следующие вредные факторы:

а) наличие не комфортных метеоусловий; б) производственного шума; в) недостаточной освещенности; г) электромагнитного излучения;

6.2.1 Метеоусловия

Микроклимат в производственных условиях определяется следующими параметрами:

- 1) температура воздуха;
- 2) относительная влажность воздуха;
- 3) скорость движения воздуха.

При высокой температуре воздуха в помещении кровеносные сосуды кожи расширяются, происходит повышенный приток крови к поверхности тела, и выделение тепла в окружающую среду значительно увеличивается. При низкой температуре окружающего воздуха реакция человеческого организма иная: кровеносные сосуды кожи сужаются, приток крови к поверхности тела замедляется, и теплоотдача конвекцией и излучением уменьшается. Таким образом, для теплового самочувствия человека важно определенное сочетание температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне.

Повышенная влажность воздуха ($\varphi > 85\%$) затрудняет терморегуляцию организма, т.к. происходит снижения испарения пота, а пониженная влажность ($\varphi < 20\%$) вызывает пересыхание слизистых оболочек дыхательных путей.

Оптимальные и допустимые показатели температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне производственных помещений должны соответствовать значениям, приведенным в таблице 1 [ГОСТ 12.1.005-88].

Для обеспечения оптимальных и допустимых показателей микроклимата в холодный период года следует применять средства защиты рабочих мест от остекленных поверхностей оконных проемов, чтобы не было охлаждения. В

теплый период года необходимо предусмотреть защиту от попадания прямых солнечных лучей.

Работы делятся на три категории тяжести на основе общих энергозатрат организма. Работа, относящаяся к инженерам – разработчикам, относится к категории легких работ. Допустимые значения микроклимата для этого случая даны в таблице.

Таблица 1 - Требования к микроклимату

Период года	Категория работы	Температура, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	средняя	19 – 24	15 - 75	≤ 0.1
Теплый	средняя	20 - 28	15 - 75	≤ 0.2

Одними из основных мероприятий по оптимизации микроклимата и состава воздуха в производственных помещениях являются обеспечение надлежащего воздухообмена и отопления, тепловая изоляция нагретых поверхностей оборудования, воздухопроводов и гидротрубопроводов.

6.2.2 Производственный шум

Предельно допустимый уровень (ПДУ) шума - это уровень фактора, который при ежедневной (кроме выходных дней) работе, но не более 40 часов в неделю в течение всего рабочего стажа, не должен вызывать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений. Соблюдение ПДУ шума не исключает нарушения здоровья у сверхчувствительных лиц.

Допустимый уровень шума ограничен ГОСТ 12.1.003-83 и СанПиН 2.2.4/2.1.8.10-32-2002. Максимальный уровень звука постоянного шума на рабочих местах не должно превышать 80 дБА. В нашем случае этот параметр

соответствовал значению 75 дБА. При значениях выше допустимого уровня необходимо предусмотреть СКЗ и СИЗ.

СКЗ

- устранение причин шума или существенное его ослабление в источнике образования;
- изоляция источников шума от окружающей среды средствами и виброизоляции, и вибропоглощения;
- применение средств, снижающих шум и вибрацию на пути их распространения;
- применение шумоизолирующих и шумопоглощающих материалов (металла, дерева, пластмасс, бетона и др.) для установки преград в виде экранов, перегородок, кожухов, кабин и др.

СИЗ

- применение спецодежды, спецобуви и защитных средств органов слуха: наушники, беруши, антифоны.

6.2.3 Освещенность

Согласно СНиП 23-05-95 в лаборатории, где происходит периодическое наблюдение за ходом производственного процесса при постоянном нахождении людей в помещении освещенность при системе общего освещения не должна быть ниже 150 Лк.

Правильно спроектированное и выполненное освещение обеспечивает высокий уровень работоспособности, оказывает положительное психологическое действие на человека и способствует повышению производительности труда.

На рабочей поверхности должны отсутствовать резкие тени, которые создают неравномерное распределение поверхностей с различной яркостью в

поле зрения, искажает размеры и формы объектов различия, в результате повышается утомляемость и снижается производительность труда.

Для защиты от слепящей яркости видимого излучения (факел плазмы в камере с катализатором) применяют защитные очки, щитки, шлемы. Очки на должны ограничивать поле зрения, должны быть легкими, не раздражать кожу, хорошо прилегать к лицу и не покрываться влагой.

Расчёт общего равномерного искусственного освещения горизонтальной рабочей поверхности выполняется методом коэффициента светового потока, учитывающим световой поток, отражённый от потолка и стен. Длина помещения $A = 6$ м, ширина $B = 3$ м, высота = 3,5 м. Высота рабочей поверхности над полом $h_p = 0,9$ м. Согласно СНиП 23-05-95 необходимо создать освещенность не ниже 150 лк, в соответствии с разрядом зрительной работы.

Площадь помещения:

$$S = A \times B,$$

где A – длина, м; B – ширина, м.

$$S = 6 \times 3 = 18 \text{ м}^2$$

Коэффициент отражения свежепобеленных стен с окнами, без штор $\rho_c = 50\%$, свежепобеленного потолка $\rho_{II} = 70\%$. Коэффициент запаса, учитывающий загрязнение светильника, для помещений с малым выделением пыли равен $K_z = 1,5$. Коэффициент неравномерности для люминесцентных ламп $Z = 1,1$.

Выбираем лампу дневного света ЛД-40, световой поток которой равен $\Phi_{ЛД} = 2300$ Лм.

Выбираем светильники с люминесцентными лампами типа ОДОР-2-40. Этот светильник имеет две лампы мощностью 40 Вт каждая, длина светильника равна 1227 мм, ширина – 265 мм.

Интегральным критерием оптимальности расположения светильников является величина λ , которая для люминесцентных светильников с защитной решёткой лежит в диапазоне 1,1–1,3. Принимаем $\lambda=1,1$, расстояние светильников от перекрытия (свес) $h_c = 0,4$ м.

Высота светильника над рабочей поверхностью определяется по формуле:

$$h = h_n - h_p,$$

где h_n – высота светильника над полом, высота подвеса,

h_p – высота рабочей поверхности над полом.

Наименьшая допустимая высота подвеса над полом для двухламповых светильников ОДОР: $h_n = 3,5$ м.

Высота светильника над рабочей поверхностью определяется по формуле:

$$h = H - h_p - h_c = 3,5 - 0,9 - 0,4 = 2,2 \text{ м.}$$

Размещаем светильники в два ряда. На рисунке изображен план помещения и размещения светильников с люминесцентными лампами.

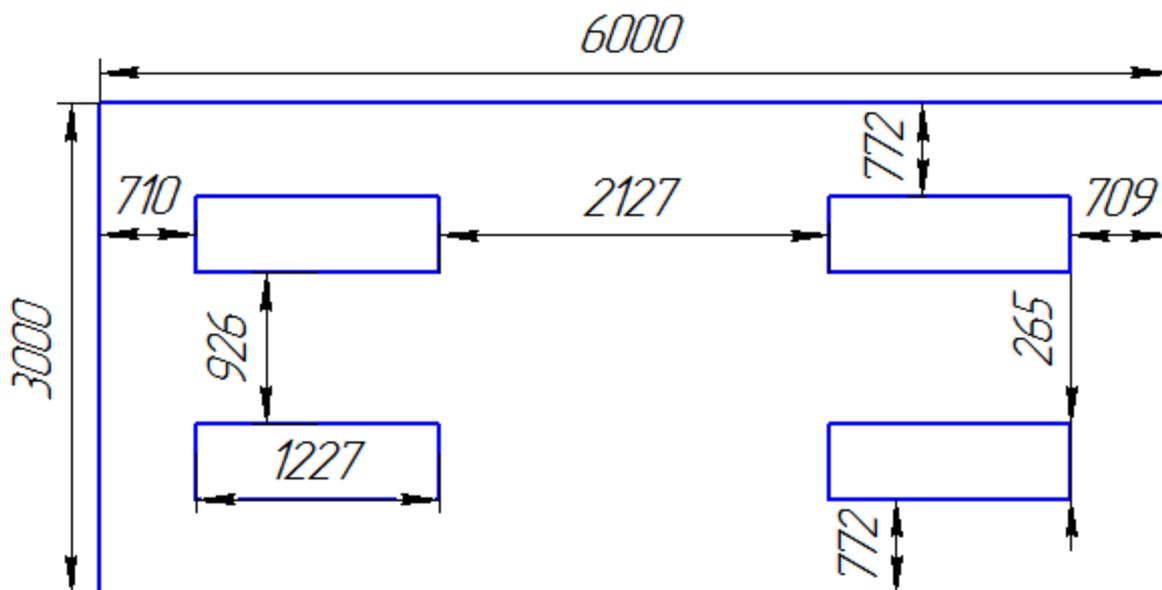


Рис. 1 – План помещения и размещения светильников с люминесцентными лампами.

Индекс помещения определяется по формуле:

$$i = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A + B)} = \frac{6 \cdot 3}{2,2 \cdot (6 + 3)} = 0,46$$

Коэффициент использования светового потока, показывающий какая часть светового потока ламп попадает на рабочую поверхность, для светильников типа ОДОР с люминесцентными лампами при $\rho_{\text{П}} = 70 \%$, $\rho_{\text{С}} = 50\%$ и индексе помещения $i = 0,46$ равен $\eta = 0,26$.

Потребные группы люминесцентных ламп светильника по формуле:

$$N = \frac{E \cdot A \cdot B \cdot K_3 \cdot Z}{\Phi_{\text{П}} \cdot \eta} = \frac{150 \cdot 6 \cdot 3 \cdot 1,5 \cdot 1,1}{2300 \cdot 0,26} = 7,45 = 8$$

Общее число светильников: $N_{\text{СВ}} = 4$.

Расстояние между соседними светильниками или рядами определяется по формуле:

$$2L_2 + \frac{2}{3}L_2 + 2 \cdot 265 = 3000$$

$$L_2 = 926 \text{ мм}$$

Расстояние от крайних светильников или рядов до стены определяется по формуле:

$$L_1 + \frac{2}{3}L_1 + 2 \cdot 1227 = 6000$$

$$L_1 = 2127 \text{ мм}$$

Расчёт светового потока группы люминесцентных ламп светильника определяется по формуле:

$$\Phi_{\text{рас}} = \frac{E \cdot A \cdot B \cdot K_3 \cdot Z}{N \cdot \eta} = \frac{150 \cdot 6 \cdot 3 \cdot 1,5 \cdot 1,1}{8 \cdot 0,26} = 2142 \text{ лм}$$

Делаем проверку выполнения условия:

$$-10\% \leq \frac{\Phi_{\text{ЛД}} - \Phi_{\text{П}}}{\Phi_{\text{ЛД}}} \cdot 100\% \leq 20\%;$$

$$\frac{\Phi_{\text{ЛД}} - \Phi_{\text{П}}}{\Phi_{\text{ЛД}}} \cdot 100\% = \frac{2300 - 2142}{2300} \cdot 100\% = 6,9\%.$$

Таким образом: $-10\% \leq 6,9\% \leq 20\%$, необходимый световой поток светильника не выходит за пределы требуемого диапазона.

6.2.4 Электромагнитные поля

В установке используются магнетронные генераторы при помощи которых происходит подвод СВЧ-энергии к различным частям установки. Таким образом, при организации безопасности труда, необходимо учитывать воздействие электромагнитных полей сверхвысоких частот на организм человека.

Эффект воздействия СВЧ электромагнитного поля на биологические объекты в известной степени определяется количеством проникающей в них и поглощаемой ими электромагнитной энергии. Значительная часть энергии микроволн поглощается тканями организма и превращается в тепло, что объясняют возникновением колебания ионов и дипольных молекул воды, содержащихся в тканях. Наиболее эффективное поглощение микроволн отмечается в тканях с большим содержанием воды: кровь, тканевая жидкость, слизистая желудка, кишок, хрусталик глаза и др. Нагрев тканей в СВЧ-поле является наиболее простым и очевидным эффектом действия микроволн на организм человека. Положение максимума температуры, его удаление от поверхности тела зависит от проводимости среды, а, следовательно, и от частоты радиоволны, действующей на ткань: с увеличением частоты (укорочением волны) максимум температуры приближается к поверхности. Длительное и систематическое воздействие на организм СВЧ-излучения вызывает повышенную утомляемость, периодически появляющуюся головную боль, сонливость или нарушение сна, повышение артериального давления и боли в области сердца. Под воздействием электромагнитных полей сверхвысоких

частот наблюдаются изменения в крови, увеличение щитовидной железы, катаракта глаз, а у отдельных лиц — изменения в психической сфере (неустойчивые настроения, ипохондрические реакции) и трофические явления (выпадение волос, ломкость ногтей).

Предельно допустимые уровни облучения (по *ОСТ 54 30013-83*):

В диапазоне СВЧ = 300...300000 МГц допустимая плотность потока мощности (ППМ_{доп}) при времени облучения ($\tau_{\text{облуч.}}$) в течение всего рабочего дня составляет 10 мкВт/см², при $\tau_{\text{облуч.}}$, равном 2 ч- 100 мкВт/см² и при $\tau_{\text{облуч.}}$, равном 15...20 мин, - 1000 мкВт/см² (при обязательном использовании защитных очков!). В остальное рабочее время интенсивность облучения не должна превышать 10 мкВт/см². Для лиц, профессионально не связанных с облучением, и для населения в целом ППМ не должен превышать 1 мкВт/см².

Защита человека от опасного воздействия электромагнитного излучения осуществляется следующими способами:

СКЗ

- защита временем;
- защита расстоянием;
- снижение интенсивности излучения непосредственно в самом источнике излучения;
- экранирование источника;
- защита рабочего места от излучения;

СИЗ

Применение средств индивидуальной защиты (СИЗ), которые включают в себя:

- Очки и специальная одежда, выполненная из металлизированной ткани (кольчуга). При этом следует отметить, что использование СИЗ возможно при кратковременных работах и является мерой аварийного характера.

Ежедневная защита обслуживающего персонала должна обеспечиваться другими средствами.

- Вместо обычных стекол используют стекла, покрытые тонким слоем золота или диоксида олова (SnO_2).

Экранирование источника излучения и рабочего места осуществляется специальными экранами по ГОСТ 12.4.154.

К средствам защиты от статического электричества и электрических полей промышленной частоты относят комбинезоны, очки, спецобувь, заземляющие браслеты, заземляющие устройства, устройства для увлажнения воздуха, антиэлектростатические покрытия и пропитки, нейтрализаторы статического электричества.

6.2.5 Вредные вещества в воздухе рабочей зоны

Вредные вещества в воздухе в виде паров, газов и аэрозолей (пыли) — химические вещества, вызывающие в производственных условиях нарушение нормальной жизнедеятельности организма, являющиеся причиной острых и хронических интоксикаций.

По степени воздействия на организм человека вредные вещества подразделяются на четыре класса опасности, которые устанавливаются в зависимости от ПДК в воздухе рабочей зоны:

- 1 — вещества чрезвычайно опасные (ПДК менее $0,1 \text{ мг/м}^3$);
- 2 — вещества высокоопасные (ПДК $0,1-1,0 \text{ мг/м}^3$);
- 3 — вещества умеренно опасные (ПДК $1,1-10 \text{ мг/м}^3$);
- 4 — вещества малоопасные (ПДК более $10,0 \text{ мг/м}^3$).

Одним из вредных веществ, выделяющегося на рабочем месте при работе лазерного принтера является озон (O_3). Он относится к 1 классу – чрезвычайно опасных веществ. Его предельно допустимая концентрация – менее $0,1 \text{ мг/м}^3$.

В качестве средства коллективной защиты от вредных веществ в воздухе используется вентиляция. Она предназначена для уменьшения запыленности, задымленности и очистки воздуха от вредных выделений производства, а также для сохранности оборудования. Она служит одним из главных средств оздоровления условий труда, повышения производительности и предотвращения опасности профессиональных заболеваний. Система вентиляции обеспечивает снижение содержания в воздухе помещения пыли, газов до концентрации, не превышающей ПДК. Проветривание помещения проводят, открывая форточки. Проветривание помещений в холодный период года допускается не более однократного в час, при этом нужно следить, чтобы не было снижения температуры внутри помещения ниже допустимой. Воздухообмен в помещении можно значительно сократить, если улавливать вредные вещества в местах их выделения, не допуская их распространения по помещению. Для этого используют приточно-вытяжную вентиляцию. Кратность воздухообмена не ниже 3.

6.3. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды

6.3.1 Факторы электрической природы

Электробезопасность представляет собой систему организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статистического электричества.

Электроустановки классифицируют по напряжению: с номинальным напряжением до 1000 В (помещения без повышенной опасности), до 1000 В с присутствием агрессивной среды (помещения с повышенной опасностью) и свыше 1000 В (помещения особо опасные).

В отношении опасности поражения людей электрическим током различают:

1. Помещения без повышенной опасности, в которых отсутствуют условия, создающие повышенную или особую опасность.
2. Помещения с повышенной опасностью, которые характеризуются наличием в них одного из следующих условий, создающих повышенную опасность: сырость, токопроводящая пыль, токопроводящие полы (металлические, земляные, железобетонные, кирпичные и т.п.), высокая температура, возможность одновременного прикосновения человека к имеющим соединение с землей металлоконструкциям, технологическим аппаратам, с одной стороны, и к металлическим корпусам электрооборудования - с другой.
3. Особо опасные помещения, которые характеризуются наличием оборудования свыше 1000 В и одного из следующих условий, создающих особую опасность: особой сырости, химически активной или органической среды, одновременно двух или более условий повышенной опасности. Территории размещения наружных электроустановок в отношении опасности поражения людей электрическим током приравниваются к особо опасным помещениям.

Лаборатория относится к помещению с особой опасностью поражения электрическим током. В помещении применяются следующие меры защиты от поражения электрическим током: недоступность токоведущих частей для случайного прикосновения, все токоведущие части изолированы и ограждены. Недоступность токоведущих частей достигается путем их надежной изоляции, применения защитных ограждений (кожухов, крышек, сеток и т.д.), расположения токоведущих частей на недоступной высоте.

Основными электрозащитными средствами в электроустановках напряжением выше 1000 В являются изолирующие штанги, изолирующие и электроизмерительные клещи, указатели напряжения, а также изолирующие устройства и приспособления для ремонтных работ (площадки, изолирующие звенья телескопических вышек и пр.).

Работать со штангой разрешается только специально обученному персоналу в присутствии лица, контролирующего действия работающего. При операциях с изолирующей штангой необходимо пользоваться дополнительными изолирующими защитными средствами — диэлектрическими перчатками и изолирующими основаниями (подставками, ковриками) или диэлектрическими ботами.

Изолирующие клещи применяют в электроустановках до 35 кВ для операций под напряжением с плавкими вставками трубчатых предохранителей, а также для надевания и снятия изолирующих колпаков на ножи однополюсных разъединителей.

При пользовании изолирующими клещами оператор должен надевать диэлектрические перчатки и быть изолированным от пола или грунта; при смене патронов трубчатых предохранителей он должен быть в очках. Клещи нужно держать в вытянутых руках.

Дополнительные электрозащитные средства в электроустановках: к дополнительным изолирующим электрозащитным средствам относятся диэлектрические перчатки, боты, резиновые коврики и дорожки, изолирующие подставки на фарфоровых изоляторах и переносные заземления.

Освобождение пострадавшего от действия тока напряжением свыше 1000 В может быть произведено только одним способом. Это отключение соответствующей части электрической установки специально обученными людьми. Пострадавшему следует оказать посильную доврачебную помощь.

6.3.2 Факторы пожарной и взрывной природы

По взрывопожарной и пожарной опасности помещения подразделяются на категории А, Б, В1 - В4, Г и Д, а здания - на категории А, Б, В, Г и Д. По пожарной опасности наружные установки подразделяются на категории A_n , B_n , B_n , G_n и D_n .

Согласно НПБ 105-03 лаборатория относится к категории Д - негорючие вещества и материалы в холодном состоянии.

По степени огнестойкости данное помещение относится к 1-й степени огнестойкости по СНиП 2.01.02-85 (выполнено из кирпича, которое относится к трудно сгораемым материалам). Возникновение пожара при работе с электронной аппаратурой может быть по причинам как электрического, так и неэлектрического характера.

Причины возникновения пожара неэлектрического характера: халатное неосторожное обращение с огнем (использование открытого огня);

Причины возникновения пожара электрического характера: короткое замыкание, перегрузки по току, искрение и электрические дуги, статическое электричество и т. п.

Для устранения причин возникновения и локализации пожаров в помещении лаборатории должны проводиться следующие мероприятия:

- а) использование только исправного оборудования;
- б) проведение периодических инструктажей по пожарной безопасности;
- д) отключение электрооборудования, освещения и электропитания при предполагаемом отсутствии обслуживающего персонала или по окончании работ;
- е) курение в строго отведенном месте;
- ж) содержание путей и проходов для эвакуации людей в свободном состоянии.

Для локализации или ликвидации загорания на начальной стадии используются первичные средства пожаротушения. Первичные средства пожаротушения обычно применяют до прибытия пожарной команды.

Огнетушители водо-пенные (ОХВП-10) используют для тушения очагов пожара без наличия электроэнергии. Углекислотные (ОУ-2) и порошковые огнетушители предназначены для тушения электроустановок, находящихся под напряжением до 1000 В. Кроме того, порошковые применяют для тушения документов.

Для тушения токоведущих частей и электроустановок применяется переносной порошковый огнетушитель, например, ОП-5.

В общественных зданиях и сооружениях на каждом этаже должно размещаться не менее двух переносных огнетушителей. Огнетушители следует располагать на видных местах вблизи от выходов из помещений на высоте не более 1,35 м. Размещение первичных средств пожаротушения в коридорах, переходах не должно препятствовать безопасной эвакуации людей.

Здание должно соответствовать требованиям пожарной безопасности, а именно, наличие охранно-пожарной сигнализации, плана эвакуации, порошковых или углекислотных огнетушителей с поверенным клеймом, табличек с указанием направления к запасному (эвакуационному) выходу (Рис.2).



Рис 2. Пути эвакуации.

6.4 Охрана окружающей среды

Охрана окружающей среды - это комплексная проблема и наиболее активная форма её решения - это сокращение вредных выбросов промышленных предприятий через полный переход к безотходным или малоотходным технологиям производства.

На рабочем месте бумага является самым распространенным побочным продуктом в виде разных документов и чертежей. Специализированные компании помогут справиться с вывозом мусора из помещений. Хорошая программа утилизации бумаги реализует сбор макулатуры непосредственно на месте её создания (например: в виде отдельных коробок для бумаги), далее следует планирование вывоза макулатуры на регулярной основе. Кроме того, использование переработанных бумажных изделий поможет уменьшить необходимость в создании новой бумаги из чистого сырья.

Ртутные лампы при выходе из строя необходимо упаковать в герметичную тару и отправить на утилизацию в специализированную компанию.

6.5 Защита в ЧС

Производство находится в городе Томске с континентально-циклоническим климатом. Природные явления (землетрясения, наводнения, засухи, ураганы и т. д.), в данном городе отсутствуют.

Возможными ЧС на объекте в данном случае, могут быть сильные морозы и диверсия.

Для Сибири в зимнее время года характерны морозы. Достижение критически низких температур приведет к авариям систем теплоснабжения и жизнеобеспечения, приостановке работы, обморожениям и даже жертвам среди населения. приостановке работы, обморожениям и даже жертвам среди населения. В случае аварии на тепловых сетях должны быть предусмотрены запасные обогреватели (например: газовые каталитические горелки). Их количества и мощности должно хватать для того, чтобы работа на производстве не прекратилась. Также сильные морозы могут вызвать аварии на электросетях, водопроводе и отсутствие на дорогах городского транспорта. Во избежание последнего следует оставлять транспорт (автобус) в теплом гараже для развозки людей в случае перебоя в транспортном сообщении. В случае отключения воды должно присутствовать автономное водоснабжение, которого должно хватать минимум на сутки для исполнения всех нужд предприятия. Аналогично в энергосистемах должны использоваться автономные источники питания (аккумуляторы, дизельные генераторы) для функционирования жизнедеятельности во время аварий.

Чрезвычайные ситуации, возникающие в результате диверсий, возникают все чаще. Зачастую такие угрозы оказываются ложными. Но случаются взрывы и в действительности.

Для предупреждения вероятности осуществления диверсии предприятие необходимо оборудовать системой видеонаблюдения, круглосуточной охраной, пропускной системой, надежной системой связи, а также исключения

распространения информации о системе охраны объекта, расположении помещений и оборудования в помещениях, системах охраны, сигнализаторах, их местах установки и количестве. Должностные лица раз в полгода проводят тренировки по отработке действий на случай экстренной эвакуации.

6.6 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

1. ОСТ 54 30013-83 Электромагнитные излучения СВЧ. Предельно допустимые уровни облучения. Требования безопасности

2. ГОСТ 12.4.154-85 “ССБТ. Устройства, экранирующие для защиты от электрических полей промышленной частоты”

3. СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96 "Электромагнитные излучения радиочастотного диапазона (ЭМИ РЧ)".

4. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.

6. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий.

7. СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.

8. ГОСТ 12.4.123-83. Средства коллективной защиты от инфракрасных излучений. Общие технические требования.

9. ГОСТ Р 12.1.019-2009. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.

10. ГОСТ 12.1.030-81. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление.

11. [ГОСТ 12.1.004-91](#). Пожарная безопасность. Общие требования.

ГОСТ 12.2.037-78. Техника пожарная. Требования безопасности

12. [СанПиН 2.1.6.1032-01. Гигиенические требования к качеству атмосферного воздуха](#)

13. ГОСТ 30775-2001 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Классификация, идентификация и кодирование отходов.

14. СНиП 21-01-97. Противопожарные нормы.

15. ГОСТ 12.4.154. Система стандартов безопасности труда. Устройства экранирующие, для защиты от электрических полей промышленной частоты. Общие технические требования, основные параметры и размеры

16. СНиП 23-05-95 "Естественное и искусственное освещение"

Заключение

При выполнении магистерской диссертации была разработана пресс-форма для литья под давлением термопластичного материала, проведена её сборка и выполнены пусконаладочные работы для запуска в производство.

При проектировании пресс-формы использовалось современное программное обеспечение и современные станки с ЧПУ. При разработке чертежей и 3D моделировании использовался пакет САД программ Компас 3D, при разработке управляющих программ для фрезерного станка с ЧПУ использовалась САМ система SpruteCAM.

Разработана технология сборки пресс-формы и оформлена техническая документация.

Полученные образцы изделий соответствует заданной конфигурации и требуемым параметрам точности.

Список использованных источников

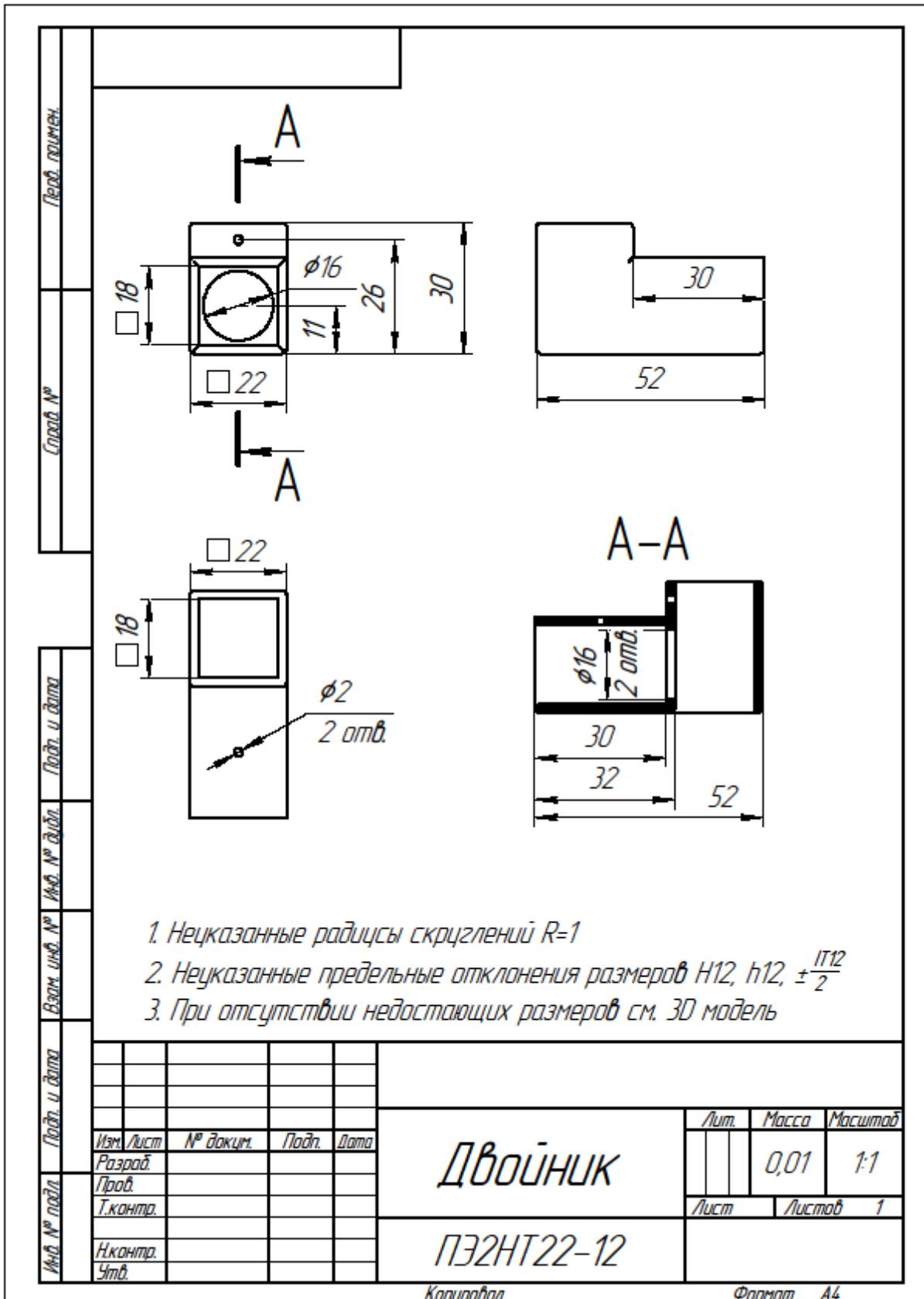
1. Фетисова, Т.С. / Проектирование литьевых форм для изготовления пластмассовых изделий: учеб. пособие. – Тольятти: Изд-во ТГУ, 2013. – 102 с.: обл.
2. Разработка технологии изготовления отливки литьем под давлением / Кузьмич В.Н., Мойсейчик Д.А. // Литье и металлургия. – 2012 год, №3. – С. 237-241.
3. Литье под давлением / Беккер М.Б., Заславский М.Л., Игнатенко Ю.Ф. и др. – 3-е изд., перераб. И доп. – М.: Машиностроение, 1990. – 400 с.: ил.
4. Ложечко Ю.П. Литье под давлением термопластов. – СПб.: Профессия, 2010. – 244 с.
5. Крыжановский В.К., Кербер И.Л., Бурлов В.В., Паниматченко А.Д. / Производство полимерных материалов: учеб. пособие – СПб.: Профессия, 2004. – 464 с., ил.
6. Георг Менгес, Вальтер Микаэли, Пауль Морен / Как делать литьевые формы // Перевод с английского 3-го издания под редакцией В.Г. Дувидзона и Э.Л. Калинчева. – СПб.: Профессия, 2007. – С. 302–306
7. Справочник по проектированию оснастки для переработки пластмасс / А.П. Пантелеев, Ю.М. Шевцов, И.А. Горячев. – М.: Машиностроение, 1986 – 399 с.
8. Казмер Д.О. Разработка и конструирование литьевых форм / Пер. с англ. под ред. В.Г. Дувидзона. –Пб.: Профессия, 2011. – 464 с.
9. Zhou L. et al. Computational modeling of temperature, flow, and crystallization of mold slag during double hot thermocouple technique experiments // Metallurgical and Materials Transactions B. – 2013. – Т. 44. – №. 5. – С. 1264–1279.

10. Ludwig A., Kharicha A., Wu M. Modeling of multiscale and multiphase phenomena in materials processing //Metallurgical and materials transactions B. – 2014. – Т. 45. – №. 1. – С. 36–43.
11. Somé S. C. et al. Modeling of the thermal contact resistance time evolution at polymer–mold interface during injection molding: Effect of polymers' solidification //Applied Thermal Engineering. – 2015. – Т. 84. – С. 150–157.
12. Yin Y. F. Modeling and Analysis of Process Parameters for Plastic Injection Molding of Base-Cover //Advanced Materials Research. – Trans Tech Publications, 2013. – Т. 602. – С. 1930–1933.
13. Проектирование пресс-формы для термопластавтомата / Павлов Л.Н., Шамина О.Б. // Актуальные проблемы в машиностроении. – 2017 год. Том 4. №1. – с. 53-57.
14. Современная организация литевых производств / Калинин Э., Саковцева М., Калинин С. // Пластикс. – 2014, №9, с. 24-30.
15. Компания Fodesco [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.fodesco.fi/main.php> (дата обращения: 18.02.2016).
16. Басов Н.И., Брагинский В.А., Казанков Ю.В. / Расчет и конструирование формующего инструмента для изготовления изделий из полимерных материалов: учебник для вузов. – М.: Химия, 1991. – 352 с
17. Методические указания к выполнению курсового проекта по дисциплине «Спецкурс технологии машиностроения» для студентов, обучающихся по направлению подготовки магистров 150700 Машиностроение - Томск: Изд. ТПУ, 2013. – 24 с.
18. Общемашиностроительные нормативы времени на слесарную обработку деталей и слесарно-сборочные работы по сборке машин. Мелкосерийное и единичное производство. Изд. 2-е, М., «Машиностроение», 1974, 220с. (ЦБПНТ при НИИТруда)

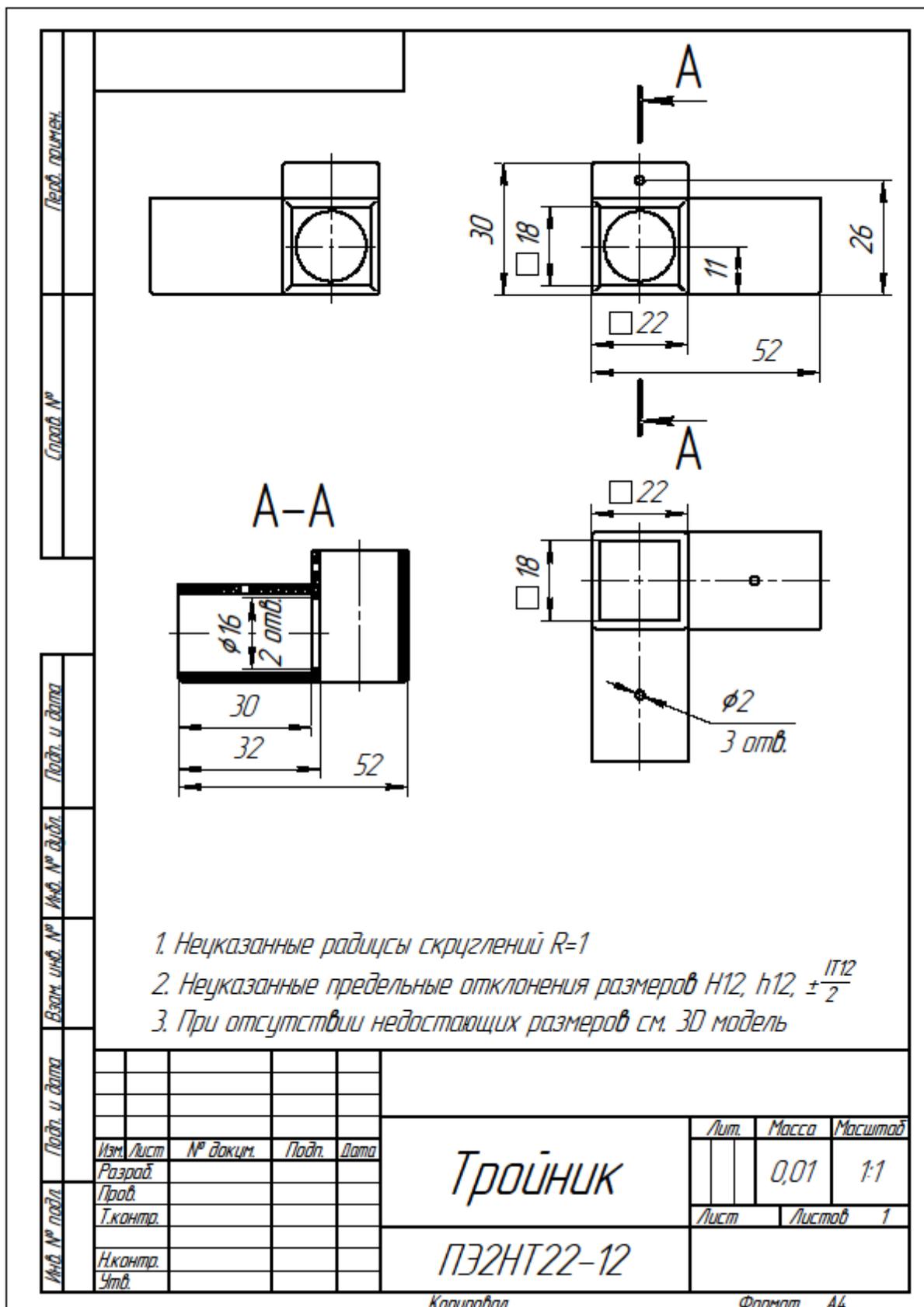
19. Гаврикова Н.А. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение: учебно-методическое пособие/ Н.А. Гаврикова, Л.Р. Тухватулина, И.Г. Видяев, Г.Н. Серикова, Н.В. Шаповалова; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 73 с

20. Компания Казаньоргсинтез [электронный ресурс] – URL: <https://www.kazanorgsintez.ru/pokupatelyam/katalog-produktsii.php> (дата обращения 21.03.2016)

Приложение А



Приложение Б



1. Неуказанные радиусы скруглений $R=1$
2. Неуказанные предельные отклонения размеров $H12, h12, \pm \frac{IT12}{2}$
3. При отсутствии недостающих размеров см. 3D модель

Изм. №	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	<h1 style="font-size: 2em;">Тройник</h1> <h2 style="font-size: 1.5em;">ПЭ2НТ22-12</h2>					Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.										0,01	1:1	
Проб.										Лист	Листов	1
Т.контр.												
И.контр.												
Утв.												

Приложение В

Обзор научно-технической литературы на английском языке

Студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ЛМ51	Павлов Л.Н.		

Консультант кафедры ТМСПР:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Шамина О.Б.	к.т.н.		

Консультант – лингвист кафедры ИЯИК:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Шепетовский Д.В.			

LITERATURE REVIEW

Introduction

Plastics, or, as they are often called, polymers – are materials obtained from high-molecular compounds (synthetic, artificial or natural) that are capable of taking any requisite shape under the influence of changing temperature or pressure and then persistently storing the obtained shape under normal conditions. Plastic products are used for a variety of purposes and have a wide range of applications, in mechanical engineering as well.

The development of injection molds is an important stage in design and technology works and in introduction of thermoplastic materials into production. The quality of injection-molded products is determined by the considered design of the mold and its elements. The design of the mold and its elements determines not only the dimensions and geometric shape of the final product, but also the disposition of filling the mold, the direction of the melt flows in the cavity, the cooling time and the level of residual stresses. Residual stresses in turn affect the product geometric shapes and sizes preservation during the long-term storage and operation.

Currently, a wide range of standard injection mold elements of different sizes and configurations is available in the market, but they are not always suitable in some cases, therefore, it is often necessary to partially modify the design elements of the mold or to process an entire new mold for further manufacturing.

1. Plastic products manufacturing

1.1 Plastics processing methods

The physical and mechanical properties of plastics, as well as the size and shape of the product, are the determining factors when choosing a polymer processing method.

The most common methods of processing thermoplastics are the following:

- extrusion;
- blowing;
- vacuum molding;
- welding;
- injection molding;

The method of extrusion is implemented to manufacture profile products (handrails of stair rails, floor moulding, cords). Solid polymer in the form of granules or powder is loaded into the extruder and is heated. The viscous mass is continuously fed by a screw into a profiled nozzle. After leaving the nozzle, the mass is cooled and solidifies.

The method of Blowing is used to manufacture bottles, flasks and other hollow items produced from parison tubes with the injection molding machines.

The method of vacuum-molding fabricates large products: baths, sinks, washers, chairs. A thermoplastic sheet is pressed to the mold and heated by infrared lamps until softening. Then a vacuum is created between the mold and the sheet, and the material equably compresses the matrix. After the form disconnection the edges of the product are cut off.

Welding is a method for joining of thermoplastics. Welding rods are placed on the junction site and welded using a burner or heating reflectors.

Injection molding is one of the most high-performing and economical processes of foundry production. It is increasingly used in different industries for large-scale and mass production. This process has numerous advantages over other methods of high-quality castings production and allows to fit the size of castings to the dimensions of the final parts. This method is the widely implemented in thermoplastic production and allows to produce high-quality articles with a high degree of accuracy at high productivity.

The injection molding method has several advantages over other plastic processing methods:

- 1) high productivity due to the heating of the thermoplastic outside the mold, which allows the melt to be injected into a continuously cooled mold;
- 2) high dimensional accuracy and cleanliness of the surface of the final products, which requires only the removal of gate tracks, since the product does not have burrs along the plane of the mold cavity;
- 3) economical efficiency due to low wearing processes of the molds (the absence of rubbing parts, except the pins and banister) and small mold sizes;
- 4) the possibility of manufacturing products of complex configuration, thin-walled, with reinforcement, with long decals;
- 5) the possibility of complete automatization of the manufacturing process.

Disadvantages of the injection molding method:

- 1) large initial outlays to the equipment, high cost of injection molds;
- 2) the difficulty in obtaining products with a large variety of thicknesses without surface or other defects. The recommended thickness of the product is 3 ... 4mm.

The injection molding process is carried out via injection molding machines with a casting cylinder temperature of 160-280 ° C (depending on the material used) by squeezing molten plastic into a cooled mold where the material cools and

solidifies. There are miniature injection molding machines for the manufacturing of few grams weight products and large injection molding machines for the production of articles weighing up to 30 kg.

1.2 Requirements for the process of injection molding plastic products manufacturing

In order to design an optimal mold for a thermoplastic product, it is necessary to formulate a specification indicating the basic requirements for the final product as well as for the manufacturing process, for example:

1. The geometric shape, the quality of the surface and the dimensions of the molded articles must match the properties specified in the drawing.

2. It is necessary that the final product retains the physicochemical properties of the initial material with minimal residual stresses.

3. The product must not require any additional processing except for the molding channel dismounting and the cleaning the imprints (if necessary).

4. The work of the mold must be automated, low-wearing, reliable and safe, and the cost of the product must be minimal.

1.3 Requirements for the design of plastic products configuration

A complete list of requirements for the configuration of plastic products is available in the literature. The most important requirements to be observed during the design of plastic products via the injection molding machines are listed below.

1. The shape of the product must allow the detail to be easily formed and removed from the injection mold. It is sometimes rational to make two or more parts and then assemble them into a unit instead of producing one complex detail. The simplification of the detail design is necessary under the technological, operational and economic reasons. The simpler the detail is, the cheaper is the rigging, the higher is labor productivity, the precision and quality of the parts, and the lower is their cost. The external form of the product should, if possible, allow the use of dismountable

matrices and punches, otherwise the cost of molds increase significantly and wear resistance decreases. Additionally, as a rule, the product manufacturing labor intensity increases. The detail must be designed in such a way that no additional or minimal machining is required after molding.

2. It is advisable to design molding details with the minimum thickness which still provides the necessary mechanical properties of the product under the satisfactory filling of the mold. This results in a lower resource consumption at a higher productivity due to the shorter cooling time of the detail in the injection mold. The product walls should possibly be of equal thickness, without sharp transitions. If this cannot be ensured, then the transitions from one thickness to the other should be gradual. The tolerable difference of the wall thickness should not exceed the ratio 2:1. The minimum possible wall thickness depends on the ability of the material to fill the injection mold, i.e. its viscosity, the wall height and the product configuration, the gate site. The minimum recommended wall thickness of thermoplastics products is given in Table 1.

Table 1. Minimum recommended wall thickness for thermoplastics products

polyethylene	polystyrene	polyamide	polycarbonate	polymethylmethacrylate
0,5 mm	0,75 mm	0,7 mm	1,2 mm	0,7 m

The presented values are maximum permissible: products of small dimensions and simple shapes can be manufactured with a wall thickness of 0.3 mm. The increasing of the recommended wall thickness sharply reduces the toughness of the product, increases internal stresses and the possibility of cracking. To increase the strength of the product special design technique are recommended: changing the configuration of the product; using armatures, ribs and other reinforcing elements.

3. To ensure the fluent removal of the cast from the injection mold technological inclinations on the external and internal surface of the product, ribs, holes must be provided. The slopes of internal surfaces and apertures must be of a

bigger diameter than the slopes of the outer surfaces, since when the mold is opened, the inner surfaces roll down the molding elements due to contraction, while the outer surfaces, dissects the mold walls and impede the removal of the cast less. The minimum permissible values of the slope angle for the elements of a product of 100-120 mm in length are indicated in Table 2.

Table 2. Minimum allowable values of the angle of slope for the elements of the product 100-120 mm in length

Material	Thick-walled product		Thin-walled product	
	Internal surfaces	External surfaces	Internal surfaces	External surfaces
Blocked polystyrene	1°	30'	1°30'	1°
Polyethylene	-	-	1°	30'
Impact-resistant polystyrene, polyamides	34'	11'	34'	17'
Styrene Copolymers	11'	9'	35'	17'
Aminoplastics	9'	7'	17'	11'
Phenoplasts	7'	6'	11'	9'

Technological inclinations are not assigned to low products with a wall thickness of up to 10 mm, thin-walled products with a height up to 15 mm, for external surfaces of hollow articles up to 30 mm high. Do not designate Technological inclinations are not required for the product elements with design pattern tapers. In order to extract the product and to avoid its mechanical damage, it is necessary to use a dismantlable plate or ejector mechanisms, which provide a more extent contact area with the product and consequently ensure an equable load distribution and less pressure on the ejection surface.

4. The holes in the molded parts are produced with a shape-forming mark that is located in the cavity of the injection mold. The apertures obtained during the

molding process may have a diverse and complex sectional shape, which differs this technique from mechanical operation. It is possible to design apertures with intersecting at different angles axes which strongly complicates the development of the mold and increases the cost of the product. The depth of the via opening apertures can be deeper than for the blind ones of the same section since the shape-forming mark can be fixed on both sides. The recommended depth for via opening apertures is $h \leq 10d$, where “d” is the diameter of the aperture. And for the blind aperture the recommended depth is $h \leq 4d$. The maximal value should be taken for the apertures located in the central part of the detail, and the minimal value for the apertures, located at the edges.

Apertures located in parallel to the mold break line usually complicate the design of the mold and increase the cost therefore the apertures in the product walls are often located perpendicular to the mold break line. The fact that apertures always form a junction of two streams of the material, which passes round the mark, and the strength of the mark may be lower than the strength of the material, must be taken into consideration. The location of the apertures close to the product edge is not recommended as it increases the risk of destruction of the edge of the detail.

1.4 Thermoplastic automatic machine cyclogram

The injection molding technology provides the following main steps, as shown in the cyclogram (Figure 1.4.1).

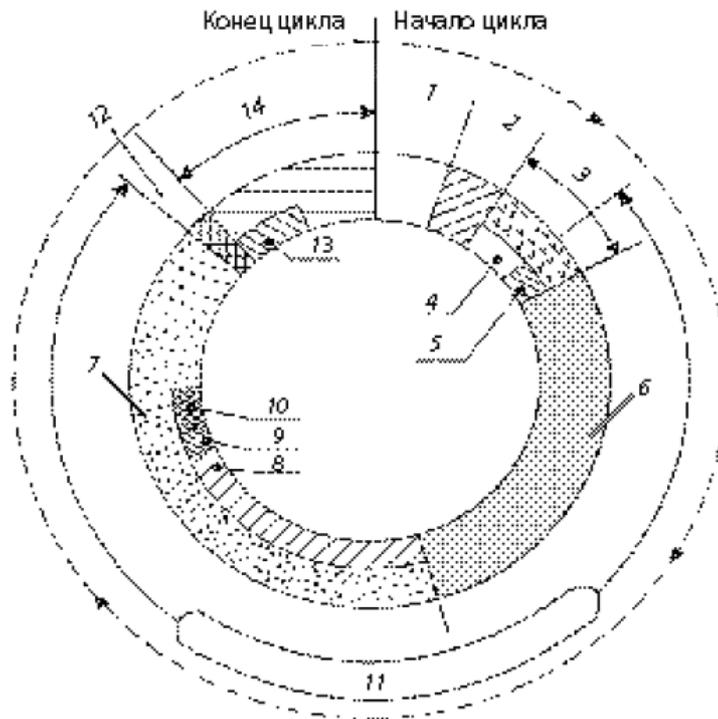


Fig. 1.4.1. Cyclogram of the thermoplastic automatic machine

1. The mold closing (beginning of the cycle). At the mold closing the impact is to be avoided, so the speed is to be slowed down at the end of closing.

2. Movement of the plastication unit forward together with the snout pressed against the mold sprue bushing. With the hot runner system, the plastication unit remains pressed against the mold throughout the cycle.

3. Injection of the previously amassed melt dose when the screw-piston moves forward. At the beginning of the injection, the check valve at the end of the screw closes the channel and prevents the melt from flowing from the pre-snout zone back

to the loading zone. The injection period is divided into stages of filling the mold and compressing the melt.

4. Filling of the mold during the injection procedure. Filling occurs with the displacement of air from the mold through the ventilation system. High stresses and shear rates occur during the injection, especially in the near-surface layers, which provide a significant orientation of the polymer molecules.

5. Compression of the melt. The compression occurs fast after the completion of full filling of the mold and the pressure in the mold reaches the maximum in a fraction of a second.

6. Pressurization (replenishment). It is carried out for a certain time with the purpose of additional replenishment and shrinkage compensation as cooling proceeds. During this period, intensive cooling of the polymer from the walls to the cross section occurs in parallel with the replenishment. At the end of the stage, a layer of melt of 2-6 mm along the axis ("residual cushion") should remain in the pre-snout zone, the screw should not reach the extreme left position.

7. Cooling without pressure. This stage is necessary for the final solidification of all the volume of the material, including the middle region. During this stage no transfer of pressure from the machine to the mold is provided, and as the cooling proceeds, the pressure inside the mold gradually decreases.

8. The load. With the beginning of the cooling stage or after some delay, a command is given to rotate the screw, while the polymer moves along the interturn channels of the screw from the loading zone to the pre-snout zone, overcoming the back pressure set by the hydraulics. In this case, the screw is moved to the prescribed position due to the melt impact, and the previously amassed melt dose is accumulated in the pre-snout zone at a pressure of up to 200-250 bar.

9. Decompression. Technological method of forced screw short distance back movement to the loading zone which provides the reduction of the pressure in the pre-snout zone after the melt dose amassing via an open-type nozzle preventing

spontaneous outflow of the pre-compacted melt after the snout is withdrawn from the mold. The decompression is not necessary when locking nozzles are used.

10. The nozzle withdrawn via the molds with a hardening sprue is used to reduce heat transfer from the hot snout to the cold sprue bushing. With prolonged contact of the nozzle and the sprue bushing, the end of the snout and the melt in it are cooled to low temperatures; on the other hand, excessive heating of the sprue bushing prevents the central gate from cooling and can cause lengthening of the cycle. To remove the nozzle, the entire injection unit is moved to 100-200 mm to the back position before the new cycle start.

11. Cooling period in the form (see Figure 1.4.1). This period includes several steps, mentioned above. It begins after the filling of the mold, includes a short period of melt compaction 5, periods of holding at a pressure 6, and cooling without pressure 7. During this time, a complete solidification of casting to the stiffness ensuring reliable ejection without damaging the molded part is provided.

12. Opening the mold. The opening occurs after the complete cooling of the casting.

13. Pushing (removing) the cast from the mold. It is used when the mold is open at the end of the movable plate via the pushing the liner of the ejection system onto the stopper (rest) of the machine or via the hydraulic pusher of the machine after opening the mold. In some cases, instead of ejectors in the mold, a removal plate is used which has limit switches and moves the molded detail while moving.

14. After the removing, the mold remains open until the closure begins. To operate the machine in an automatic cycle without operator involvement, it is necessary to use molds with detail removal mechanism, gate removal and their falling into the pallet of the machine without the operator's participation. The manufacture of details that require careful removal without dropping the part into the pallet, the detail is removed by an operator or by manipulators, usually with vacuum suckers, which remove the detail from the mold and transfer it to the packing area. At the end of the

ejection and removal of the part in an automatic mode of operation, the cycle ends and a command is given to close the mold, i.e., to start a new cycle.

The total cycle time for injection molding can be only 4-5 s for small-sized thin-walled casting and can reach several minutes for large-sized thick-walled castings. For traditional casting, the total cycle time varies from 10-12 to 60-90 seconds, depending on the thickness and weight of the product, the type of thermoplastic.

The injection molding machine performs the operations in a predetermined order to ensure all the stages of casting, while heaters operate in 3-5 zones along the cylinder length, including the nozzle, where temperatures are set differentially. Screw rotation speeds, injection speed, casting pressure and their change in time are set according to the recommendations and are specified by a technologist when starting a new detail. In addition to the above parameters, it is necessary to set the back pressure, the “residual cushion”, the decompression amount, the pressure switching point at the end of the filling of the mold, the duration of all the intervals in the cycle, the mold temperature (individually for the matrix and puncheon) and the loading zone, and many other aspects.

Приложение Б

Формат	Знач. Поа.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание									
			<u>Документация</u>											
A1		ФЛ.01. СБ	Пресс-форма сборочный чертеж	1										
A1		ФЛ.01.Схема	Схема к сборе пресс-формы	1										
			<u>Детали</u>											
	1	ФЛ.01.01	Плита крепежная KL2	1										
	2	ФЛ.01.02	Плита формообразующая неподвижная ML1	1										
	3	ФЛ.01.03	Фланец центрирующий	1										
	4	ФЛ.01.04	Клин	4										
	5	ФЛ.01.05	Колонка угловая	4										
	6	ФЛ.01.06	Колонка направляющая	4										
	7	ФЛ.01.07	Вставка формообразующая	2										
	8	ФЛ.01.08	Матрица	1										
	9	ФЛ.01.09	Знак	4										
	10	ФЛ.01.10	Втулка центрирующая	4										
	11	ФЛ.01.11	Направляющая	8										
	12	ФЛ.01.12	Знак большой	4										
	13	ФЛ.01.13	Плита опорная TL	1										
	14	ФЛ.01.14	Плита формообразующая неподвижная ML2	1										
	15	ФЛ.01.15	Знак малый	4										
	16	ФЛ.01.16	Вилка	4										
	17	ФЛ.01.17	Штифт установочный	16										
	18	ФЛ.01.18	Плита основание KL6	1										
	19	ФЛ.01.19	Плита выталивателей UL2	1										
	20	ФЛ.01.20	Плита выталкивателей UL1	1										
	21	ФЛ.01.21	Выталкатель центральный	1										
	22	ФЛ.01.22	Выталкатель	8										
	23	ФЛ.01.23	Деталь опорная TP	2										
ФЛ.01. СБ														
Ив	Лис	№ докум	Подпись	Дата										
Разраб		Павлов Л.Н.												
Провер.		Шамина О.Б.												
Т.контр.														
Н.контр.														
Утв.														
Пресс-форма сборочный чертеж					<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;">Лит</td> <td style="width: 33%;">Лист</td> <td style="width: 33%;">Листов</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">2</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">ТТУ ИК Группа 8ЛМ51</td> </tr> </table>	Лит	Лист	Листов		1	2	ТТУ ИК Группа 8ЛМ51		
Лит	Лист	Листов												
	1	2												
ТТУ ИК Группа 8ЛМ51														

