

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

(наименование института полностью)

Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»
(наименование)

15.04.05 Конструкторско-технологическое обеспечение

машиностроительных производств

(код и наименование направления подготовки)

Технология автоматизированного машиностроения

(направленность (профиль))

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ)**

на тему Разработка блока управления горячеканальной системы (ГКС) для
пресс-форм термопластавтомата BATTENFELD

Студент

Б.С. Марченко

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Научный
руководитель

канд. техн. наук., доцент, Д.Г. Левашкин

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Тольятти 2020

Содержание

Введение.....	8
1 Анализ состояния вопроса	12
1.1 Теоретические аспекты процесса производства деталей из полимеров под давлением.....	12
1.2 Канальные системы пресс-форм термопластавтоматов	36
2 Анализ деятельности предприятия ЗАО «Мегапласт»	40
2.1 Общая характеристика предприятия ЗАО «Мегапласт».....	40
2.2 Анализ основных характеристик термопластавтомата (ТПА) Battenfeld	43
3 Разработка блока управления горячеканальной системы (ГКС) для термопластавтомата (ТПА) BATTENFELD на предприятии ЗАО «Мегапласт».....	48
3.1 Мероприятия, направленные на диагностику качества выпускаемой продукции и снижение внутреннего уровня брака.....	48
3.2 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение....	74
3.3 SWOT-анализ.....	75
3.4 План проекта.....	77
3.5 Бюджет научного исследования	78
3.6 Матрица ответственности	82
Заключение	84
Список используемой литературы	87
Приложение А	91

Введение

Развитие индустрии пластмасс в последние десятилетия неразрывно связано с повышением технологичности изделий, сохранении высокого качества и потребительских свойств при одновременном снижении стоимости производства готовой продукции. Идет постоянный процесс создания новых полимеров и модификации существующих, способов их переработки. Создаются изделия, обладающие новыми свойствами.

Для производства изделий из пластмасс основным способом является литье под давлением. С его помощью производится почти половина всех изделий из полимеров.

Как можно заметить, нашу повседневную жизнь окружает большое количество изделий, изготовленных из пластмасс. К ним можно отнести изделия, предназначенные для:

- медицинских устройств;
- хранения пищи, столовых приборов, одежды и обуви;
- для ремонта помещений;
- получения энергии;
- средства коммуникационной связи;
- автомобильной промышленности;
- космических спутников и ракет и т.д.

Исходя, из вышеперечисленного можно сказать, что выпуск данной продукции играет большую роль в жизни каждого человека, промышленности.

Производство изделий из пластмасс литьем под давлением представляет собой совокупность действий, направленных на достижение показателей качества, т.е. соответствия требованиям потребителя.

Для достижения выполнения регламентированных требований потребителя и достижения определенных целевых показателей качества производимой продукции, необходимо проводить анализ основного и вспомогательного производственного оборудования, контроль качества изделий / сырья (контрольные листы сбора статистических данных), технологических параметров литья (бортовые журналы ТПА). Анализ основного и вспомогательного оборудования играют большую роль на самом в жизненном цикле продукции.

Немногие предприятия в ходе данного анализа не планируют поддерживать или оптимизировать оборудование, а наоборот: «да пусть как будет, работает же». С точки зрения, данное отношение к оборудованию некорректно.

Благодаря стремительной тенденции развития технологий и оптимизации производственного оборудования возможно достичь:

- высокой скорости изготовления деталей;
- возможности изготовления деталей крупными сериями с высокой повторяемостью;
- возможности серийного производства деталей со сложной геометрией;
- серийного производства продукции, готовой к использованию или последующей сборки;
- совершенствования, повышения эффективности термопластавтоматов (ТПА).

На основе вышеперечисленного можно сказать, что за счёт внедрения усовершенствованных технологий литья под давлением, проведения оптимизации производственного оборудования и / или же разработки вспомогательного оборудования возможно решить задачи, которые могут положительно сказаться как на экономической, так и технологическую деятельность предприятия в целом.

В ходе деятельности на предприятии ЗАО «Мегапласт» как инженером по ремонту оборудования, были выявлены недостатки работы

термопластавтомата, которые влияют на качество выпускаемой продукции. Т.е. при производстве определенной номенклатурной позиции возникали проблемы с геометрическими характеристиками отливок, с весом отливок и литника, а также с превышением целевых показателей качества (уровень внутреннего брака, %).

Для решения выявленных проблем на предприятии ЗАО «Мегапласт» были определены следующие задачи:

1. снижение внутреннего уровня брака на предприятии ЗАО «Мегапласт»;
2. повышение надежности и увеличение срока эксплуатации оборудования;
3. выпуск высококачественных деталей;
4. снижение себестоимости продукции.

Определив задачи, следует подчеркнуть главную цель, которая позволяет выделить перспективное направление разработки блока управления горячеканальной системой (ГКС) для пресс-форм.

Таким образом, актуальность работы заключается в необходимости широкого применения горячеканальных систем в формах, предназначенных для литья под давлением изделий из полимерных материалов, что обеспечивает высокую производительность процесса, экономию материала, сокращение машинного времени и получение изделий высокого качества.

Предметом исследования является термопластавтомат (ТПА) BATTENFELD.

Методы исследования: проведение сравнительного анализа и прогнозирования; статистическая обработка данных, полученных при прохождении производственной практики; расчетно-аналитические методы.

Диссертационная работа состоит из введения, трех разделов, заключения, списка используемой литературы.

Во введении приведено обоснование актуальности работы, описана постановка цели и задач работы, определены объект и предмет исследования.

В первом разделе рассмотрены теоретические аспекты: литья под давлением, основные виды потенциальных дефектов, горячеканальных систем (ГКС) и основные преимущества от применения данных систем.

Во втором разделе будут представлены следующие анализы:

- анализ деятельности предприятия ЗАО «Мегапласт»;
- анализ производимой номенклатуры на термопластавтомате (ТПА) BATTENFELD;
- анализ пресс-формы термопластавтомата BATTENFELD.

Третий раздел посвящен разработке блока управления горячеканальной системы (ГКС) для пресс-форм термопластавтомата BATTENFELD, который в свою очередь позволит решить проблемы, связанные с качеством производимых изделий.

В заключение будут подведены итоги и сделаны выводы.

1 Анализ состояния вопроса

1.1 Теоретические аспекты процесса производства деталей из полимеров под давлением

Литье под давлением – это процесс изготовления изделий из полимеров методом впрыска расплава под давлением в пресс-форму с последующим охлаждением в конце процесса. Этот метод широко используется на большинстве крупных предприятий мира.

Получение деталей по технологии литья под давлением обладает рядом преимуществ по отношению к другим способам переработки пластмасс:

1) большая продуктивность за счет нагрева полимера до литьевой формы, что позволяет направлять расплав в непрерывно охлаждаемую форму;

2) возможность получения геометрических размеров с высокой точностью;

3) обеспечение высокого качества поверхностей готовых деталей. Дополнительная обработка сводится только к удалению следов литника, так как края изделия не имеют облоя и заусенцев по поверхностям разъема пресс-формы;

4) экономичность, которая достигается за счет минимализации износа форм для литья за счет отсутствия пар трения, кроме шпилек и колонок, и уменьшения размеров пресс-форм;

5) возможность изготовления тонкостенных изделий сложной конфигурации, армированных деталей и деталей с протяженными оформляющими знаками;

6) возможность изготовления изделий в полностью автоматическом режиме.

Недостатки метода литья под давлением:

1) высокие начальные затраты, связанные с закупкой дорогостоящего оборудования и высокой стоимости пресс-форм;

2) сложность получения деталей переменной геометрии с большой разницей в толщине стенок при недопущении поверхностных или других дефектов. Для снижения вероятности проявления дефектов рекомендуют толщину изделия в 3...4мм.

При проектировании конфигурации пластмассовых деталей необходимо использовать полный перечень требований, указанных в источнике [1]. Наиболее важные требования к конструкции пластмассовых изделий для термопластавтомата приведены ниже:

1. Пресс-форма должна обеспечивать легкое оформление и извлечение деталей. Иногда рациональнее производство двух или более простых деталей с дальнейшей сборкой их в узел взамен одной сложной. К упрощению конструкции изделия всегда следует подходить с точки зрения технологических, эксплуатационных и экономических соображений. Чем легче конструкция детали, тем дешевле стоит оснастка, выше производительность труда, точность и качество изделия и ниже их себестоимость. Внешняя форма детали должна, по возможности, допускать использование неразъемных матриц и пуансонов, так как, в противном случае, стоимость форм существенно возрастает, а износостойкость снижается. Кроме того, как правило, значительно возрастает трудоемкость изготовления деталей. Изделие проектируется таким образом, чтобы после окончания формовки дополнительная механическая постобработка (удаление облоя) была минимальной или отсутствовала.

2. Целесообразно изготавливать литьевые детали минимальной толщины, обеспечивающей нужные механические свойства при правильном заполнении литьевой формы. Это минимизирует расход материала при росте производительности из-за меньшего времени охлаждения изделия в форме. Стенки детали, по возможности, должны быть равной толщины, без значительных переходов. При невозможности избежать переходов, их делают постепенными от одной толщины к другой. Возможная разница толщин не

должна превышать соотношения 2:1. Минимально возможная толщина стенки зависит вязкости материала, его способности заполнять пресс-форму, геометрии детали и места установки литника. Рекомендуемые толщины стенок для деталей из термопластов представлены в таблице 1.1

Таблица 1.1 Минимально допустимые толщины стенок деталей из пластических масс

полиэтилен	полистирол	полиамид	поликарбонат	полиметилметакрилат
0.5 мм	0.75 мм	0.7 мм	1.2 мм	0.7 мм

Табличные значения являются справочными. Так, для деталей небольших размеров и несложной формы, возможно изготовление с толщиной стенок 0,3 мм. При увеличении толщины стенок более величин, указанных в табл. 1.1, существенно снижается ударная вязкость детали, повышаются внутренние напряжения и проявляется склонность к растрескиванию. Для увеличения прочности деталей используются специальные конструктивные приемы: изменение конфигурации, использование армирования, усиливающих элементов в виде ребер жесткости.

3. Для легкого извлечения отливки из формы предусматривают технологические уклоны, располагаемые на поверхностях детали, ребрах, отверстиях и т.п. Уклоны на внутренних поверхностях и отверстиях имеют большие углы в сравнении с углами уклонов наружных поверхностей. Это связано с тем, что при размыкании формы внутренние поверхности за счет усадки плотнее обжимают оформляющие элементы, а наружные, наоборот, в меньшей степени препятствуют извлечению отливки за счет отхода от стенок формы. Минимально допустимые значения углов уклона для элементов детали длиной 100-120 мм приведены в таблице 1.2

Таблица 1.2 Минимально допустимые значения угла уклона для элементов детали, имеющей длину 100-120 мм

Материал	Толстостенные изделия		Тонкостенные изделия	
	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'	1°
Фенопласты	7'	6'	11'	9'

Для низких деталей толщиной до 10 мм, тонкостенных деталей высотой до 15 мм, для наружных поверхностей полых деталей высотой до 30 мм можно не назначать технологические уклоны. Для элементов детали, которые имеют конструктивные уклоны, технологические уклоны могут так же не назначаться. При этом, во избежание механического повреждения детали при извлечении, необходимо использовать съемные плиты или систему выталкивателей, имеющих максимально возможную площадь контакта с деталью для равномерного распределения нагрузки и минимизации давлений на поверхность выталкивания.

4. Для получения отверстий в литевых деталях используют формообразующие знаки, которые располагаются в полостях литевой формы. Отверстия, формируемые при литье, имеют разнообразную и сложную форму, которую сложно или невозможно получить при механической обработке.

При литье можно получить отверстия, оси которых взаимно пересекаются под различными углами, однако, такая конструкция может существенно

усложнить конструкцию формы и приведет к увеличению стоимости детали. Сквозные отверстия выполняют на бóльшей глубине, чем глухие того же сечения. Это обусловлено возможностью крепления формообразующего знака с двух сторон.

Отверстия, параллельные линии разъема формы, как правило, так же усложняют конструкцию формы и увеличивают ее стоимость. Именно поэтому оси отверстий в стенках изделия располагают перпендикулярно линии смыкания формы.

Необходимо помнить, что в зонах расположения отверстий всегда образуются спаи двух потоков материала, огибающих знак. Прочность спаев, как правило, меньше прочности материала. Поэтому, при проектировании следует избегать расположения отверстий близко к краю изделия. Это может привести к опасности разрушения края детали.

Основные процессы [5], происходящие при литье полимеров под давлением, приведены ниже:

- полимер проходит предварительную сушку до загрузки в термопласт-автомат методом нагрева, при котором происходит диффузия молекул воды изнутри твердых гранул. Нагрев может происходить с вакуумированием или без него;
- гранулы материала подаются в зону подачи расплава вращающимся шнеком материального цилиндра с нагревом, пластикацией и гомогенизацией в межвитковом пространстве;
- расплав предварительно уплотняется до давления 150-250 бар, при этом одновременно происходит дегазация от паров воды и летучих фракций при условии комплектации ТПА вращающимся трехзонным шнеком, имеющим степень сжатия до 2,5;
- расплав сжимается в сопловой зоне до 800-2500 бар. Затем происходит процесс впрыска (инъекции) сжатого расплава через сопло и литник в литьевую форму, имеющую более низкую температуру;

- происходит заполнение пресс-формы в условиях высоких скоростей сдвига при неизотермическим течении расплава полимера;
- происходит ориентация макромолекул, полимер интенсивно отдает тепло форме и застывает в ориентированном состоянии;
- далее происходит частичная кристаллизация полимеров под воздействием высокого давления и интенсивном охлаждении. Происходит формирование надмолекулярных структур;
- отливка окончательно затвердевает с одновременным возрастанием плотности, уменьшением объема, увеличением литьевой усадки и формированием окончательной структуры;
- после выталкивания отливки из формы происходит постлитьевое охлаждение. Оно сопровождается короблением, дополнительной усадкой и частичным уменьшением остаточных напряжений.

Процесс сушки проводится путем нагрева твердых гранул. Диффузия молекул воды через твердый материал невелика, из-за чего процесс сушки занимает довольно продолжительное время и может измеряться несколькими часами. Чтобы ускорить процесс сушки, одновременно с нагревом используют вакуумирование.

В процессе пластикации со снижением вязкости при нагреве одновременно производят смешение полимера с красителями и другими добавками прямо в цилиндре. Нагрев полимера ведется постепенно от зоны к зоне, чтобы исключить возникновения пробки из недорасплавленных гранул в зоне набора материала.

В цилиндре с трехзонным шнеком (зоны загрузки, сжатия и дозирования) происходит пластикация и гомогенизация расплава при интенсивном перемешивании, образуется однородная по составу и равноконсистентная масса.

Уплотнение полимера производится для удаления воздушных промежутков гранул и изменения плотности с 0,5-0,6 г/см³ до плотности монолитного полимера, примерно в два раза превышающей первоначальную. Кроме того, для компенсации объемной и линейной усадки при заполнении формы требуется значительное сжатие нагретого расплава.

Циклограмма процесса литья [4] отражает следующие основные этапы технологии:

1. Смыкание формы (начало цикла), при котором, во избежание удара, в конце смыкания происходит замедление скорости.

2. Узел пластикации подается вперед до прижатия сопла к литниковому узлу пресс-формы. В случае использования горячеканальной системы, материальный цилиндр прижимается к форме на протяжении всего цикла.

3. При движении шнек-поршня вперед производится впрыск ранее набранной дозы расплава. При впрыске обратный клапан, расположенный на наконечнике шнека, перекрывает канал и не допускает перетекания расплава из зоны сопла назад к зоне загрузки. Период впрыска укрупненно делится на два этапа: заполнение формы и сжатие расплава.

4. В период впрыска производится заполнение формы с вытеснением воздуха из формы через систему выporов. При впрыске из-за значительных напряжений и скоростей сдвига, особенно в приповерхностных слоях, происходит значительная ориентация молекул полимера.

5. После завершения полного заполнения формы происходит сжатие расплава, при котором давление в форме возрастает до максимального в доли секунды.

6. Для компенсации усадки по мере охлаждения производится выдержка под давлением (подпитка). Подпитка осуществляется в течение определенного времени, параллельно пластическая масса интенсивно охлаждается от стенок к середине сечения. В конце этапа в зоне сопла предусматривают подушку расплава величиной 2-6 мм вдоль по оси («остаточная подушка»), шнек не должен возвращаться в крайнее левое положение.

7. Чтобы материал окончательного затвердел во всем объеме, включая серединную область, проводят выдержку на охлаждении без давления. В этот период давление внутри формы постепенно снижается по мере охлаждения.

8. С началом процесса выдержки на охлаждении или с некоторой задержкой происходит процесс загрузки материала, шнек начинает вращаться. При этом пластическая масса перемещается по межвитковым каналам шнека от зоны загрузки к зоне сопла, преодолевая заданное гидравлической системой противодействие. Шнек перемещается в заднее положение под воздействием расплава, а набранная доза расплава накапливается в предсопловой зоне под давлением до 200–250 бар.

9. Производится декомпрессия. Шнек принудительно перемещается назад на небольшое расстояние к зоне загрузки. Это приводит к уменьшению давления в зоне сопла после набора дозы. Данный прием используется в том случае, когда термопластавтомат укомплектован соплом открытого типа, чтобы исключить самопроизвольное течение предварительно уплотненной пластической массы после отведения материального цилиндра от формы. Если ТПА укомплектован соплом с клапаном запираения, декомпрессия не производится.

10. Отвод сопла применяется при использовании форм с застывающим литником. Это способствует уменьшению теплопередачи от горячего сопла к холодной литниковой втулке. Для отвода сопла материальный цилиндр отодвигается в заднее положение до начала нового цикла на 100-200 мм.

11. Время охлаждения в форме включает несколько этапов, перечисленных выше. Оно начинается с момента полного заполнения формы. В него входит период уплотнения пластической массы 5, выдержка под давлением 6 и выдержка на охлаждение без давления 7. В течение этого времени изделие проходит полное отверждение до жесткости, которая позволит обеспечить надежное извлечение (съем) без повреждения готовой детали.

12. После завершения полного охлаждения отливки происходит размыкание формы.

13. Извлечение (съем) детали из формы происходит при открытой форме, когда подвижная плита «наезжает» на хвостовик выталкивающей системы на стопор (упор) машины или после срабатывания гидравлического толкателя машины после открытия формы. Конструктивно вместо системы выталкивателей в форме может использоваться плита съема, имеющая ограничители хода. При движении подвижной части полуформы плита страгивает с места отлитую деталь.

14. Пресс-форма остается открытой после извлечения детали до начала цикла смыкания. Для работы машины в автоматическом цикле используются пресс-формы с предусмотренными механизмами съема детали, извлечения литника и обеспечивающие падение литника в лоток без участия оператора. При изготовлении деталей с особыми требованиями к качеству, съем детали производится оператором. Процесс извлечения детали может производиться манипуляторами с вакуумными присосками или захватами. Присоски/захваты позволяют удалить деталь из формы и переместить ее в зону упаковки в стороне от машины. После выполнения операции съема детали (и литников для холодноканальных форм) в автоматическом режиме цикл заканчивается, и подается команда выполнение нового цикла.

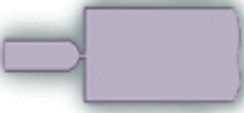

Для малогабаритного тонкостенного литья полное время цикла может составлять всего 4-5 с. Для крупногабаритных толстостенных отливок время цикла может доходить до нескольких минут. В зависимости от толщины, геометрии и веса детали, типа термопластавтомата при традиционном литье полное время цикла составляет от 10-12 до 60-90 с.

Литьевая машина осуществляет работу по строго заданной программе. Все этапы литья обеспечиваются работой нагревателей, установленных по длине цилиндра, включая сопло, в 3-5-7 зонах. Температура нагревателя для каждой зоны подбирается в соответствии с технологическими рекомендациями и характеристиками перерабатываемого материала. Параметры работы ТПА- скорости вращения шнека и впрыска, давление и их изменения во времени, задаются картами режимов литья и уточняются технологической службой при

запуске новой детали. Кроме вышеуказанных величин, назначаются параметры противодействия, декомпрессии, остаточной подушки, моментов переключения давления по заполнению формы, продолжительности всех интервалов цикла литья, температурных величин для формы (индивидуально для матрицы и пуансона), загрузочной зоны. Возможно дополнительное задание и других параметров [4, 8, 14].

В таблице 1.3 представлены возможные дефекты, которые, в свою очередь, проявились при изготовлении продукции на предприятии ЗАО «Мегапласт».







Таблица 1.3 – Следствие влияния возмущающих воздействий на качество продукции, производимой на предприятии ЗАО «Мегапласт»

Шифр дефекта	Наименование дефекта	Визуализация проявления дефекта при литье под давлением	Визуализация дефекта Номер / наименование детали
01	Недолив (однокомпонентное литье)	 <p data-bbox="619 1323 871 1395">Неполное заполнение отливаемого изделия</p>	 <p data-bbox="1086 1339 1347 1366">Изделие 2123-6822815</p> <p data-bbox="987 1386 1445 1413">«Панель спинки заднего сиденья левая»</p>

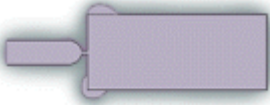


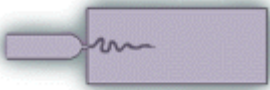

Продолжение таблицы 1.3

<p>02</p>	<p>Недолив мягкого компонента (двухкомпонентное литье)</p>	 <p>Неполное заполнение отливаемого изделия</p>	 <p>Изделия: 2170-8415122/123 «Обтекатель порога правый/левый»; 2170-8415122/123 «Обтекатель порога правый/левый»; 2170-8212734/730/735 «Накладка рамы ветрового окна правая/левая»; 1118-8212734/735 «Накладка рамы ветрового окна правая/левая»; 2190-8212734/735 «Накладка рамы ветрового окна правая/левая».</p>
<p>03</p>	<p>Холодная капля</p>	<p>Видимые вкрапление застывшего материала</p>	 <p>Изделие 2170-8415122/123 Обтекатель порога правый/левый»</p>
<p>04</p>	<p>Отсутствие адгезии (двухкомпонентное литье)</p>	<p>Отсутствие спаиваемости между мягким и жестким компонентами</p>	 <p>Изделие 2170-8415122/123 «Обтекатель порога правый/левый»</p>





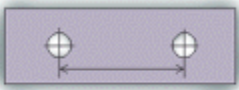

Продолжение таблицы 1.3

05	Серебристость	 <p>Вытянутые по длине свили на поверхности отливки</p>	 <p>Изделие 21213-6810048/049 «Облицовка переднего сиденья правая/левая»</p>
06	Холодный спай	 <p>Соединительный шов в виде линии соединения отдельных фронтов течения расплава.</p>	 <p>Изделие 2110-6828138-01 «Облицовка кронштейна подголовника заднего сиденья»</p>
07	Пригары/подгары (дизельный эффект)	 <p>Подгары, темные пятна на поверхности изделия</p>	 <p>Изделие 1118-5208158 «Кронштейн крепления бачка омывателя»</p>

Продолжение таблицы 1.3

<p>08</p>	<p>Облой</p>	 <p>Наплывы материала в местах разъема, уплотнительных поверхностях</p>	 <p>Изделие 1118-6810049 «Облицовка переднего внешнего сиденья левая»</p>  <p>Дефект с внутренней стороны изделия 1118-8212735 «Накладка рамы ветрового окна левая»</p>
<p>09</p>	<p>Струйное заполнение</p>	 <p>Видимый след течения материала в виде жгута</p>	 <p>Изделие 1118-6812716 «Пластина крепления»</p>

Продолжение таблицы 1.3

010	Утяжины	 <p>Углубления на поверхности изделия напротив ребер и в толстостенных частях</p>	 <p>Изделие JR 41.8201241 «Корпус зеркала левый»</p>
011	Следы течения материала	 <p>Следы на поверхности изделия в виде вытянутых полуколец</p>	 <p>Изделие 64892 «Панель заднего бампера нижняя»</p>
012	Размерный брак	 <p>Несоответствие геометрических размеров</p>	 <p>Изделие 2108-6814234-01 «Держатель ручки механизма регулирования наклона спинки переднего сиденья» Примечание: Калибр с маркировкой «НЕПР» свободно входит в отверстие.</p>



Продолжение таблицы 1.3

013	Вкрапления	 <p>Загрязнение гранулята, темные сгустки, посторонние предметы</p>	 <p>Изделие 2190-6105125 Кнопка выключения замка двери</p>
014	Пузыри на поверхности изделия	Тонкие прослойки на поверхности, которые наполняются воздухом	 <p>Изделие 2190-8212734 «Накладка рамы ветрового окна»</p>
015	Хрупкость	Изделие легко раскалывается сразу после извлечения	 <p>Изделие: 2108-6814234-01 «Держатель ручки механизма регулирования»</p>


Продолжение таблицы 1.3

016	Царапины	<p>Углубление на поверхности, вследствие соприкосновения с чем-либо острым</p>	 <p>Изделие 2123-6810048/049 «Облицовка переднего сиденья правая/левая»</p>
017	Коробление	<p>Искажение формы изделия вследствие действия внутренних напряжений, вызванных неравномерным нагревом или охлаждением, деформацией или фазовыми превращениями материала.</p>	 <p>Изделие 2190-82121734/735 «Накладка рамы ветрового окна правая/левая»</p>  <p>Изделие R90-8204108 «Рамка зеркала противосолнечного козырька»</p>



Продолжение таблицы 1.3

018	Следы от толкателей	Пятна на поверхности или коробление изделия вследствие затрудненного извлечения из пресс-формы	
019	Сколы, излом	Нарушение геометрии изделия, возникающее при механических повреждениях	 <p data-bbox="1007 853 1369 882">Изделие И 21173745 «Табурет»</p> 



Продолжение таблицы 1.3

020	Сдиры	Нарушение поверхности детали путём механических повреждений	 <p data-bbox="1034 600 1342 674">Изделие 2170-8415122/123 «Обтекатель порога пола»</p>  <p data-bbox="975 1099 1410 1173">Изделие 11174-1411066 «Кронштейн крепления контроллера»</p>
021	Ореол	Развод в месте впуска материала	 <p data-bbox="922 1733 1453 1762">Изделие 2171-6302014 «Обивка двери задка»</p>




Продолжение таблицы 1.3

022	Трещина	Щель, углубление на поверхности изделия	 <p data-bbox="959 875 1422 949">Изделие 2123-6822815 «Панель спинки заднего сиденья левая»</p>
023	Загрязнение изделия	Загрязнения, вызванные окружающей средой: пыль, грязь	 <p data-bbox="935 1585 1437 1659">Изделие 2190-8204035/036 «Кронштейн противосолнечного козырька»</p>




Продолжение таблицы 1.3

024	Раковины (углубление на поверхности изделия)	Пустоты в изделиях, образующиеся при попадании посторонних газовых включений (воздуха)	
025	Несоответствие цвета (разнотонность)	Различие в цвете изделий	 <p data-bbox="938 965 1433 1088">Изделие 2190-82040035/036 «Кронштейн противосолнечного козырька правый/левый»</p>
026-1	Замятие	Сминание детали или отдельных её частей	 <p data-bbox="927 1758 1441 1879">Замятие в пресс-форме Изделие 1119-3710206 «Колпачок защитный дверного выключателя»</p>

Продолжение таблицы 1.3

026-2	Замятие	Сминание детали или отдельных её частей	 <p data-bbox="1007 723 1362 752">Механическое замятие (в таре)</p>
027	Нарушение тиснения	Непропечатывание оттиска	
028	Расслоение	Разделения материала на слои	 <p data-bbox="1058 1668 1310 1697">Изделие R90-8204024</p> <p data-bbox="938 1713 1430 1742">«Держатель противосолнечного козырька»</p>


Продолжение таблицы 1.3

029	Зарез	Изменение формы изделия из-за зареза ножом /пневмоножниц	 <p data-bbox="1011 622 1289 696">Изделие 2190-8404412 «Фартук заднего крыла»</p>
030	Стружка	Наличие небольшого кусочка пластмассы, представляющий собой тонкий и узкий слой, срезанный ножом или другим режущим инструментом	 <p data-bbox="922 1077 1369 1151">Изделие R90-8204022 «Каркас противосолнечного козырька»</p>
031	Вырыв	Искажение или замятие части детали при извлечении из формообразующих	 <p data-bbox="959 1570 1331 1688">Вырыв твердого компонента Изделие 2190-8212735 «Накладка рамы ветрового окна»</p>

Продолжение таблицы 1.3

032	Загрязнение смазочным материалом	<p>Глянцевое пятно на поверхности изделия, проявляется в связи с течью смазочных материалов (масла, силикон и др.) из пресс – формы.</p>	 <p>Изделие 1295537X Пластиковый картер левый.</p>
047	Наплыв материала	<p>Наплыв мягкого компонента на жесткий или наплыв жесткого компонента на мягкий</p>	

Продолжение таблицы 1.3

052	Белесые / глянцевые пятна	Появление бликующего блестящего пятна на поверхности изделия.	
-----	---------------------------------	---	--

1.2 Канальные системы пресс-форм термопластавтоматов

Благодаря многолетней практике зарубежных и отечественных предприятий, осуществляющих / осуществляющие деятельность серийного производства деталей из пластических масс литьем под давлением, применяют горячеканальные системы (ГКС) для пресс-форм.

Горячеканальная система (далее ГКС) – это система, которая обеспечивает подвод сжатого вещества (расплава, материала) от дюзы (сопла литьевой машины) в формообразующую полость с минимальными потерями давления.

Наряду с горячеканальными системами существуют и холодноканальные. Различия данных системы заключается в устройстве литникового канала. Для наглядного понимания приведем пример.

На территории Самарской области большинство предприятий осуществляют производство деталей с применением холодноканальных систем.

Цикл производства деталей можно разбить на несколько этапов: заполнение литника, заполнение детали, уплотнение изделия с литником, охлаждение изделия, охлаждение литника. Как мы можем наблюдать данный вид системы не подразумевает, обогрев материала в литниковом канале, в результате чего литник остывает с отлитыми деталями. При открывании пресс-формы деталь совместно с литником выпадают. За цикл работы термопластавтомата получаем годное изделие и разводящий литник.

Согласно процедуре контроля готового изделия, контролером был осуществлен визуальный контроль внешнего вида, а также контроль веса

геометрических и характеристик. При контроле отливок не обнаружено дефектов литья. Внешний вид соответствовал:

- согласованному контрольному образцу детали;
- первой годной отливке предыдущего запуска.

При проведении инструментального контроля деталей, отклонений по измеряемым контрольным точкам не выявлено. Совместно с технологическим отделом был проведен контроль веса детали и разводящего литника. В результате данного вида было выявлено, что вес разводящего литника превышает вес детали, т.е. разводящий литник переуплотнен.

Недостатками применения холодноканальных систем будут являться:

- неэффективное использование материала;
- затраты времени на обработку детали;
- необходимость переработки отходов производства (литника);
- затраты на энергию;
- неэффективная производительность термопластавтомата и т.д.

Как показывает повседневная практика, горячеканальные системы имеют ряд преимуществ, которые подразделить на две составные части:

1. Экономическая (снижение себестоимости продукции);
2. Техническая (выпуск высококачественных деталей).

Рассмотрим главные преимущества применения ГКС.

Применение ГКС позволяет:

1. Снизить себестоимость продукции, изготавливаемой из полимерных материалов, за счет:
 - уменьшения веса отливки;
 - уменьшения или полного исключения разводящей литниковой системы;
 - исключения необходимости вторичной переработки отходов;

- уменьшения толщины стенки изделия, приводящего к сокращению времени цикла

- охлаждения.

2. Стабилизировать технологические режимы литья под давлением полимерных материалов для получения изделий высокого качества за счёт:

- постоянного по времени гидравлического сопротивления подогреваемых каналов в горячеканальных формах;

- равномерной и сбалансированной передачи давления от сопла литейной машины к изделию.

3. Повысить качество готовых изделий за счёт:

- стабильности передачи технологических параметров (давления и скорости впрыска, времени выдержки под давлением) от литейной машины к изделию;

- исключения ручной доработки изделия, связанного с удалением литников и облоя;

- исключения использования вторичного сырья;

- уменьшения давления впрыска;

- уменьшения площади проекции изделия на пресс литейной машины;

- снижения усилия смыкания формы.

4. Снизить затраты электроэнергии из расчёта на единицу продукции за счёт:

- сокращения времени технологического цикла;

- использования литейной машины меньшей производительности;

- сокращения затрат электроэнергии на вспомогательные операции (охлаждение, термостатирование).

5. Повысить надёжность и увеличить срок эксплуатации технологического оборудования за счёт:

- работы литейного оборудования в номинальных режимах, а не близких к максимальным;
- эксплуатации технологической оснастки, оснащенной ГКС, при меньших давлениях в сравнении с работой холодноканальных форм.

Преимущества серии литниковых втулок БФ:

- Унификация корпуса и базовых элементов системы (нагревателей, термопар, установочных колец);
- Энергосберегающие технологии теплоизоляции корпуса литниковых втулок;
- Высокая точность термостатирования впускной части литниковых втулок благодаря направленному тепловому потоку;
- Защита нагревательного элемента от попадания расплава;
- Специальная конструкция литниковых втулок, обеспечивающая простоту замены изношенных частей при работе с наполненными материалами, а также замену вышедших из строя нагревателей и термопар.

2 Анализ деятельности предприятия ЗАО «Мегапласт»

2.1 Общая характеристика предприятия ЗАО «Мегапласт»

Предприятие ЗАО «Мегапласт», созданная в 1993 году – предприятие Самарского региона, работающее в сфере производства автокомпонентов. Под чутким руководством генерального директора Платошина Л.П.

Основной вид деятельности – выпуск высококачественных деталей из пластмасс методом литья под давлением и вакуумного формования. Номенклатура изделий насчитывает более 200 наименований деталей для автомобильной промышленности и потребительского сектора. Детали предназначены для экстерьера и интерьера автомобиля, и подкапотного пространства, которые работают в агрессивных средах.

Компания успешно применяет технологию двухкомпонентного литья пластмассовых деталей, которая позволяет соединять разные материалы изделия во время литья, что обеспечивает им чрезвычайно надежное сцепление, лучший эстетичный вид и улучшенные потребительские свойства.

Основными технологиями производства являются:

1. Технология литья под давлением;
2. Технология термоформования.

В настоящее время ЗАО «Мегапласт» располагает квалифицированным персоналом в количестве 194 человека, собственной производственной площадью более 12000 квадратных метров, современным высокопроизводительным оборудованием и прогрессивными технологиями.

Парк термопластавтоматов составляет 25 единиц станков с усилием смыкания от 50 до 1 800 тонн. Наглядное представление парка термопластавтоматов представлено на рисунке 2.1.

Компания имеет собственную ремонтную базу для обслуживания оснастки и оборудования, логистическое подразделение, в которое входит транспортное автохозяйство и автоматизированные складские помещения.



Рисунок 2.1 – Визуализация парка термопластавтоматов (ТПА)
ЗАО «Мегапласт»

Компания является системным поставщиком, способным самостоятельно проектировать дизайн изделия по требованиям заказчика и осуществлять весь цикл подготовки производства до выпуска серийного изделия. Структура предприятия включает конструкторско-технологический отдел, способный самостоятельно проектировать изделия, в т.ч. сборочные узлы, и пресс-формы. Проектирование изделий и оснастки осуществляется с использованием систем САТИА 5.18.

Основными потребителями продукции ЗАО «Мегапласт» являются:

- АО «АВТОВАЗ»;
- ООО «BOSCH»;
- ООО «FAURECIA»;
- ООО «Джойсон Сейфти Системс РУС»;

- ООО «BROSE»;
- ООО «HI-LEX» и др.

ЗАО «Мегапласт» уделяет большое внимание развитию и совершенствованию системы менеджмента качества. Первым значительным шагом в этой области была сертификация СМК ЗАО «Мегапласт», проведенная независимым органом по сертификации TUV-CERT (Германия) в 2003 году. В мае 2007 года получен сертификат соответствия ISO/TS 16949:2002 в области производства серийных и запасных частей в автомобильной промышленности методом литья под давлением, подтвержденный наблюдательными аудитам в 2008-2016гг. В ноябре 2011 получен сертификат ИСО 14001:2004 на соответствие требованиям экологического стандарта. Что обеспечивает:

- Низкие затраты на технологическую оснастку;
- Лучший эстетичный вид;
- Улучшенные потребительские свойства;
- Применима при разработке и прототипировании автомобилей;
- Обеспечивает короткие сроки подготовки производства.

Большое внимание предприятие уделяет развитию и совершенствованию системы менеджмента качества (СМК).

В 2003 году впервые пройден сертификационный аудит на соответствие СМК ЗАО «Мегапласт» требованиям международного стандарта ISO 9001-2000 «Системы менеджмента качества. Требования». Внедрение было подтверждено сертификатом № 15 100 31821 TUV CERT от 10.08.03 и повторно подтверждено сертификатом № INT60001DE BVQI от 23.06.06.

В 2007 году пройден сертификационный аудит на соответствие СМК требованиям стандартов ISO/TS 16949:2002 «Системы менеджмента качества. Особые требования по применению ISO 9001:2000 для производства серийных и запасных частей в автомобильной промышленности». Прохождение аудиторской проверки было подтверждено сертификатом №SQ /1801 UTAC от 23.07.07.

В 2010 году предприятие прошло сертификацию по требованиям ISO/TS 16949:2009, что было подтверждено сертификатом №SQ /1807-2 UTAC от 22.07.10, а также сертификацию по требованиям ISO 9001:2008 (в область сертификации включено проектирование), что было подтверждено сертификатом, №SQ /1808-2 UTAC от 22.07.10.

С 2010 года предприятие ежегодно подтверждает сертификацию СМК на соответствие требованиям ISO/TS 16949:2009 и ISO 9001:2008.

В 2018 году предприятие успешно прошло сертификационный аудит на соответствие СМК требованиям IATF 16949:2016 и ISO 9001:2015, что подтверждают выданные ф. UTAC сертификаты № SQ/1807-7 и № SQ/1808-6 от 06.07.2018 г.

На ЗАО «Мегапласт» функционирует собственная контрольно-измерительная лаборатория. Метрологическая база включает:

- более 150 единиц универсальных средств измерений для контроля линейно-угловых, теплотехнических и др. характеристик;
- более 50 контрольных калибров, в том числе спроектированных и изготовленных собственными силами.

Линейно-угловые измерения выполняются с применением высокоточного оборудования мобильной КИМ FARO PowerGAGE (Швейцария), стационарной КИМ COORD (Италия).

Контроль динамических характеристик выполняется с применением контрольно-измерительного винтовинтоверта CVIR II Desoutter (Франция).

2.2 Анализ основных характеристик термопластавтомата (ТПА) Battenfeld

Для литья крупногабаритных изделий на ЗАО «Мегапласт» имеется несколько крупнотоннажных термопластавтоматов. Одним из них является ТПА НМ16000 2P/1200+1000L производства австрийской фирмы «Battenfeld» с

усилием смыкания 1600 т.с. На рисунке 2.2 продемонстрирован термопластавтомат (ТПА) Battenfeld.

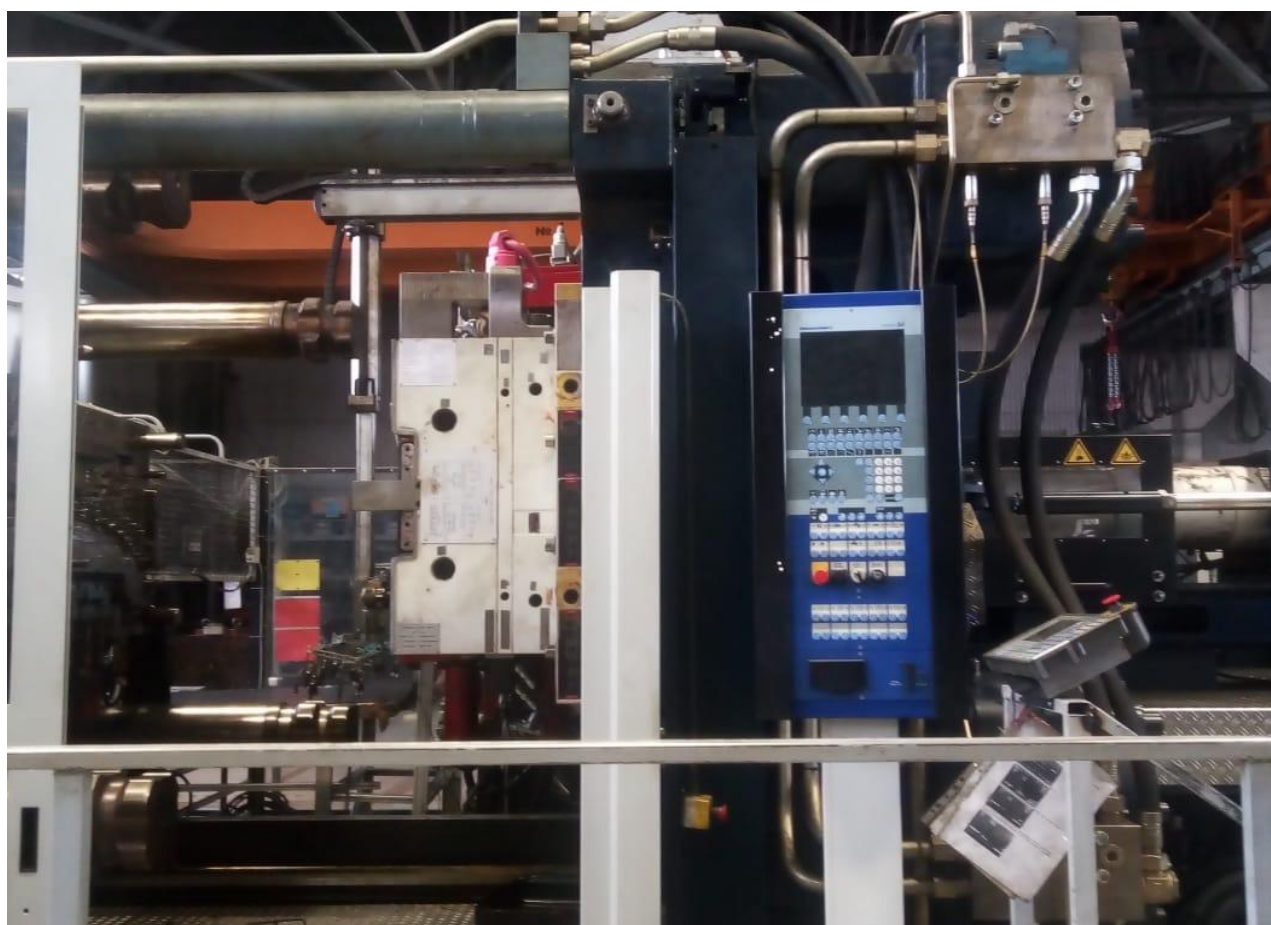


Рисунок 2.2 – Визуализация термопластавтомата (ТПА) Battenfeld

В таблице 2.1 рассмотрены основные характеристики термопластавтомата (ТПА) Battenfeld HM 16000 2P/12000+1000L.

Таблица 2.1 – Основные характеристики термопластавтомата (ТПА) Battenfeld HM 16000 2P/12000+1000L.

Характеристики	Показания
Диаметр шнека	120/50 мм.
Диаметр сопла	9/3,5 мм.
Давление впрыска	246,5 МПа
Рабочий объем впрыска	6786/491 см.

Продолжение Таблицы 2.1

Усилие запираания	16000 КН
Длина хода плиты	1910 мм.
Высота устанавливаемого инструмента	830-1600 мм.
Характеристики	Показания
Ход выталкивателя	350мм
Диаметр установочного кольца (Неподвижный/ подвижный)	250мм
Радиус сопла	35мм
Вылет сопла	25мм
Расстояние между колоннами (гор. / вер.)	1800x1400мм
Размер плит	2470x2070мм
Мощность привода	167КВт
Габариты ДхШхВ	13365x7120x3200мм
Вес	95200кг
Количество зон нагрева	1+7
Наработка по состоянию	28 372.71 м.ч.

В нынешнее время сложно не повстречать продукт из пластика. Термопластавтомат Battenfeld является одним из станков, который способен произвести продукцию высокого качества. Термопластавтомат является автоматизированным, так что фактически не потребуются ручной труд. При приобретенным опыте, мною было выявлены достоинства термопластавтомата Battenfeld:

- Высокая производительность;
- Большой ассортимент изготавливаемых изделий при использовании различных пресс-форм разных размеров.

На термопластавтомате Battenfeld имеется возможность изготовления емкостей, тары, упаковок, фурнитуру для окон, мебели, а также игрушки. Несмотря на свои большие размеры, термопластавтомат Battenfeld позволяет полностью себя реализовывать за счет высокой производительности с разными типами сырья.

Также данный термопластавтомат является надежным, за два года, работая инженером по ремонту оборудования, на счету термопластавтомата Battenfeld не было ни единой поломки. Благодаря автоматизированным системам, в данное время требуется меньше человеческого труда.

На данном термопластавтомате изготавливается продукция для АВТОВАЗА, в т.ч. щитки переднего крыла - правый и левый (рисунок 2.3).

Изделия являются деталями большой площади с относительно небольшой толщиной стенок. Пресс-форма имеет нескольких точек впуска материала в оформляющую полость.

Данные детали используются на автомобиле Лада Гранта. Щиток переднего крыла неподвижно связан с корпусом автомобиля, расположение щитка в корпусе учитывает величину хода подвески и угол поворота колес.

К этой детали для легковых автомобилей существуют специальные требования:

- Щиток переднего крыла должен закрывать сектор колеса в 30 градусов спереди и 50 градусов сзади.
- Задний конец щитка переднего крыла должен располагаться не выше, чем на 150 мм над осью.
- Расстояние между нижней кромкой щитка переднего крыла и осью не должно превышать двух радиусов колеса.

Осуществляя деятельность инженером по ремонту на производстве ЗАО «Мегапласт», были проанализированы наиболее распространенные виды дефектов литья под давлением выпускаемой продукции «Щиток переднего крыла правый / левый», а именно:

- Недолив (однокомпонентное литье) – Шифр дефекта «01»;

- Серебристость – Шифр дефекта «05»;
- Пригары – Шифр дефекта «07»;
- Облой – Шифр дефекта «08»;
- Утяжины – Шифр дефекта «010»;
- Коробление - Шифр дефекта «016».

Данные виды дефектов литья зависят от работы блока управления горячеканальной системой (ГКС), так как возникновение данных дефектов обусловлено, главным образом, температурой в пресс-форме.



Рисунок 2.3 – Визуализация производимой продукции на термопластавтомате (ТПА) Battenfeld HM 16000 2P/12000+1000L

3 Разработка блока управления горячеканальной системы (ГКС) для термопластавтомата (ТПА) BATTENFELD на предприятии ЗАО «Мегапласт»

3.1 Мероприятия, направленные на диагностику качества выпускаемой продукции и снижение внутреннего уровня брака

Горячеканальные системы (ГКС), благодаря целому ряду технологических и экономических преимуществ при литье под давлением деталей из пластических масс в серийном производстве, получили широкое применение.

Основная технологическая особенность литья под давлением с использованием горячего канала - транспортировка расплава полимера из термопластавтомата в полость пресс-формы при заданной температуре, которая поддерживается в течении, как минимум, одного литьевого цикла.

В отличие от холодноканальных систем, где полимерный материал затвердевает непосредственно в каналах и выталкивается вместе с отформованным изделием, в ГКС материал постоянно находится в текучем состоянии и не образует литника (застывшего в канале пластика). Эта особенность горячеканальной системы породила еще одно название - «безлитниковая система».

Контролируемый нагрев каналов дает возможность транспортировки расплава к точкам впрыска вне зависимости от длины и сечения каналов, чтобы обеспечить равномерность и одновременность заполнения всех полостей оснастки. Это относится к пресс-формам любой сложности, в том числе крупногабаритным и многогнездным.

Сопоставление преимуществ и недостатков, имеющих у горячеканальных систем, приводит к выводу о перспективности применения безлитниковых систем по сравнению с традиционным холодным литьем.

Преимущества применения безлитниковых систем очевидны:

- уменьшается себестоимость готовой продукции. Повышается рентабельность производства в целом;
- уменьшается время цикла литья за счет уменьшения времени охлаждения детали внутри пресс-формы, т.к. не требуется ждать застывания литника;
- снижается количество отходов из-за почти полного отсутствия литников;
- отсутствует необходимость механической доработки изделия после литья;
- уменьшаются затраты на переработку и хранение отходов производства;
- снижается материалоемкость из-за минимизации литников.
- уменьшается усилие запирания формы за счет меньшей площади соединяемых частей в плоскости разъёма;
- уменьшаются затраты на дополнительное охлаждение литников по сравнению с традиционным литьем;
- нет потерь давления. Это позволит снизить значение как на впуске, так и при выдержке;
- уменьшаются остаточные напряжения в деталях за счет снижения размеров и количества утяжек.
- возможно производство сложных деталей в габаритных, многоэтажных и многоместных формах с особыми вариантами литья (каскадное, «сэндвич», вспененное, многоцветное...).
- существенно улучшается качество и потребительские характеристики готового изделия за счет снижения и стабилизации веса, увеличения прочностных характеристик. Становится возможным уменьшение толщины стенок. На детали возможны лишь незначительные следы от питателя, так как не применяется отделение от детали застывших литников, как при холодном литье.

Указанные преимущества дают возможность рассмотрения применимости для производства деталей менее производительной (по объёму впрыска, количеству приготовления расплава, давлению) литьевой машины с меньшей ценой.

Недостатки применения ГКС теряют свою значимость при выпуске больших партий деталей для серийных объемов производства.

К недостаткам использования безлитниковых систем можно отнести следующие:

1. Пресс-форма для горячеканального литья имеет более высокую стоимость, чем для холодноканального. Конструкция горячеканальных форм более сложная, чем конструкция традиционных форм. Это вызвано необходимостью установки в форму термических элементов, элементов контроля температуры и дополнительных деталей. Кроме того, для изготовления форм с горячим каналом используются термостойкие материалы и специальные покрытия для деталей. Конструирование и производство форм с горячим каналом требуют повышенной точности;
2. Повышается энергопотребление по сравнению с традиционным литьем (без учета расходов на переработку литников);
3. Для обслуживания горячеканальных форм необходимо привлечение высококвалифицированного персонала;
4. При возникновении нештатных ситуаций, аварий есть риск термического разложения материала;
5. Требуется дополнительное время для повторного запуска процесса литья после остановок в работе;
6. Требуется использование только первичного качественного сырья или установка систем фильтрации расплава.

Рабочая температура расплава в каналах ГКС достигается за счет электрических нагревателей, которые управляются контроллерами (регуляторами) заданных температурных параметров на основании данных, получаемых от специальных датчиков (термопар), расположенных в различных точках системы.

Применение горячеканальных пресс-форм дает возможность отливать детали большой площади с относительно небольшой толщиной стенок. В этом случае возможно применение нескольких точек впуска материала в оформляющую полость пресс-формы, что обеспечивает хорошую заполняемость гнезда пресс-формы и отсутствие на отливаемой детали холодных спаев материала.

Впрыск материала осуществляется, как правило, через точечные впускные литники, диаметр которых обычно лежит в пределах 0.7 - 6.0 мм в зависимости от количества точек впуска, материала детали, размеров отливаемого изделия, его массы и конструктивных особенностей.

На этапе проектирования изделия из пластической массы учитываются технологические возможности и особенности применения в пресс-форме горячеканальных систем. В частности, можно уже на этом этапе определить оптимальные места впуска материала и учесть в конструкции детали различные технологические требования (углубление под место впрыска, возможность скрыть след литника, совмещение технологических ребер для лучшего пролива с конструктивными ребрами и т.д.).

Горячеканальные литниковые системы могут применяться как самостоятельно, так и в сочетании с традиционной литниковой системой. В этом случае центральный и разводящие литники заменяются горячеканальными. Впрыск материала в оформляющую полость пресс-формы осуществляется через маленькие впускные охлаждаемые или тоннельные литники. Такой способ позволяет минимизировать отходы в виде литников, т.к. основная масса литниковой системы будет находиться в виде расплава в горячеканальной системе.

Комбинированные системы рекомендуются для многогнездных пресс-форм, используемых для изготовления деталей небольших размеров. Оформляющие гнезда пресс-формы группируются вокруг горячеканального сопла (инжектора) для минимизации размеров затвердевающих частей литников. Это позволяет упростить конструкцию горячеканальной системы,

сократить количество применяемых сопел, нагревателей, приборов терморегулирования.

Горячеканальные пресс-формы могут быть установлены на литьевую машину любого типа. Экономический эффект от применения систем с горячим каналом достигается с помощью повышения производительности литьевого оборудования за счет сокращения цикла литья изделия; снижения расходов на сырье благодаря минимизации отходов производства; уменьшению расходов на переработку и утилизацию литников. Использование ГКС позволяет расширить технологические возможности изготовления деталей из пластмасс.

Цикл литья для тонкостенных изделий, по некоторым данным, может быть сокращен на 40-60% и более. Сокращение цикла обусловлено отсутствием традиционных литников, охлаждаемых в пресс-форме вместе с изделием. Нередко литники бывают большего сечения, чем отливаемые детали, и, в этом случае, время выдержки материала в пресс-форме определяют именно они.

Все горячеканальные системы можно разделить на два основных типа: с внутренним и наружным обогревом. Встречается и смешанная конструкция горячеканальных систем.

В системе с внутренним нагреванием, еще называемым в специализированной литературе Cool-One, нагреватель размещается непосредственно в литниковом канале. Расплав полимера двигается вокруг нагревателя и создает кольцевой поток в изолированном слое затвердевшего пластика. Нагрев расплава полимера происходит от центра литникового канала к периферии.

Система с наружным нагревом носит название Hot-One. Полимер нагревается извне, и конструкция литниковых каналов, при этом, практически свободна от ограничений. Коллектор ГКС для уменьшения потерь тепла, изолируется от окружающих плит.

Среди производителей горячеканальных систем есть разделение по выпуску горячеканальных систем. так, например, системы Hot-One предлагают

такие компании, как D-M-E, INCOE, HASCO, HUSKY, Thermoplay и т.д., а системы Cool-One - компании D-M-E, Ewicon, Gunter.

Система с внутренним обогревом Cool-One собирается из стандартных, предварительно спроектированных компонентов. Она представляет собой плиту с разводящими каналами, в которые вмонтированы патронные электронагреватели, располагающиеся по центру разводящих литниковых каналов в отверстиях большего диаметра.

Система наружного обогрева Hot-One, как правило, выполнена в виде отдельного стального блока - коллектора, внутри которого находятся литниковые каналы. Нагрев расплава осуществляется снаружи при помощи спиральных или залитых нагревателей в горячеканальных втулках и патронных или трубчатых нагревателей в коллекторе.

Система Hot-One позволяет производить изделия с широким диапазоном размеров. Наиболее часто она применяется для очень чувствительных к сдвигу и наполненных материалов, а также применяется при необходимости частой смены цвета готового изделия.

Условно можно сказать, что системы Cool-One оптимальнее применять для переработки обычных материалов, таких как ПЭ, ПП, ПС, а системы Hot-One предпочтительны для переработки конструкционных пластмасс, таких как АБС, ПА, ПК, ПОМ, ПБТ, полимеров с различными типами наполнителей и т.д.

Когда речь заходит об использовании в пресс-форме горячеканальной системы впрыска материала, нужно рассчитывать не только на инжекторы.

При наличии нескольких точек впрыска, материал по инжекторам разводится по коллектору. Нередко при использовании добавок из вторичного сырья, перед коллектором устанавливается фильтрующий элемент. Все эти элементы, как правило, имеют нагреватели и датчики температуры. Следовательно, горячеканальной системе нужен терморегулятор.

Число каналов регулирования должно быть не меньше суммы количества инжекторов плюс число зон на коллекторе.

При использовании входного фильтра еще добавятся его нагреватель и датчик.

Фирменные терморегуляторы, например, поставляемые компанией HASCO, имеют высокую стоимость. так, 6-ти канальный терморегулятор HASCO Z12930 6x16A стоит 1842,95 Euro. 18-ти канальный HASCO Z12930 18x16A стоит уже 4494,63 Euro в ценах для стран Евросоюза. В России цена будет выше процентов на 30 за счет доставки, растаможки, наценки дилеров.

Цена терморегулятора на 48 каналов уже сопоставима с ценой нового автомобиля в автосалоне (рисунок 3.1).



Рисунок 3.1 – Внешний вид блоков управления ф.Hasco

Кроме того, готовые блоки контроля горячеканальной системы, как правило, предполагают обслуживание сервисными центрами фирм-изготовителей, что тоже будет стоить немалых денег.

Во время ремонта при отсутствии резервных блоков управления оборудование будет простаивать, что приведет к потерям в виде невыпущенной продукции и возможным штрафам со стороны потребителей за недопоставку продукции.

Инжектор ГКС набирает температуру за несколько десятков секунд. При сбое терморегулятора и его несвоевременным отключением, инжектор может выйти из строя. Кроме того, производители не рекомендуют быстро

разогревать инжекторы форм. По официальным требованиям производителей, вывод инжектора на рабочий режим производится в три этапа:

1. Нагрев со скоростью 3-5 градусов в минуту до 100-110 градусов Цельсия.
2. 8-10 минут материал сушат при температуре 100-110 градусов Цельсия.
3. Вывод на заданную температуру со скоростью 4-8 градусов в минуту.

При анализе производства деталей была выявлена проблема, связанная с качеством выпускаемой продукции предприятия.

Из-за нехватки встроенного в ТПА управления каналами горячеканальной системы, было принято решение об использовании внешних блоков управления ГКС.

Это решение позволило управлять последовательностью впрыска при помощи открытия и закрытия пневматического клапана горячеканальной системы для смещения места встречи 2-х потоков расплава в изделии, регулировки объёма впрыска каждого сопла, понижения требуемого усилия смыкания, уменьшения видимости линии спая на изделии.

Прибор управления горячеканальной системы (ГКС) подключается к сети питания при помощи стандартной сетевой вилки. Для равномерного распределения нагрузки по фазам используется трехфазная сеть питания.

При помощи разъемов HAN блок управления горячеканальной системы (ГКС) подключается к пресс-форме. Для обеспечения помехоустойчивости управление ТЭНами и термопары расключены на разные разъемы.

Для снижения расходов на закупку, эксплуатацию и ремонт готовых покупных блоков управления ГКС, было принято решение о необходимости разработки блока управления горячеканальной системы (ГКС).

В результате проведенного анализа данной работы была определена проблема, связанная с качеством выпускаемой продукции предприятия.

Блок позволяет управлять последовательностью впрыска при помощи открытия и закрытия пневматического клапана горячеканальной системы. Данная технология позволяет сместить место встречи 2-х потоков расплава в

изделии, регулировать объём впрыска каждого сопла, понизить требуемое усилие смыкания, уменьшить видимость линии спая на изделии.

Для решения данной проблемы необходимо разработать блок управления горячеканальной системы (ГКС) для термопластавтомата (ТПА) BATTENFELD, в котором главной частью разработки будет являться пропорционально-интегрально-дифференциальный регулятор (ПИД-регулятор).

Устройство ТРМ101 в комплекте с первичным преобразователем необходимо для получения и обработки физических данных контролируемого объекта. Прибор позволяет визуализировать измеренные данные на встроенном цифровом индикаторе. Кроме того, ТРМ-101 формирует сигналы управления встроенными выходными устройствами для регулирования измеряемого параметра.

Регуляторы ТРМ101 применяют в системах контроля технологических операций и регулирования процессов.

Устройство реализует следующие возможности:

1. Измеряет температуру или другие физические величины.
2. Регулирует измеряемую величину по ПИД-закону с помощью импульсного или аналогового управления.
3. Имеет автонастройку регулятора на установленном объекте.
4. Определяет аварийную ситуацию при возникновении обрыва в контуре регулирования или выходе контролируемого параметра за заданные пределы.
5. Выявляет ошибки работы и определяет первичные причины неисправности.
6. Позволяет работу в сети, организованной по эталону RS-485, для задания нужных режимов работы прибора и осуществления контроля.
7. Допускает дистанционное управление запуском и остановкой регулирования.

На рисунке 3.1 продемонстрирован состав изделия ТРМ – 101.

Корпус имеет несколько отверстий для вентиляции, эти отверстия для установки винтовых фиксаторов крепления в щит. Устройство рассчитано на установку в щите шириной до 10 мм. В комплекте есть особый хомут для крепления в щите.

На рисунке 3.2 наглядно представлен ПИД-регулятор, ТРМ101.

Пропорционально-интегрально-дифференциальный регулятор – устройство в цепи обратной связи, которое используется в системах автоматического управления для поддержания на заданном уровне значения измеряемого параметра. Данный регулятор предназначен для регулировки температуры пресс-формы.

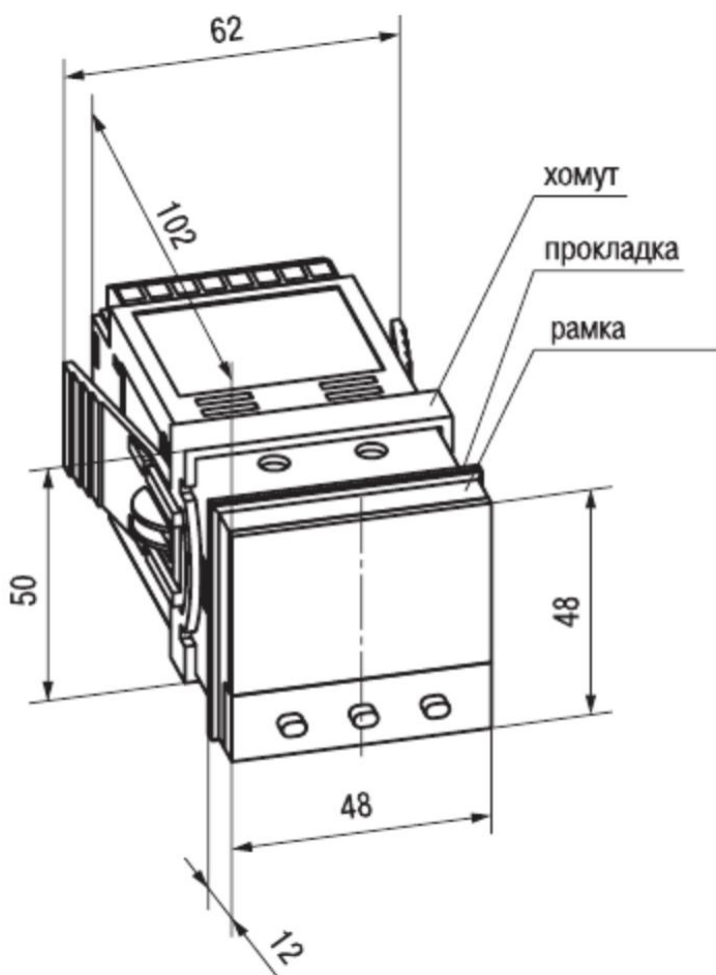


Рисунок 3.1 – Состав изделия ТРМ – 101



Рисунок 3.2 – Визуализация пропорционально-интегрально-дифференциальный регулятор, TPM101(ПИД-регулятор)

Основными достоинствами регулятора TPM101 являются:

- Универсальный вход для подключения широкого спектра датчиков температуры, давления, влажности и др.;
- Регулирование измеренной величины с использованием «нагревателя» или «холодильника»;
- Автоматическая настройка по современному алгоритму;
- Дистанционный запуск и останов регулятора внешним устройством, подключенным к дополнительному входу;
- Сигнализация о возникновении аварии двух типов:
 - регулируемая величина вышла за заданные пределы;
 - цепи регулирования (LBA) имеет обрыв;
- Регулировка мощности (например, для управления инфракрасным нагревателем). При использовании токового выхода 4...20 мА может совместно применяться с прибором типа БУСТ;
- Бесконтактное управление нагрузкой через внешнее твердотельное реле;
- Встроенный интерфейс RS-485;

- С передней панели прибора или на ПК возможно конфигурирование регулятора температуры, давления и др. величин;

- Для разных групп специалистов устанавливаются разные уровни защиты параметров.

О точности и смещении можно сказать особо. Терморегулятор может обработать по электронике диапазон от 20 до 999 °С. Температура измерения феррум-константановой термопары (тип J) от -200 до 800 °С. Рекомендуемый – от 0 до 500°С. Ниже конденсат портит железо, выше - портится медный сплав. Погрешность термопар 1 класса точности составляет 1.5 °С, 2 класса - 2.5°С. Инжектор обычно используется при температурах от 180 до 350°С (для полипропилена 210-250°С).

Особо остановимся на «компенсации холодных концов». Как известно, термопара измеряет не температуру, а разницу температур между «горячим» и «холодным» спаями. «Холодный» спай образуется, если не сделать его специально, через коммутацию. Чтобы точно измерить температуру «горячего» спая, нужно либо создать еще одну термопару и точно термостатировать ее (для простоты на 0 °С). Либо добавить еще один датчик температуры в разъем, где провода термопары соединяются с проводами терморегулятора (рисунок 3.3 – Схема подключения термопар). Или тянуть термопарные провода прямо в корпус прибора, где измерять температуру опять же у разъема, и вычитать ее из общего результата.

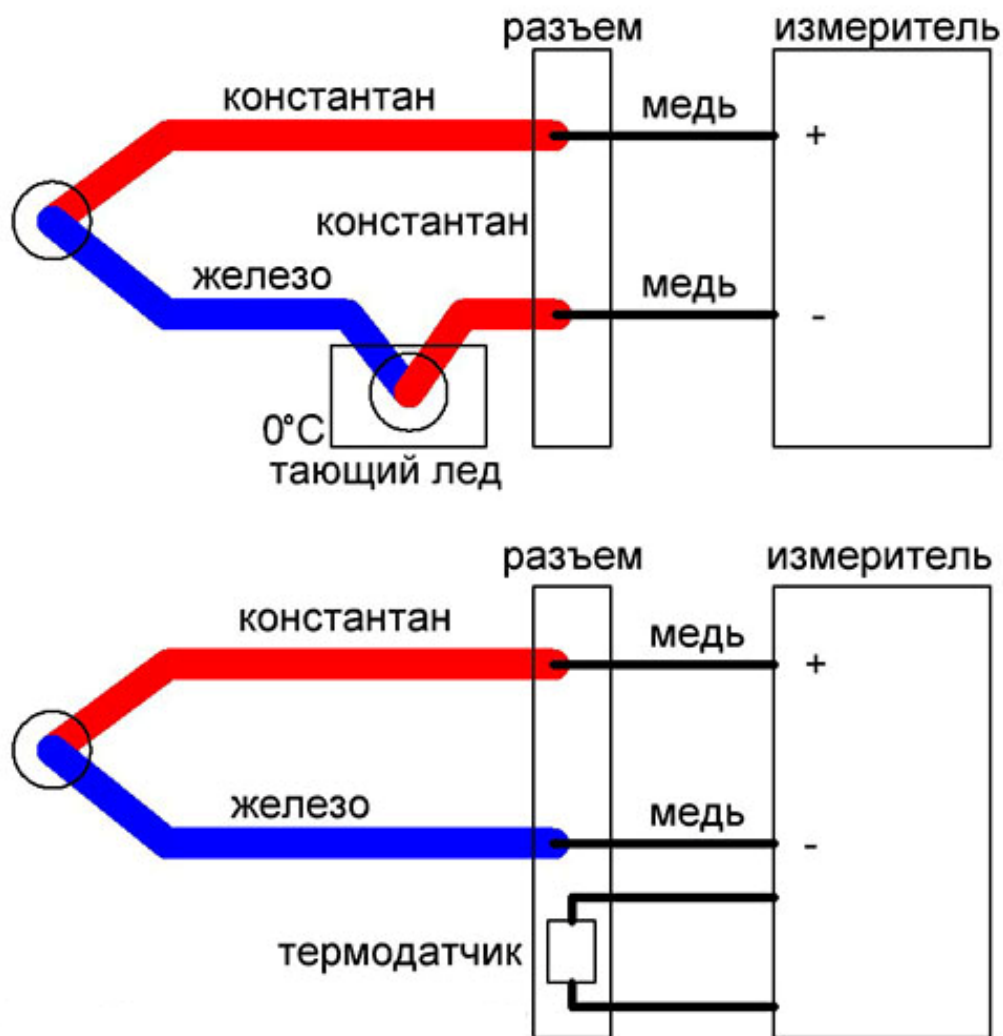


Рисунок 3.3 – Схема подключения термопар

Предполагаем, что температура в районе разъема около 20°C. Рассмотрим подробнее причину допущения. Это обусловлено тем, что с помощью терморегулятора производится не регулировка температуры расплава, проходящего через инжектор, а регулировка температуры своего датчика.

Так как датчик установлен на внешней поверхности канала инжектора, который может иметь разную длину, то температура стенок канала влияет на проходящую при впрыске пластмассу в зависимости от длины инжектора, влияние чуть меньше (для коротких) или чуть больше (для длинных).

Главное, чтобы пластмасса в инжекторе не «замерзла» при низкой температуре и не начала кипеть при высокой. Функция инжектора – доставить расплав в точку заливки.

На основе вышеперечисленных достоинств использования данного регулятора было принято решение разработать собственный прототип. На рисунке 3.4 представлена визуализация ТРМ – 101.

Для сборки данного регулятора необходимы следующие вспомогательные материалы:

- алюминиевые уголки (рисунок 3.5);
- лист АВС (рисунок 3.6).

Алюминиевый уголок, который производят российские и иностранные металлургические производства, пользуется огромным спросом среди потребителей. Алюминиевый уголок используют в строительстве и смежных с ними областях. Уголки из алюминия стали использовать в этой индустрии много лет назад, но в последнее время сфера их применения значительно расширилась.

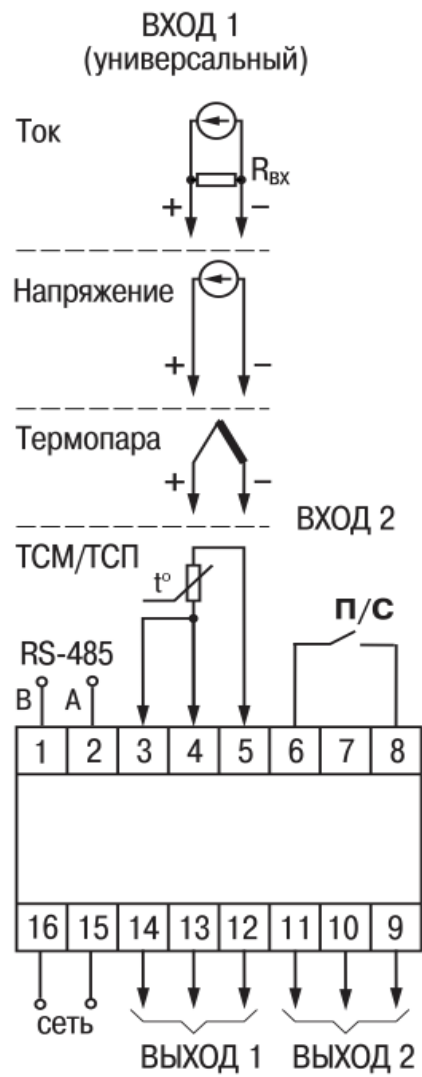


Рисунок 3.4 – Визуализация подключения ТРМ - 101



Рисунок 3.5 – Вспомогательный материал (алюминиевые уголки)

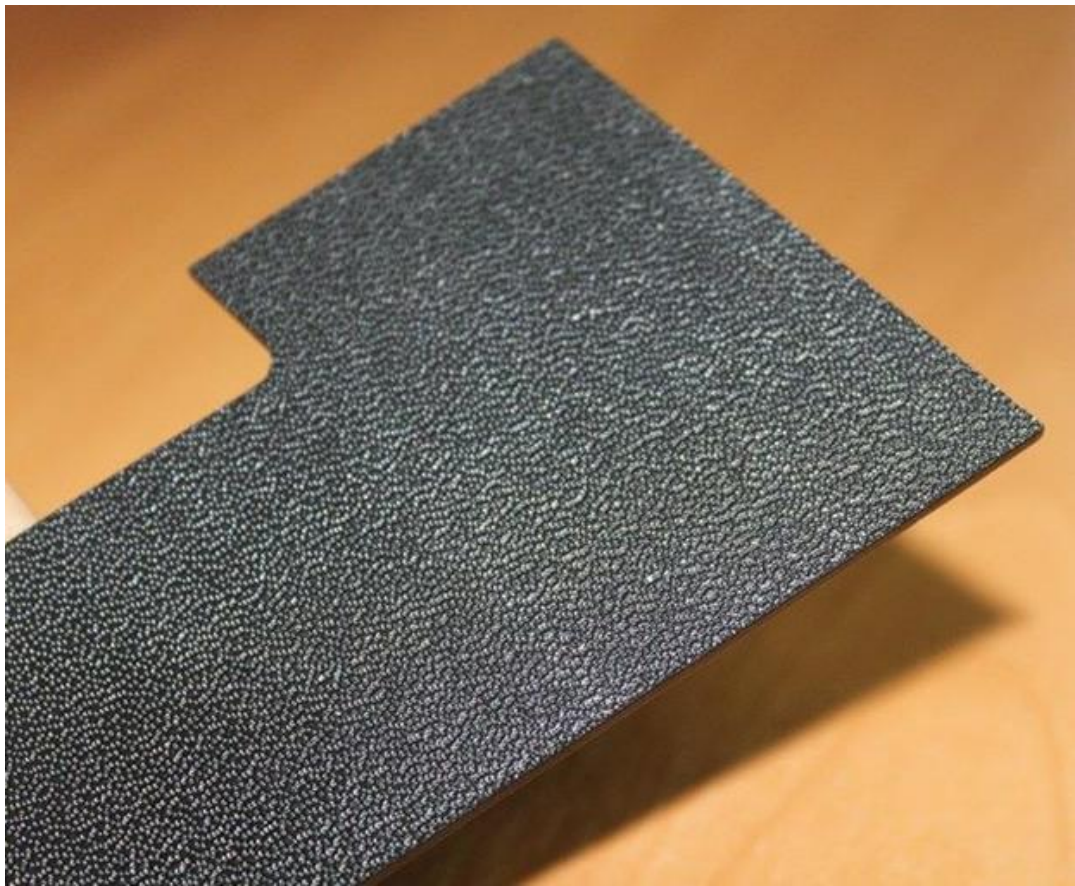


Рисунок 3.6 – Вспомогательный материал (лист ABS)

Полное название этого пластика – акрилонитрил-бутадиен-стирол. Его получают путем сополимеризации акрилонитрила со стиролом в присутствии бутадиенового каучука. Так называемый ABS-пластик — это инженерный пластик, имеющий многие важные характеристиками, важной из которых можно назвать высокую ударпрочность, механическую прочность и жесткость.

По этим данным пластиковые листы ABS значительно превосходят даже ударопрочный полистирол, не говоря уже о других видах пластмасс (тот же лист ПП или полиэтилен, ПВХ).

Свойства ABS пластика:

- Непрозрачный (но существует прозрачная модификация — MABS) пластик желтоватого оттенка. Может при необходимости окрашиваться в различные цвета.
- В нормальных условиях не токсичен.

- При отсутствии прямых солнечных лучей обладает неплохой долговечностью
- Устойчив воздействию щелочей и моющих средств
- Влагостойкий
- Маслостойкий
- Кислотостойкий
- Теплостойкий 103 °С (у модифицированных марок до 113 °С)
- Большой диапазон допустимых температур эксплуатации (от –40 °С до +90 °С)
- Расщепляется в ацетоне, этилацетате, сложных эфирах, кетонах, 1,2-дихлорэтане
- Обладает плотностью 1.02-1.06 г/см³

АВС пластик применяется для изготовления деталей в широком диапазоне отраслей:

- Для изготовления деталей автомобилей - приборных щитков, элементов ручного управления, решётки радиатора, дефлекторов, осветительных устройств;
- Корпусных деталей для крупных бытовых устройств, теле- и радиоаппаратуры, деталей осветительных и электронных устройств, кофеварок, пылесосов, пультов управления, телефонов, факсовых аппаратов, компьютеров, мониторов, принтеров, калькуляторов, другой бытовой и оргтехники:
 - корпусов промышленных аккумуляторов;
 - спортивного инвентаря;
 - изделий оружия;
 - моторных лодок;
 - интерьер;
 - изделий сантехники;
 - выключателей, переключателей;

- канцелярских изделий;
- инструментов;
- настольных принадлежностей;
- детских игрушек;
- детских конструкторов;
- чемоданов, контейнеров;
- изделий медицинского оборудования, медицинских принадлежностей (гамма-стерилизация);
- смарт-карты;
- является добавкой для повышения теплостойкости и улучшения перерабатываемости композиций на основе ПВХ, ударопрочного полистирола.

Для сборки блока управления горячеканальной системой (ГКС), кроме ПИД-регуляторов ТРМ-101, использовались и другие комплектующие, представленные в таблице 3.1

Таблица 3.1 Комплектующие вспомогательные материалы

<p>Твердолетельное реле – SSR 25DA</p>	
--	--




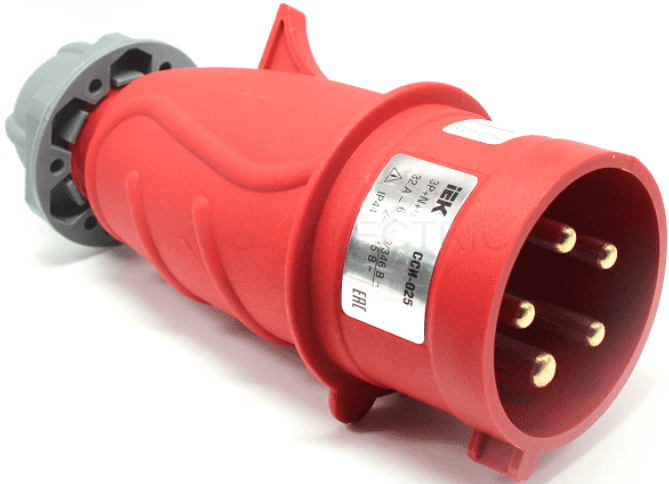
Продолжение Таблицы 3.1

<p>Разъем HARTING – HAN 16E</p>	 A white plastic HARTING HAN 16E connector with 16 circular contact points arranged in two rows of eight.
<p>Разъем HARTING – HAN 16A</p>	 A white plastic HARTING HAN 16A connector with 16 circular contact points arranged in two rows of eight. The top row is labeled with numbers 1-8 and letters A-F. The bottom row is labeled with numbers 9-16. The text 'Han 16 A-F' and '16/230/4xY3' is visible on the top surface.
<p>Провод ПВ 3 -1x0,75</p>	 A yellow insulated cable with a green stripe, showing the internal copper conductors at the end.
<p>DIN – рейка 15см</p>	 A silver metal DIN rail with a series of rectangular slots along its length.

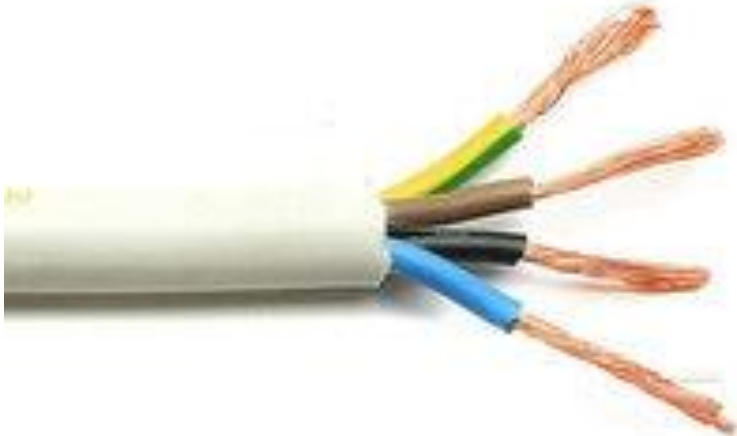
Продолжение Таблицы 3.1

<p>Выключатель Автоматический ВА 47- 29</p>	 A white plastic automatic circuit breaker (ACB) with a yellow handle. The handle is in the 'off' position. The device has two green screw terminals at the top and bottom. The label on the front includes the brand 'IEK', model 'BA47-29', and technical specifications '230/400В' and '4500'. There is also a small diagram of a circuit breaker symbol.
<p>Провод ПВ 3 - 1x25</p>	 A white PVC insulated cable with a braided copper shield. The outer jacket is partially cut away, revealing the internal copper strands.
<p>Шина нулевая – 15 позиций</p>	 A blue plastic busbar with 15 green screw terminals. The busbar is supported by two blue plastic feet.

Продолжение Таблицы 3.1

<p>Корпус стандартный для радиоаппаратуры</p>	
<p>Кабель LAPP - 18x1,5</p>	
<p>Сальник M25</p>	
<p>Вилка сетевая ССИ - 124</p>	

Продолжение Таблицы 3.1

<p>Провод ПВС 4</p>	
---------------------	--

Данный набор комплектующих необходим для сборки блока горячеканальной системой (ГКС) для термопластавтомата Battenfeld.

На рисунке 3.7. представлена электро-схема блока управления горячеканальной системой (ГКС) для пресс форм термопластавтоматов (ТПА) Battenfeld.

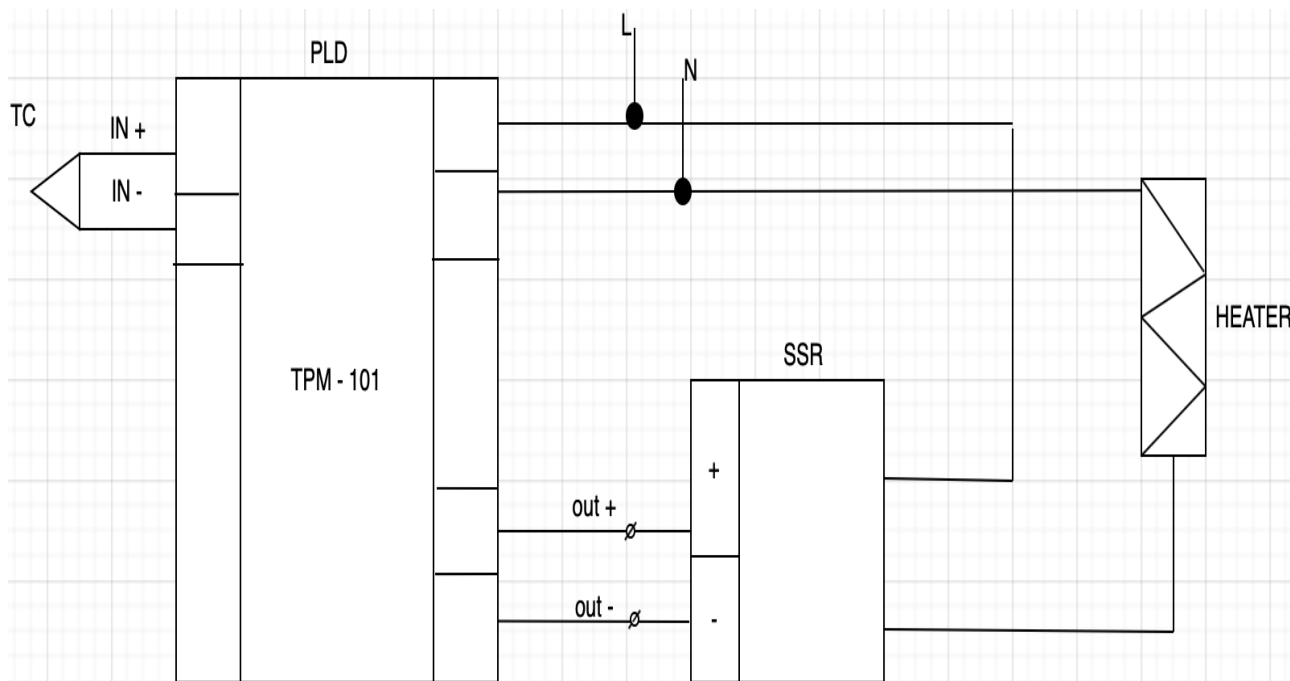


Рисунок 3.7 – Электро-схема блока управления горячеканальной системы (ГКС) для пресс форм термопластавтоматов (ТПА) Battenfeld

Где, IN-, IN+ - входы для термопары ТС.

L, N – фаза и ноль питающей сети.

Out - , out + - выход ПИД-регулятора для управления твердотельным реле SSR (Solid state relay).

Heater – нагревательный элемент.

Наглядное предоставление собранного блока управления горячеканальными системами на базе ПИД-регуляторов ТРМ101 представлено на рисунке 3.8 – 3.11.



Рисунок 3.8 – Блок управления горячеканальной системой (ГКС) в сборе (без верхней крышки)



Рисунок 3.9 – Визуализация подключения силовых кабелей



Рисунок 3.10 – Визуализация блока управления горячеканальной системой (ГКС) для термопластавтомата (ТПА) BATTENFELD



Рисунок 3.11 – Блок управления горячеканальной системой (ГКС) для термопластавтомата (ТПА) BATTENFELD в работе.

Разработанный блок управления горячеканальной системой (ГКС) позволяет:

1) Расширить количество имеющихся на борту ТПА точек контроля тепловых параметров пресс-форм в зависимости от их конструктивных особенностей на 8 (восемь) дополнительных зон контроля или более при использовании нескольких блоков.

2) Подключать нагреватели пресс-форм и термопары различной мощности, в любой очередности.

3) Использовать горячеканальные формы на термопластавтоматах, не оснащенных встроенными системами контроля температуры форм.

4) Удешевить стоимость одного блока за счет использования отечественных комплектующих и простоты схемы устройства контроля (импортозамещение и возможность сборки силами специалистов предприятия).

5) Использовать как один из элементов системы быстрых переналадок (SMED), позволяющих за счет предварительного разогрева сократить время замены пресс-форм, произвести проверку работоспособности системы нагрева формы после проведенного ремонта или технического обслуживания.

6) Осуществлять многозонное регулирование температур для обеспечения сбалансированности литниковых систем при литье сложных конструкционных полимеров или, при использовании форм с системой Hot-One для регулирования отдельно коллекторов и сопел системы.

3.2 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Сегодня перспективность научного изучения определяется не столько масштабом открытия, оценить которое на начальных этапах бывает довольно сложно, сколько торговой ценностью разработки.

Нужное условие оценки торговой ценности разработки является поиск источников финансирования для выполнения научного изучения коммерциализации его итогов. Это значимо для разработчиков, которые обязаны представлять состояние и перспективы проводимых научных исследований. С поддержкой этой оценки ученый может обнаружить компаньона для последующего выполнения научного изучения, коммерциализации итогов такого изучения и открытия бизнеса.

Торговая притягательность научного изучения определяется не только превосходством технических параметров по сравнению с предыдущими разработками, но и скоростью оценки разработчиком востребованности продукта на рынке товаров, его стоимости, возможности удовлетворения покупателя, оценки бюджета научного проектного плана, времени выхода на рынок и т.д.

Таким образом, основная цель раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность, ресурсосбережение» — это определение перспективности научно-исследовательского проектного плана и его успешности, разработка механизма, позволяющего управлять проектными решениями и сопровождать их на этапе реализации.

3.3 SWOT-анализ

SWOT – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой совокупный обзор научно исследовательского проекта. SWOT-анализ используют для изучения внешней и внутренней среды проектного плана.

Таблица 3.2 – SWOT-анализ

	Возможности разработки:	Недостатки:
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Современное оборудование 2. Большой рынок 3. Продукция высокого качества 4. Квалификация работников 5. Разработанная стратегия развития предприятия 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Качество управления сотрудниками 2. Отсутствует наличие мотивации персонала 3. Уровень маркетинговых исследований
<p>Возможности:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Большая востребованность промышленной сферы в разработке блока управления горячеканальной системой (ГКС) 2. Развитие предприятия 3. Появление экономически выгодных технологий 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Внедрение проектов 2. Использование новых технологий 3. Нарботки и поддержка технической документации 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Внедрение системы мотивации 2. Разработка системы карьерного роста 3. Внедрение экономически выгодных технологий
<p>Угрозы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Конкуренция 2. Нестабильные поставки 3. Экономический кризис в стране 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Поиск новых поставщиков 2. Финансовые вложения в материалы 3. Производство продукта с конкурентным преимуществом 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Использование маркетингов стратегий 2. Мотивация сотрудников маркетинга 3. Вложение денежных средств в материалы

В данном разделе приведена информация о заинтересованных сторонах проектного плана, иерархии целей проектного плана и критериях достижения целей. Информация по заинтересованным сторонам проектного плана предоставлена в таблице 3.3.

Рабочая группа предоставлена в таблице 3.3.

Таблица 3.3 – Заинтересованные стороны проекта

Заинтересованные стороны проекта	Ожидания заинтересованных сторон
Магистрант	Магистерская диссертация
Руководитель проекта	Получение готовой последовательности разработки блока управления горячеканальной системой (ГКС) для термопластавтомата

Таблица 3.4 – Рабочая группа проекта

№ п/п	ФИО, основное место работы, должность	Роль в проекте	Функции	Трудозатраты, смена.
1	Инженер(магистрант)	Исполнитель проекта	Выполнение отдельных работ по проекту. Поиск информации, проектирование элементов, проведение работ	837
2	Руководитель проекта	Отвечает за выполнение проекта	Координирует деятельность участников проекта	1209
Итого:				2046

3.4 План проекта

В рамках планирования научного проектного плана нужно возвести календарный и сетевой графики проектного плана. Линейный график представляется в таблице.

Диаграмма Ганта представляет собой вид столбчатых диаграмм (гистограмм), которые применяются для иллюстрации календарного плана или проектного плана. Работы по теме на диаграмме отображаются в виде протяженных во времени отрезков, характеризующихся датами начала и окончания реализации данных работ.

График строится в виде таблицы 3.5 с разбивкой по месяцам за период времени реализации научного проектного плана. При этом работы на графике выделены разной штриховкой в зависимости от исполнителей, ответственных за ту либо другую работу.

Таблица 3.5 – Линейный график проекта

Код работы	Название	Деятельность, дни	Дата начало работ	Состав участников (ФИО ответственных исполнителей)
1	Составление технологического задания	2	8.12.2018	Марченко Б.С.
2	Выбор направления исследования	2	10.12.2018	Марченко Б.С.
3	Изучение литературы	42	13.12.2018	Марченко Б.С.
4	Выбор прибора	26	9.01.2018	Марченко Б.С.
5	Выбор поставщика	48	8.02.2018	Марченко Б.С.

Продолжение Таблицы 3.5

6	Проектирование специальных деталей	4	18.03.2018	Чубуков М.В.
7	Разработка чертежей	7	12.11.2018	Чубуков М.В.
8	Пусконаладка прибора	12	16.02.2019	Марченко Б.С. Чубуков М.В.
9	Консультирование	90	18.07.2019	Марченко Б.С.
10	Оформление магистерской диссертации	60	8.11.2019	Марченко Б.С.
11	Итоговая проверка работы	13	17.02.2020	Марченко Б.С. Чубуков М.В.
Итого		306		

3.5 Бюджет научного исследования

В рамках планирования научного проектного плана нужно возвести календарный и сетевой графики проектного плана.

Планирование бюджета научного исследования должно обеспечиваться полной и достоверной информацией о всех видах планируемых расходов, необходимых для его выполнения.

1) Сырье, материалы, покупные изделия и полуфабрикаты, за вычетом отходов (таблица 3.6):

В эту статью включаются затраты на получение всех видов материалов, комплектующих изделий и полуфабрикатов, нужных для выполнения работ по предоставленной теме. Число физических ценностей определяется согласно нормам расхода.

Таблица 3.6 – Сырье, материалы, комплектующие изделия и покупные полуфабрикаты

Наименование	Марка, размер	Количество	Цена за ед., руб	Сумма, руб.
Листы АБС пластика – черные	250x250 см	2	150	300
Твердотельное реле	SSR – 25DA	8	395	3160
Провод ПВ 3	1x2,5 8м	1	20	160
Провод ПВ 3	1x0,75 20м	1	5	100
Провод ПВС 4	6м	1	104	624
Разъем HARTING	HAN 16E	1	1460	1460
Разъем HARTING	HAN 16A	1	1438	1438
Выключатель автоматический	ВА 47-29	6	130	780
Корпус стандартный для радиоаппаратуры		1	80	80
Кабель LAPP	18x1,5 16м	1	670	670
DIN рейка	15	1	35	35
ТРМ 101		8	5700	45 600
Шина нулевая	15	1	65	65

Продолжение Таблицы 3.6

Сальник	M25	3	32	96
Вилка сетевая	ССИ - 124	1	6500	6500
Алюминивые уголки	17x17 мм	5	450	2 250
Нож	Канцелярный	1	130	130
Изолента	Термостойкая	3	89	267
Перчатки	Строительные	52	22	1144
Клепки	Вытяжные	1	1567	1567
Заклепочник	Профессиональный	1	454	454
Всего за материалы	66 880			
Транспортные расходы	5 430			
Итого				72 310

2) Основная заработная плата:

Статья включает основную заработную плату работников, естественно занятых выполнением проектного плана, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату.

$$зп = Зосн + Здоп$$

где Зосн – основная заработная плата;

Здоп – дополнительная заработная плата.

Основная заработная плата (Зосн) руководителя и инженера (магистранта) рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} * Tр$$

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

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

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн} = \frac{Z_{м} * M}{F_{д}}$$

где $Z_{м}$ – 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. $F_{д} = 248$ раб.дн.

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_{м} = Z_{б} * (k_{пр} + k_{д}) * k_{р}$$

где $Z_{б}$ – базовый оклад, руб.;

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

$k_{д}$ – 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);

$k_{р}$ – районный коэффициент, равный 1,3.

Расчёт основной заработной платы приведён в таблице 3.7

Таблица 3.7 – Расчет основной заработной платы

Исполнители	Зб, руб	кпр	кд	кр	Зм, руб	Здн, руб.	Тр, раб. дн.	Зосн, руб.
Руководитель	25000	1,2	1,1	1,3	42900	1937	67	129779
Инженер	15000	1,2	1,1	1,3	25740	1167	353	181326

3.6 Матрица ответственности

Распределение ответственности между участниками проекта отражается в матрице ответственности (таблица 3.8).

Степень участия в проекте отображается следующим образом:

- Ответственный (О)– лицо, ответственное за реализацию этапа проекта и контролирующее ход выполнения этапа;
- Исполнитель (И) – лицо (лица), выполняющие работы в рамках этапа проекта;
- Утверждающее лицо (У) – лицо, которое на основании данных, полученных после завершения этапа, утверждает его завершение (если этап предусматривает утверждение).

Таблица 3.8 – Матрица ответственности

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

Продолжение Таблицы 3.8

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

Заключение

Мировая практика показывает, что автоматизация систем управления оборудования играет большую роль в производстве современной продукции. Любое действующее предприятие стремится к расширению и развитию, наращивает номенклатуру производимой продукции. Следовательно, у предприятий возникает необходимость в наращивании ресурсов для работы оборудования.

Актуальность данной работы обусловлена необходимостью совершенствования управления технологическими процессами, которые, в свою очередь, позволят повысить производительность труда на предприятии, улучшить качество выпускаемой продукции, наряду с повышением уровня безопасности на производстве.

В первом разделе квалификационной работы был рассмотрен и проанализирован технологический процесс литья полимеров под давлением при изготовлении изделий, предназначенных для интерьера и экстерьера автомобильной промышленности. Было выявлено, что наибольшая проблема литья — это превышение уровня брака. Это может быть обусловлено воздействием множества факторов, которые принято называть возмущающими воздействиями. Такие воздействия неблагоприятно сказываются на параметрах системы автоматического управления, что приводит к появлению дефектной продукции.

Для уменьшения негативного воздействия неблагоприятных факторов на качество выпускаемой продукции был разработан блок управления горячеканальной системой (ГКС).

Прибор построен на основании опыта, приобретенный на предприятии ЗАО «Мегапласт». Основной идеей построения прибора является улучшение качества продукции выпускаемой предприятием и модернизацией оборудования.

Блок управления горячеканальной системой (ГКС) реализован на основе экспериментального литья заготовок в стандартном режиме параметров станка.

Каждый период литья контролируется с помощью измерений характеристик процесса.

Таким образом, для каждого экспериментального литья получают столбец значений, в котором зафиксирован результат анализа данных.

Для проведения тестирования данного алгоритма были взяты экспериментальные данные литья изделия Ваз 2121 «Подкрылок для автомобиля Нива».

При тестировании блока управления горячеканальной системой (ГКС) на экспериментальных данных было утверждено качество выпускаемой продукции на действующем оборудовании предприятия ЗАО «Мегапласт».

Разработанный прибор блок управления горячеканальной системой (ГКС) позволяет:

1. контролировать качество продукции предприятия;
2. определить сбои в работе участка ТПА;
3. Улучшить экономику предприятия;
4. Упростить работу инженеров.

При выполнении магистерской диссертации был разработан блок управления горячеканальной системой (ГКС) для качества литья под давлением на термопластавтомате Battenfeld.

Данная разработка является актуальной для производства ЗАО «Мегапласт».

Поиск новых решений абсолютно необходим из-за жесткой конкуренции во всех сегментах производства.

Использование новых технологий предоставляет дополнительные возможности, позволяющие увеличить производительность литьевой оснастки, повысить качество получаемых изделий, снизить издержки литьевого процесса

и, следовательно, стоимость деталей, получаемых методом литья под давлением.

Все эти факторы позволяют повысить конкурентоспособность производителя литьевых деталей и клиентов, потребляющих его продукцию.

Именно поэтому отмечается рост интереса российских производителей к последним достижениям в сфере мировой литьевой оснастки.

Список используемой литературы

1. Фетисова Т.С. Проектирование литьевых форм для изготовления пластмассовых изделий: учеб. пособие / Т.С. Фетисова. – Тольятти: Изд-во ТГУ, 2013. 102 с.
2. Кузьмич В.Н. Разработка технологии изготовления отливки литьем под давлением / В.Н. Кузьмич, Д.А. Мойсейчик // Литье и металлургия: научно-производственный журнал. – 2012. – № 3 (67). – С. 237-241.
3. Беккер М.Б. Литье под давлением / М.Б. Беккер, М.Л. Заславский, Ф.Ю. Игнатенко, Р.А. Коротков, В.Я. Невзоров. – 3-е изд., перераб. и доп.– М.: Машиностроение, 1990. С. 400.
4. Ложечко Ю.П. Литье под давлением термопластов: справ. пособие / Ю.П. Ложечко. — 2-е изд. — Санкт-Петербург: ЦОП «Профессия», 2019. 240 с.
5. Крыжановский В.К. Производство полимерных материалов: учеб. пособие / В.К. Крыжановский, И.Л. Кербер, В.В. Бурлов, А.Д. Паниматченко – СПб. : Профессия, 2014. 464 с., ил.
6. Пантелеев П.А. Справочник по проектированию оснастки для переработки пластмасс / А.П. Пантелеев, Ю.М. Шевцов, И.А. Горячев. – М. : Машиностроение, 1986 – 399 с.
7. Павлов Л.Н., Шамина О.Б. Проектирование пресс-формы для термопластавтомата / Л.Н. Павлов, О.Б. Шамина. // Актуальные проблемы в машиностроении. – 2017. – Том 4. №1. – с. 53-57.
8. Каличев Э. Современная организация литьевых производств / Э. Калинчев, М. Саковцева, С. Калинчев. // Пластикс. – 2014. – №9. – С. 24-30.
9. Гордон М. Дж. Управление качеством литья под давлением. — СПб. : Научные основы и технологии, 2012. 824 с.
10. 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.
- 11.Официальный сайт предприятия ЗАО «Мегапласт». Megaplast. Производство из пластмассы [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.megaplast-tlt.ru/> (дата обращения: 16.04.2020г.).
 - 12.Компания. Thermoplay S.p.A. Руководство по эксплуатации горячеканальных систем. – 2012. – №12. – 88 с.
 - 13.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.
 - 14.Ludwig A., Kharicha A., Wu M. Modeling of multiscale and multiphase phenomena in materials processing //Metallurgical and materials transactions B. – 2014. – Т. 45. – №. 1. – .36–43.
 - 15.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.
 - 16.Гольдберг И.Е. Возможности и направления развития современной литейной оснастки: Примеры и комментарии / И.Е. Гольдберг. — СПб. : Научные основы и технологии, 2015. 416 с., ил. — [Сер.: «Золотой фонд конструктора»].
 - 17.Кран Х., Эх Д., Вогель Х. 1000 примеров конструкций для литья под давлением / Х. Кран, Д. Эх, Х. Вогель. – пер. с нем. (2008, 1000 Konstrbktijnsbeispiele fur den Werkzeug-und Formenbau beim SpritzgieBen) под общ. ред. А. П. Пантелеева, А. А. Пантелеева. – СПб.: ЦОП «Профессия», 2014. 560 с., 1400 ил., табл.
 - 18.Менгес Г., Микаэли В., Морен П. Как делать литейные формы / Г. Менгес, В. Микаэли, П. Морен. – пер.с англ. 3-го изд. под ред. В.Г. Дувидзона, Э.Л. Калинчева. – СПб.: «Профессия», 2007. 640 с.

- 19.КВОТА. Поставка комплектующих для производства прес-форм та штампів [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.kvota.com.ua/ru/o-nas/> (дата обращения: 27.04.2020г.).
- 20.СИСТЕМА в деталях.Горячеканальные системы и технологии [Электронный ресурс]. – URL: <https://system.com.ru/production/goryachekanalnye-sistemy/> (дата обращения: 27.04.2020г.).
- 21.Унгер П. Технология горячеканального литья / П. Унгер. – пер.с англ. (Hot Runner Technology) под ред. В.Г. Дувидзона. – СПб.: «Профессия», 2009. – 208 с.
- 22.ГОСТ 15467-79. Управление качеством продукции. Основные понятия. Термины и определения. – Введ. 1979-07-01. – М.: Стандартиформ, 2009. 49 с.
- 23.ГОСТ 19679-74. Пластмассы. Изготовление образцов литьем под давлением и прессованием для оптических испытаний термопластов. – Введ. 08.04.74. – М.: Издательство стандартов, 1991. 8 с.
- 24.ГОСТ 10767-98. Термопластавтоматы и реактопластавтоматы однопозиционные. Основные параметры и размеры. Нормы точности. – Введ. 2002-01-01. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001. 16с.
- 25.Акимова Н.А. Монтаж, техническая эксплуатация и ремонт электрического и электромеханического оборудования: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / Н.А. Акимова, Н.Ф. Котеленец, Н.И. Сентюрихин; под общ.ред. Н.Ф. Котеленца. – 12-е изд., стер. – М. : Издательский центр «Академия», 2015. 304с.
- 26.Справочник по устранению дефектов изделий, изготавливаемых литьем термопластов под давлением / Институт пластмасс NRW GmbH для средних предприятий при поддержке многочисленных партнеров по отрасли. – 12-е изд., апр. 2013. – Германия, г. Люденшайд : Изд-во Horschler Verlagsgesellschaft mbH, 2013. 180 с.

27. 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.
28. Басов Н.И., Брагинский В.А., Казанков Ю.В. / Расчет и конструирование формующего инструмента для изготовления изделий из полимерных материалов: учебник для вузов / Н.И. Басов, В.А. Брагинский, Ю.В. Казанков. – М.: Химия, 1991. 352 с.
29. Казмер Д.О. Разработка и конструирование литьевых форм / Пер. с англ. под ред. В.Г. Дувидзона. – Пб.: Профессия, 2011. 464с.
30. Георг Менгес, Вальтер Микаэли, Пауль Морен / Как делать литьевые формы // Перевод с английского 3-го издания под редакцией В.Г. Дувидзона, Э.Л. Калинчева. – СПб.: Профессия, 2007. – С. 302–306.
31. Delrin® Molding Guide, Wilmington, DE: E.I. Du Pont de Nemours Corp., E-49702.
32. EDM of Tool Steels, Totowa, NJ: Uddeholm Corporation, T-101.
33. Kirkland C. Hot-Runner PVC Molding: Give It Another Look. *Plastics World* April 2017: 40-51 p.
34. Каширцев Л.П. Литейные машины. Литье в металлические формы: учебное пособие / Л.П. Каширцев. – М.: Машиностроение, 2015. 368с.
35. Гини Э.Ч. Технология литейного производства. Специальные виды литья: учебник для студ. высш. учеб. заведений / Э.Ч. Гини, А.М.Зарубин, В.А. Рыбкин; под. ред. В.А. Рыбкина. – 3-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2018. 352 с.

Приложение А

Благодаря целому ряду технологических и экономических преимуществ горячеканальные системы (ГКС) получили большое применение для литья изделий из пластмассы под давлением. Важная особенность технологии горячеканального литья заключается в том, что расплав полимера из термопластического автомата транспортируется в полость пресс-формы при заданных температурах, которые поддерживаются в течении, как минимум, одного литьевого цикла.

Рабочая температура расплава в каналах ГКС обеспечивается электрическими нагревателями, управляются заданными тепловыми параметрами контроллеры (регуляторы), принимающие информацию от специальных датчиков (термопар), расположенных в различных местах системы.

Долговечность горячеканальной системы пресс-формы, а также качество получаемых пластмассовых деталей напрямую связаны с точностью поддержания и регулирования температуры нагревателей горячеканальной системы.

Нами был разработан и изготовлен блок управления горячеканальных систем (ГКС), он считается по праву одним из самых функциональных и надежных блоков управления температур горячего канала пресс-форм на нашем производстве. Для сборки данного прибора необходимо иметь на складе прибор ТРМ и листы пластика АБС для его корпуса. Мы научились изготавливать блоки управления горячеканальной системы трех видов: одноканальные, четырехканальные и восьмиканальные (Рисунок 1, рисунок 2, рисунок 3).

Нашей задачей было собрать прибор по минимальной стоимости и высокому функционалу, в данное время все производство оснащено блоками управления горячеканальной системы в суммарной количестве 32 штук. Их

использует не только наладчики термопласт-автоматов, но и служба ремонта в качестве инструментальщиков, для выполнения ремонта самих пресс форм. В службе ремонта насчитывается около 3 блоков управления горячеканальной системы, что влияет на качественную и эффективную работу при устранении поломки.



Рисунок 1.



Рисунок 2.

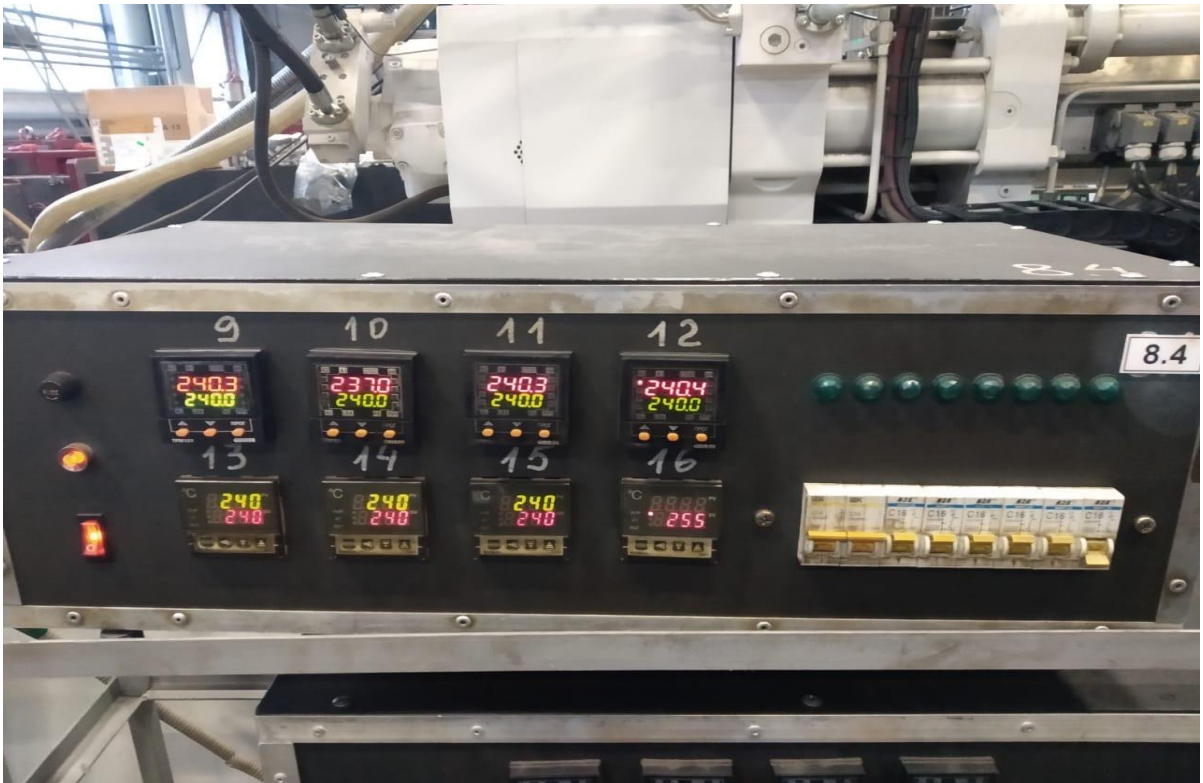


Рисунок 3.

Контроллеры собственного производства имеют малые габариты, просты и надежны в эксплуатации. Количество зон термоконтроля может быстро наращиваться за счет дополнительных разъемов, причем каждый модуль может работать самостоятельно как отдельный контроллер, но при совместном подключении позволяет использовать все функции единого измерительного блока. Данная гибкость контроллеров позволяет комплексно оснащать производственные цеха независимо от количества зон регулирования на используемой технологической оснастке.

Нами были произведены испытания на поломку прибора, в данном случае можно сделать вывод, что пластиковый корпус прибора отлично защищает от силовых нагрузок и падения. Так же нами была продумана возможность быстрого и эффективного ремонта блоков управления горячеканальной системы.

Основным преимуществом наших контроллеров являются:

- Оптимальное соотношение цена/качество. Высокая надежность в использовании.
- Работа с неизолированными и изолированными термopарами.
- Использование только проверенной и протестированной элементной базы.
- Выход для подключения сигнального устройства
- Упрощенное меню, минимизирующее несанкционированное вмешательство
- Простой ремонт
- Легкий корпус
- Не дорогие запчасти
- Цена
- Рентабельность

- Легкость настройки и работы

Устранение горизонтальных и вертикальных литников и уменьшение количества бракованных изделий позволяет значительно экономить материал. Использование ГКС особенно важно, когда мы имеем многогнездную оснастку, а изделия - малые габариты, и их объем соизмерим с объемом литниковой системы. Нам не нужно перерабатывать литники и повторно пускать их в оборот, поэтому у нас нет проблем с примесями или ухудшением качества конечной продукции, так же это является экономией времени, которое является важным ресурсом в нынешнее время. Одним из очень важных факторов применения ГКС является также и то, что некоторые изделия порой невозможно получить, используя простую литниковую систему. Конечно, использование ГКС в конструкции пресс-форм приводит к удорожанию при изготовлении литевой формы, за счет непосредственно горячеканальных компонентов и системы контроля и регулирования температуры. Но при производстве большой серии изделий преимущества использования горячеканальных пресс-форм покрывают затраты.