

Министерство образования Республики Беларусь
БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра «Материаловедение в машиностроении»

КОНСТРУИРОВАНИЕ ОСНАСТКИ И ИЗДЕЛИЙ ИЗ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

Методические указания по курсовому проектированию
для студентов специальности
1-36 01 02 Материаловедение в машиностроении

Электронное издание

Минск 2020

УДК 768.057

Составитель:

В.Г. Дашкевич, доцент кафедры «Материаловедение в машиностроении» Белорусского национального технического университета, кандидат технических наук, доцент

Рецензент:

А.А. Андрушевич, доцент кафедры «Технология металлов» Белорусского государственного аграрного технического университета, кандидат технических наук, доцент

В данном электронном учебно-методическом издании изложены требования к выполнению, оформлению и защите студентами специальности 1-36 01 02 Материаловедение в машиностроении курсовых проектов по дисциплине «Конструирование оснастки и изделий из неметаллических материалов».

Белорусский национальный технический университет
пр-т Независимости, 65, г. Минск, Республика Беларусь
Тел. (017)292-81-85
E-mail: mvm@bntu.by @bntu.by
http: <http://www.bntu.by/mtf-mvm.html>
Регистрационный №

©БНТУ, 2020

СОДЕРЖАНИЕ

	стр.
1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	4
2 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА	7
2.1 Конструкторская проработка модели (анализ конструктивных элементов, требования технологичности)	7
2.2 Проектирование формы для литья под давлением (гнездность, литниковая система, система охлаждения, система формообразующих деталей)	10
2.2.1 Расчет гнездности и выбор оборудования	11
2.2.2 Расчет литниковой системы	13
2.2.3 Тепловой расчет оснастки	20
2.2.4 Описание работы разработанной оснастки	22
2.3 Выбор материала для изготовления формообразующих деталей (режимы упрочнения и варианты покрытий)	23
3 ГРАФИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	25
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	27
ПРИЛОЖЕНИЯ	28
Приложение А Характеристика полимерных материалов	29
Приложение Б Характеристика оборудования и оснастки	35
Приложение В Пример титульного листа и реферата	43
Приложение Г Примеры оформления графического материала	45

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Курсовой проект выполняется с целью закрепления, углубления и обобщения знаний, полученных студентами в процессе изучения теоретических принципов конструирования изделий из неметаллических материалов, а также приобретения навыков проектирования форм для литья под давлением.

Задачами, решаемыми при выполнении курсового проекта, являются:

– развитие навыков по оценке технологичности конструкции детали из пластмасс;

– изучение принципов выбора материала для изготовления неметаллических деталей.

– развитие навыков основных конструкторско-технологических расчетов при проектировании оснастки и выбора материала.

– развитие навыков эскизного проектирования и разработки рабочих чертежей;

– технически грамотное оформление графической части в соответствии с Единой системой конструкторской документации (ЕСКД) и текстовых документов (расчетно-пояснительной записки) в соответствии с правилами оформления курсовых работ и проектов.

Тематика курсовых проектов обязана соответствовать современному состоянию и перспективам развития науки и техники, она определяется кафедрой материаловедения в машиностроении и должна подразумевать процессы проектирования конкретных изделий машиностроительного и смежных производств. Формы проектируемых изделий и соответственно оснастки, должны ежегодно обновляться. Студентам предоставляется право на предложение своей темы курсового проекта, которая обсуждается и утверждается на заседании кафедры.

Задание на выполнение курсового проекта выдается на специальном бланке. Задание подписывает руководитель проекта и утверждает заведующий кафедрой. Студент обязан расписаться в бланке задания за получение темы курсового проекта.

Курсовой проект содержит графическую часть и пояснительную записку.

В каждом конкретном случае студент вместе с руководителем уточняет объем и содержание графического материала и пояснительной записки.

Графическая часть включает:

1. Эскиз (схема) формы для литья под давлением в сборе – 1 лист формата А2 или А3.

2. Рабочий чертеж формообразующей детали оснастки (по выбору) – 1 лист формата А2 или А3.

3. Спецификация на форму для литья под давлением в сборе – А4.

Примерное содержание и объем пояснительной записки курсового проекта представлены в таблице 1.1, а график выполнения работы – в таблице 1.2.

Таблица 1.1 – Обязательные разделы пояснительной записки и их объем

Разделы пояснительной записки	Количество страниц
Содержание	1
Введение	1...2
1 Конструкторская проработка модели (анализ конструктивных элементов, требования технологичности). Выбор материала.	1...4
2 Проектирование формы для литья под давлением (гнездность, литниковая система, система охлаждения, система формообразующих деталей и др.).	3...5
2.1. Расчет гнездности и выбор оборудования	3...5
2.2. Расчет литниковой системы	3...5
2.3. Тепловой расчет оснастки	2...6
2.4. Описание работы разработанной оснастки	1...2
3. Выбор материала для изготовления формообразующих деталей (режимы упрочнения и варианты покрытий).	2...3

Таблица 1.2 – График выполнения курсового проекта

Этапы и разделы проектирования	% от общего объема	Недели
I. Расчетная часть		
Раздел 1 Конструкторская проработка модели (анализ конструктивных элементов, требования технологичности) Выбор материала.	20	3
Раздел 2 Проектирование формы для литья под давлением (гнездность, литниковая система, система охлаждения, система формообразующих деталей и др.).	20	3
Раздел 3. Выбор материала для изготовления формообразующих деталей (режимы упрочнения и варианты покрытий).	10	1...1,5
II. Графическая часть (чертежи)	30	2...2,5
III Оформление пояснительной записки	20	2

Студенты работают над курсовым проектом под контролем руководителя, который проводит консультации согласно установленному графику. В период самостоятельной работы студент руководствуется справочной литературой и настоящим методическим указанием, а к преподавателю обращается в случае необходимости разъяснений содержания

работы, его методической части, согласований наиболее важных технических решений в ходе проектирования и проверки.

Автором курсового проекта является студент, и он несет всю ответственность за технический уровень и качество проектирования.

Защита курсового проекта является формой проверки качества его выполнения и должна приучать студента к всестороннему обоснованию предложенных им технических решений и к глубокому пониманию выполненной работы.

Защита курсового проекта производится комиссией состоящей из не менее чем двух преподавателей кафедры, с обязательным участием руководителя проекта. Дата приема курсового проекта назначается распоряжением заведующего кафедрой.

Защита состоит из доклада студента (3...5 минут) по представляемому материалу и ответов на вопросы членов комиссии. Доклад должен включать тезисно ключевые моменты всех разделов курсового проекта. Например, по разделу 1 студент должен озвучить все конструкторские доработки исходной модели (если таковые были) и их геометрические характеристики, а именно, если между какими-то поверхностями дополнительно был введен радиус, то его назначение и принятую величину.

2 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Пояснительная записка к курсовому проекту должна отвечать следующим основным требованиям:

- четкость и логическая последовательность изложения материала;
- убедительность аргументации, краткость и ясность формулировок;
- конкретность изложения результатов, доказательств и выводов.

Пояснительная записка должна в краткой и четкой форме, раскрывать технические решения и сопровождаться иллюстрациями или схемами. Разделы пояснительной записки представлены в таблице 1.1.

Введение. В нем приводятся сведения о современном состоянии и тенденциях развития технологий переработки пластмасс, кратко описывается *предполагаемое* назначение той детали, которая указана в задании и под которую проектируется оснастка, отмечаются преимущества ее изготовления из пластмассы.

Обратите внимание, что в этом разделе и далее при оформлении обязательно указываются ссылки на источники информации (техническую и справочную литературу, интернет-сайты), перечень приводятся в списке используемых источников.

2.1 Конструкторская проработка модели (анализ конструктивных элементов, требования технологичности)

Исходно чертеж детали в задании содержит недоработки, характеризующие плохой уровень технологичности, поэтому студенту необходимо обратить внимание на ряд особенностей технологии производства и провести грамотную доработку конструкции с целью повышения технологичности. Уровень проработки, как правило, связан с серийностью производства, для выполнения больших производственных программ необходима максимальная технологичность и соответственно максимальная проработка.

Анализ конструкции заданной детали выполняется в двух направлениях: технологические аспекты производства (это может быть, например, характер заполнения формы расплавом полимера, особенности извлечения из формы и др.) и особенности поведения материала при эксплуатации (высокий коэффициент линейного расширения, малая теплопроводность, свойства ползучести, релаксации).

Студент на данном этапе выявляет недостатки конструкции, приводит их перечень и описывает подробно конструкторские решения по их устранению (снижению).

Обратите внимание, что в этом разделе пояснительной записки необходимо *обязательно* привести эскиз детали после доработки

конструкции, с указанием геометрических параметров тех элементов, которые введены в конструкцию или изменены.

В основном конструкторская проработка заключается во введении в конструкцию детали литейных радиусов, формовочных уклонов, ребер жесткости.

Допускается в случае крайне низкой серийности продукции *по согласованию с преподавателем* упрощать конструкцию детали. В частности допускается заглушить отверстия, убрать паз и прочее, предполагая, что они будут получены дополнительной механической обработкой после получения детали.

Выбор материала

Для выбора материала необходимо выполнить ряд действий. Вначале рекомендуется оценить условия эксплуатации указанные в задании. В частности обратить внимание на тот факт что теплостойкость конструкционных пластмасс и соответственно полимеров обычно гарантируется на уровне не ниже 55 °С (температура размягчения по Вика), поэтому если в задании не указана более высокая температура эксплуатации полимера, он выбирается из полимеров общетехнического назначения. Если же указана выше температура необходимо обратить внимание, в дальнейшем, только на те полимеры, которые обладают более высокой теплостойкостью. В такой ситуации данные нужно найти самостоятельно по указанным литературным источникам, а оценивать полимеры по показателю теплостойкости. Далее необходимо оценить, нужна ли эластичность изделию или оно должно быть жестким (полужестким), если эластичность нужна, то выбор продолжать из тех полимеров, которые имеют высокий модуль упругости (ползучести).

Следующим шагом является оценка возможности переработки пластмассы указанным в задании способом, кроме того, желательно, чтобы материал был рекомендован к применению исходя из общеупотребимой практики для изготовления именно вашего типа детали. Такую оценку можно провести, используя данные таблицы А.1 приложения.

Далее проводится выбор материала изделия, удовлетворяющего условиям прочности. Необходимо подобрать полимер(ы) гарантирующий(е) работоспособность в условиях действующих нагрузок. В задании указано максимально возможное напряжение ($\sigma_{\text{max экв}}$) которое должно быть всегда меньше (или равно) допускаемому напряжению ($[\sigma]$) по соответствующему типу нагружения (растяжение, сжатие, изгиб):

$$\sigma_{\text{max экв}} \leq [\sigma] \quad (1.1)$$

Для определения допускаемого напряжения используется формула:

$$[\sigma] = \sigma_{\text{пр}} / n, \quad (1.2)$$

где $\sigma_{\text{пр}}$ – предельное напряжение, соответствующее пределу прочности (для относительно хрупких полимеров) или пределу пластичности (для пластичных полимеров) для определенного типа нагружения (например, $\sigma_{\text{в р}}$ – предел прочности при растяжении, $\sigma_{\text{в и}}$ – предел прочности при изгибе, $\sigma_{\text{в сж}}$ – предел прочности при сжатии), МПа; n – коэффициент запаса прочности.

Для определения коэффициента запаса прочности, как правило, используют дифференциальный метод, который представляет собой произведение корректирующих коэффициентов, учитывающих множество факторов, влияющих на прочность пластмассового изделия.

$$n = S \cdot k \cdot T \cdot M \quad (1.3)$$

где S – группа факторов, определяющих ответственность пластмассового изделия и ответственность эксплуатации;

k – группа расчетно-конструкторских факторов;

T – группа технологических факторов;

M – группа материальных факторов.

Выбор коэффициентов проводится согласно таблице А.2 приложения, причем значение, указанное в виде интервала выбирается минимальным, если нет для этого особых причин. Также, необходимо обратить внимание, что итоговое значение коэффициента, как правило, не должно превышать $n=5$.

Дальнейший выбор материала выполняется путем сравнения произведения максимально возможного напряжения (указано в задании) и коэффициент запаса прочности с предельным напряжением, указанным в справочной литературе (для наиболее распространенных полимеров предельное напряжение приведено в приложении А.3).

$$\sigma_{\text{max экв}} \cdot n \leq \sigma_{\text{пр}} \quad (1.4)$$

При сложности выбора именно одного варианта полимера, студент может воспользоваться стоимостным анализом, для этого проводится оценка актуальных закупочных цен на ряд полимеров, которые удовлетворяют всем вышеуказанным требованиям, и выбирается полимер с минимальной стоимостью.

Далее в пояснительной записке выбранному полимеру дается всесторонняя характеристика, приводятся физико-механические и технологические свойства, особенности переработки. Некоторые сведения приведены в таблицах А.1, А.4, А.5 приложения.

2.2 Проектирование формы для литья под давлением (гнездность, литниковая система, система охлаждения, система формообразующих деталей)

Проектирование формы начинается с этапа определения массы готового изделия, которая в дальнейшем используется в расчетах. Для этого деталь разбивается на элементарные фигуры и рассчитывается объём этих элементов, затем рассчитывается объём всей детали. Рекомендуется при наличии технической возможности расчет проводить 3D моделированием объекта в пакетах AutoCad, Компас и др., тогда он получается более точный, например, в программе Компас это выполняется из меню Сервис командой МЦХ модели.

В разделе 1 был выбран материал, из которого будет выполняться изделие, соответственно нам известна его плотность, поэтому масса одного изделия (m_d) будет определяться по формуле:

$$m_d = V_d \cdot \rho, \quad (2.1)$$

где V_u – полный объём одного изделия, см³;
 ρ – плотность материала г/см³.

Следующим этапом проектирования является предварительный выбор марки термопластавтомата для реализации производственной программы. Выбор машины для литья пластмасс под давлением – сложная задача со многими неизвестными. На производстве это такие слагаемые как базовый полимер, производительность линии, стандарт и размер устанавливаемой пресс-формы, (в большинстве случаев машины обладают совместимостью оснастки по стандарту JIS и Euromar), геометрические параметры и масса, разнообразие изготавливаемых изделий и многое другое. Многие моменты выбора обосновываются, например экономическими соображениями или конкретной производственной ситуацией. В нашем случае выбор проводится исходя из номинального объема впрыска и выполнения программы выпуска. Например, если объём детали 35 см³, то выбираем термопластавтомат стандартной серии с номинальным объемом впрыска больше этого значения, например 63 см³, отметим, что чем больше сама программа выпуска, тем больше и номинальный объём нужно принять у литьевой машины. Если, например количество таких изделий по программе выпуска составляет более 1 млн. шт/год то предпочтительным будет выбрать объём например 125см³ или даже 250 см³.

Далее проводится расчет гнездности формы с целью определения количества деталей одновременно получаемых за один цикл литья.

2.2.1 Расчет гнездности и выбор оборудования

Гнездность определяется по трем критериям: объему впрыска, пластикационной производительности и усилию смыкания. Гнездность, обусловленную объемом впрыска термопластавтомата n_1 , определяют:

$$n_1 = \frac{\beta V_g}{k_1 V_d}, \quad (2.2)$$

где V_g – объем впрыска машины в $см^3$ (приведен в паспорте машины, см. приложение Б.1); V_d – объем одной детали в $см^3$; β – коэффициент использования машины, который зависит от состояния полимера (для аморфных полимеров $\beta=0,7...0,8$, для кристаллических $\beta=0,6...0,7$); k_1 – коэффициент, учитывающий долю литниковой системы относительно объема одной детали (таблица 2.1).

Таблица 2.1 – Значения коэффициента k_1 учитывающего долю литниковой системы

Объем детали, $см^3$	k_1	Объем детали, г	k_1
до 0,5	1,5	свыше 30 до 50	1,03
свыше 0,5 до 2	1,3	свыше 50 до 250	1,02
свыше 2 до 10	1,2	свыше 250 до 500	1,01
свыше 10 до 20	1,1	свыше 500	1,005
свыше 20 до 30	1,05		

Количество гнезд n_2 , исходя из пластикационной производительности материального цилиндра машины, определяется по формуле

$$n_2 = \frac{A(\tau_g m_d + \tau_x)}{3,6 k_1 m_d}, \quad (2.3)$$

где A – пластикационная производительность машины в $кг/ч$ (приведена в паспорте машины); τ_g – продолжительность выдержки (охлаждения) детали в форме (в секундах) в расчете на 1 г массы детали ориентировочно принимается равной 1 с; τ_x – длительность холостого цикла (в секундах), который включает время смыкания формы, подвода сопла, впрыска пластмассы, размыкания формы, выталкивания детали и т. п. (таблица 2.2), m_d – масса детали, г (произведение объема детали на плотность материала из которого изготовлена она изготовлена).

Таблица 2.2 – Значения величины длительности холостого цикла τ_x

Характеристика детали	τ_x , с	Примечание
Детали простой конфигурации без поднутрений, арматуры и т.д.	$\tau_x = 0,4 \tau_g m_d$	Длительность не менее 10 сек для машин с массой впрыска до 50 г и не менее 20 с – для машин с большей массой впрыска
Детали сложной конфигурации с поднутрениями, арматурой и т.д.	$\tau_x = \tau_g m_d$	Длительность не менее 20 с

Количество гнезд n_3 , исходя из усилия смыкания машины, определяется по формуле:

$$n_3 = \frac{P}{1,25p_0k_2S'} \quad (2.4)$$

где P – усилие смыкания формы, Н (должно быть приведено в паспорте машины, см. приложении Б.1); p_0 – удельное давление пластмассы в оформляющем гнезде в $H/мм^2$, ориентировочно принимается равным $50 H/мм^2$; S – площадь детали в плане, без учета отверстий (площадь детали в плоскости разъёма, вид сверху) в $мм^2$; k_2 – коэффициент, учитывающий площадь литниковой системы (в плане); принимается равным 1,1.

Из рассчитанных значений n_1 , n_2 , n_3 принимают наименьшее целое значение и в дальнейшем ведут расчет именно по этой величине, определяющей количество гнезд в форме. **Важно!** Округлять в большую сторону категорически запрещается. Например, минимальное количество гнезд, рассчитываемое по критерию пластикационной производительности получилось 1,9, соответственно при выборе 2-х гнезд литьевая машина не справится с производительностью и появиться брак, округлять в этом случае придется до значения 1 или провести повторный выбор термопластавтомата и рассчитать уже по другой производительности, по другому объему впрыска.

Далее анализируется программа выпуска и проверяется возможность производства указанного количества.

Для этого необходимо рассчитать необходимую норму изготовления ($N_{изг}$), например, в час и сопоставить с производительностью выбранного процесса литья, тоже в час. Предполагая фонд рабочего времени (F_p) при односменном режиме работы в количестве 1792 часов/год (224 дня по 8 часов) необходимое количество деталей в час с учетом установленной гнездности рассчитывается по формуле:

$$N_{изг} = \frac{N_{вып}}{F_p}, \text{ шт/ч} \quad (2.5)$$

где $N_{вып}$ – программа выпуска шт./год (см. задание);

F_p – фонд рабочего времени в году, ч/год;

Производительностью процесса литья на выбранной литьевой машине

$$N_{проц} = \frac{A \cdot 10^3 K}{k_1 m_{\Delta} n}, \text{ шт/ч} \quad (2.6)$$

где K – коэффициент учитывающий отношение времени впрыска к общему времени цикла, $K = 0,05 \dots 0,25$.

n – количество гнезд.

В итоге должно выполняться условие $N_{изг} < N_{проц.}$, этом случае все выбранные параметры процесса литья правильные и можно приступать к проектированию литниковой системы.

2.2.2 Расчет литниковой системы

Литниковая система включает три основных элемента: центральный литниковый канал, разводящий канал и впускной канал. Литниковая система одногнездной формы часто состоит из одного литникового канала. Многогнездная форма всегда включает все три вида каналов. Основными этапами проектирования литниковой системы является расчет элементов литниковой втулки, выбор формы и геометрических размеров каналов литниковой системы.

Расчет литниковой втулки (центральный литниковый канал). Центральный литниковый канал формируется в литниковой втулке и обычно имеет круглую форму. Расчетный диаметр на входе в литниковую втулку определяют расчетным методом по формуле:

$$d_p = 0,2 \sqrt{\frac{V}{\pi \theta \tau}} \quad (2.7)$$

где V_g — объем впрыска, см^3 ; v — средняя скорость течения материала в литниковой втулке, $\text{см}/\text{с}$; τ — продолжительность впрыска, с.

Рекомендуемые значения средней скорости: для отливок объемом до 100 см^3 $v = 300 \text{ см}/\text{с}$; для отливок объемом до 500 см^3 $v = 450 \text{ см}/\text{с}$; для отливок объемом более 500 см^3 $v = 550 \dots 600 \text{ см}/\text{с}$.

Время впрыска (выбирают в соответствии с технической характеристикой литьевой машины) должно быть увязано с массой и толщиной отливки: для тонкостенных отливок и отливок малой массы время впрыска меньше, для толстостенных отливок и отливок большой массы время больше. Как правило, для среднеразмерных деталей от $100 \dots 1000 \text{ г}$. время впрыска составляет $1 \dots 3 \text{ с}$.

Диаметр канала на входе в литниковую втулку рекомендуется выполнять на $0,4 - 0,6 \text{ мм}$ больше диаметра сопла литьевой машины. Если такие данные есть, то полученное значение d_p нужно сравнить с диаметром сопла литьевой машины. В случае если полученное значение меньше диаметра сопла, то значение диаметра сопла необходимо увеличить на указанную величину, т.е.:

$$d = d_c + (0,4 \dots 0,6) \quad (2.8)$$

Если данных по диаметру сопла нет, то его диаметр принимается:

$$d_c = d_p - (0,4 \dots 0,6) \quad (2.9)$$

Диаметр D центрального литникового канала на выходе рассчитывается исходя из угла конуса ($\alpha = 2^\circ \dots 6^\circ$, рекомендуется $\alpha = 3^\circ$) и длины канала по формуле:

$$D = d + 2 \cdot L \cdot \operatorname{tg} (\alpha/2) \quad (2.10)$$

Длина L центрального литникового канала зависит от толщины верхней плиты, в которую она устанавливается. Назначается длина по конструктивным соображениям, в среднем составляет от 35...60 мм. Конкретную длину и другие наружные размеры литниковой втулки выбирают по ГОСТ 22077-76.

В пояснительной записке приводится эскиз втулки с указанием основных размеров.

Проектирование разводящих и впускных литниковых каналов.

Разводящие каналы являются частью литниковой системы, соединяющей оформляющие полости формы с центральным литником.

Форма сечения разводящих каналов может быть различной, существуют например, сегментные, трапециевидные, прямоугольные. Выбирать надо согласно рекомендациям приложения Б.2, определяя геометрические параметры выбранного сечения. Площадь каждого разводящего канала не рекомендуется принимать менее 7 мм^2 ($\varnothing 3 \text{ мм}$) и более 80 мм^2 ($\varnothing 10 \text{ мм}$), а суммарная площадь разводящих каналов не должна сильно превышать или быть значительно меньше площади центрального, чтобы не изменялся цикл литья, и не было, например, застойных зон. Для этого рекомендуется определять площадь поперечного сечения разводящего канала на каждом участке, имеющем свои параметры по эмпирической формуле

$$F_{p.k} \leq \frac{F_{np}}{n_{p.k}}, \quad (2.11)$$

где F_{np} — наибольшая площадь поперечного сечения той части канала, которая предшествует рассчитываемой, мм^2 ; $n_{p.k}$ — количество разветвляющихся разводящих каналов.

В общем случае диаметр d канала круглого сечения или эквивалентный диаметр d_e , не круглого сечения определяют по диаграмме (рисунок 1 [1]) в зависимости от массы отливаемого изделия и длины L пути течения материала в разводящем канале. Для непластифицированного поливинилхлорида, поликарбоната, полиметилметакрилата расчетную площадь сечения разводящего канала необходимо увеличить на 25 %.

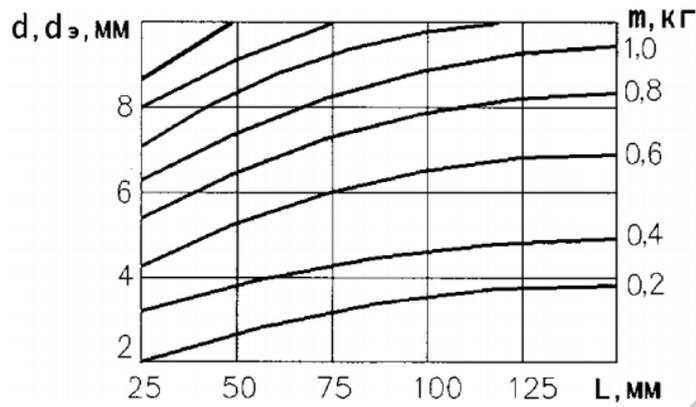


Рисунок 1 – Диаграмма для определения $d(d_3)$ разводящего канала

Размеры каналов некруглого сечения находят по определенному значению d_3 .

Для прямоугольной формы канала:

$$h = 0,5d_3 \sqrt[3]{\pi(1+k)/k^2} \quad (2.12)$$

где $k=b/h$ при $k=1$, $h=0,92d_3$

Для трапецидальной (односторонней) формы канала:

$$h = 0,5d_3 \sqrt[3]{\pi(1 + \sin\alpha + k \cdot \sin\alpha)/((k + tg\alpha)^2 \cos\alpha)} \quad (2.13)$$

при $\alpha=10^\circ$ и $k=1$, $h=0,85d_3$

Для трапецидальной (двухсторонней) формы канала:

$$h = 0,5d_3 \sqrt[3]{4\pi(k \cdot \frac{1}{\cos\alpha})/(2k + tg\alpha)^2} \quad (2.14)$$

при $\alpha=10^\circ$ и $k=0,84$, $h \sim 0,85d_3$

Для сегментной формы канала:

при $\alpha = 10^\circ$ и $h = d_{ВГ}$, $h = 0,94 d_3$, где $d_{ВГ} \sim d_3$.

Расплав при заполнении канала охлаждается, попадание в оформляющее гнездо охлажденного переднего фронта расплава может привести к появлению дефектов на поверхности изделия (муар, следы течения). Для уменьшения этих явлений разводящий канал перед поворотом следует снабжать специальными сборниками охлаждения расплава, то есть удлинять каналы на величину b :

$$b=(1,0\dots 1,5) d \quad (2.15)$$

Важным этапом проектирования литниковой системы является конструирование расположения ее при многогнездной форме. Необходимо добиваться того чтобы расположение позволяло максимально одновременно заполнять разные гнезда с приблизительно одной скоростью их заполнения (рисунок 2).

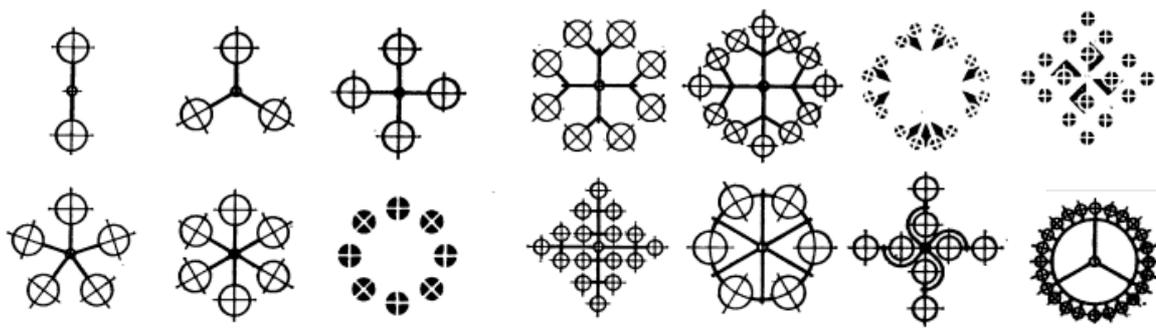


Рисунок 2 – Рекомендуемые варианты расположения гнезд и их питание

При проектировании многогнездной форм, в пояснительной записке или на листе, отражающем схему формы для литья под давлением, приводится схема выбранного варианта расположения гнезд и их питания.

Далее проектируются впускные каналы (питатели), они имеют особое значение при литье под давлением, от них в значительной степени зависит качество отливаемых изделий.

Впускные каналы являются продолжением разводящих; они представляют собой суженную часть канала, непосредственно примыкающую к полости формы. Канал сужается с целью повышения скорости впрыска расплава в полость, повышения его температуры, текучести. Выбор места впуска связан с необходимостью обеспечения наименьшего пути течения массы, а также с движением потока по тому направлению, которое совпадает с направлением действующих при эксплуатации наибольших усилий. Поперечное сечение впускного канала, как правило, бывает трапециевидным, круглым (точечные литники) и кольцевым.

При литье термопластов наиболее распространены впускные каналы с круглым (точечным) и прямоугольным поперечным сечениями (таблица 2.3).

Характеристический размер H для равностенного изделия принимают равным его толщине, в остальных случаях вычисляют по формуле:

$$H = 2V_d/S_n \quad (2.16)$$

где H — характеристический размер изделия, см; V_d — объем одного изделия, см³; S_n — площадь поверхности изделия, см².

Площадь полной поверхности изделия определяется алгебраическим суммированием элементарных площадей, составляющих поверхность изделия. Диаметр d_e следует округлять до 0,05 мм.

Число n_0 впускных каналов одного гнезда формы определяют по номограмме (рисунок Б.3, а), см. Приложение) следующим образом.

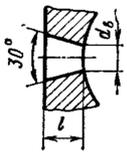
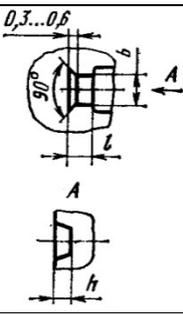
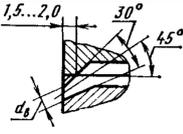
Вычисляют номинальную объемную скорость впрыска в одно гнездо формы, см³/с

$$W = W_m V_d / V_c \quad (2.17)$$

где W_m – номинальная (паспортная) объемная скорость впрыска литьевой машины, см³/с (таблица Б.1, см. Приложение); V_c – объем всех одновременно отливаемых изделий в форме, см³.

Через точку на шкале W , соответствующую вычисленному значению W , и точку на шкале A , соответствующую выбранному термопласту (на номограмме для примера указаны СФД — сополимер формальдегида, УПС — ударопрочный полистирол; ПЭНД — полиэтилен низкого давления), проводят прямую. Через точку пересечения этой прямой со шкалой B и точку на шкале d_e (значение определено ранее) проводят прямую, пересекающую шкалу n_0 . Полученная точка соответствует значению n_0 .

Таблица 2.3 – Конструкции и размеры впускных каналов, мм

Исполнение	Конструкция впускного канала	Характеристический размер, H	Диаметр впускного канала, d_e , мм	Глубина канала, h , мм	Длина канала, l
1		До 0,6 Св 0,6 до 3,3 Св 3,3	0,5 0,85H 2,8	-	0,6 ($d_e = 0,5 \dots 0,6$) 0,7 ($d_e = 0,6 \dots 0,7$) 0,8 ($d_e = 0,7 \dots 0,8$) 0,9 ($d_e = 0,8 \dots 1,0$) 1,0 ($d_e = 0,8 \dots 1,0$) 1,1 ($d_e = 1,0 \dots 1,2$) 1,2 ($d_e = 1,2 \dots 1,5$) 1,3 ($d_e = 1,5 \dots 2,0$) 1,4 ($d_e = 2,0 \dots 2,8$)
2		До 0,6 Св 0,6 до 3,3 Св 3,3	-	0,5 a·H* 2...3**	0,6 ($d_e = 0,5 \dots 0,6$) 0,7 ($d_e = 0,6 \dots 0,7$) 0,8 ($d_e = 0,7 \dots 0,8$) 0,9 ($d_e = 0,8 \dots 1,0$) 1,0 ($d_e = 0,8 \dots 1,0$) 1,1 ($d_e = 1,0 \dots 1,2$) 1,2 ($d_e = 1,2 \dots 1,5$) 1,3 ($d_e = 1,5 \dots 2,0$) 1,4 ($d_e = 2,0 \dots 3,0$)
3		До 0,6 Св 0,6 до 2,4 Св 2,4	0,5 0,85H 2,0	-	-

* a – постоянная, зависящая от материала (полистирол, полиэтилен – 0,6, полипропилен, поликарбонат, полиформальдегид – 0,7, полиметилметакрилат, полиамиды – 0,8, поливинилхлорид непластифицированный – 0,9.) Ширина впускного канала $b = a \cdot \sqrt{A/30}$, где A – площадь поверхности матрицы, мм². ** – в зависимости от материала

Далее определяется максимально допустимое число впускных каналов по номограмме (рисунок Б.3, б), см. Приложение) следующим образом. Вычисляют коэффициент K , см:

$$K = V_{\delta}/H^2 \quad (2.18)$$

Через точку на шкале K , соответствующую вычисленному значению, и точку на шкале B , соответствующую выбранному термопласту, проводят прямую. Точку пересечения этой прямой со шкалой Γ и точку на шкале d_g (значение определено по табл. 2.3) соединяют прямой. Продолжение последней пересекает шкалу n_{min} в точке, соответствующей значению n_{min} .

При $n_0 > n_{min}$ число впускных каналов выбирается равным ближайшему большему, чем n_0 , целому числу. При $n_0 < n_{min}$ необходимо принять $n_0 = n_{min}$, по рисунку Б.3, а) приложения в обратном порядке определить новое значение W и по нему выбрать литьевую машину с большей объемной скоростью впрыска или новое значение V_c (т. е. меньшее число гнезд в форме), после чего повторить расчет n_0 .

При проектировании литниковой системы, следует обратить внимание на то, какая система предложена для проектирования. В зависимости от способа поддержания температуры текучести расплава в литниках различают холодноканальную, с частично обогреваемыми каналами и горячеканальную системы. Холодноканальная система обычно проектируется для коротких циклов литья, когда литник не успевает полностью затвердеть.

Горячеканальная сложная и трудоемкая система, но в то же время наиболее надежная среди систем, позволяет перерабатывать достаточно широкий круг материалов (полиэтилен, полипропилен, полистирол, полиамиды, стеклонанполненные материалы и др.). Наиболее распространены эти системы при литье крупногабаритных изделий, особенно тонкостенных, и в многогнездных формах, где большая доля массы отливки приходится на литники. Горячеканальная литниковая система реализуется обогревателями (в основном ТЭНы), поэтом в конструкторской части нужно отразить обогреватель(и) расположенный вблизи литниковой втулки и каналов.

Для обеспечения работоспособности литьевой формы необходимо выполнение следующего условия:

$$P > \Delta P_{общ} = \Delta P_{ц} + \Delta P_p + \Delta P_g + \Delta P_{\delta} \quad (2.19)$$

где P – номинальное давление литья, ат;

$\Delta P_{общ}$ – общие потери давления, ат;

$\Delta P_{ц}$ – потери давления при течении расплава в центральном литниковом канале, ат;

ΔP_p – потери давления при течении расплава в разводящих каналах, ат;

ΔP_g – потери давления во впускных каналах, ат;

ΔP_{δ} – потери давления в стенках изделия, ат;

Для расчета потерь давления в стенках изделия, разбивают деталь на элементы простых форм в горизонтальной и вертикальной плоскостях:

$$\Delta P_{\partial} = \Sigma \Delta P_{эл} \quad (2.20)$$

Потери давления в центральном литниковом канале определяют по формуле:

$$\Delta P_{ц} = L \left[\frac{W_0 \mu (n+3) 2^{2n+3}}{\pi D^{n+3}} \right], \quad (2.21)$$

где L – расчетная длина канала, $см$,

W_0 – объемная скорость течения расплава, $см^3/с$;

μ – реологический параметр полимера, $\eta = 0,0018$;

n – показатель степени реологического уравнения, $n = 2,5$;

D – диаметр центрального литникового канала, $см$.

Объемную скорость течения расплава определим по формуле:

$$W_0 = \frac{V}{nt_B} \quad (2.22)$$

где V – номинальный объем впрыска машины, $см^3$ (см. Приложение Б);

t_B – время впрыска машины, $с$ (см. подраздел 2.2.2);

n – количество гнезд в форме, $шт$ (см. подраздел 2.2.1).

Потери давления в разводящем канале определяют по формуле:

$$\Delta P_{р} = L \left[\frac{W_0 \mu (n+3) 2^{2n+3}}{\pi D_{экв}^{n+3}} \right], \quad (2.23)$$

где $D_{экв}$ – диаметр или эквивалентный диаметр разводящего канала, $см$.

Потери давления во впускном канале определяются по формуле:

$$\Delta P_{р} = L \left[\frac{W_0 \mu (n+2) 2^{n+1}}{BH^{n+2}} \right]^{1/n}, \quad (2.24)$$

где B – ширина впускного канала, $см$;

H – глубина впускного канала, $см$.

Если каналы (центральный, разводящий, впускной) достаточно протяженные, разветвляются, изменяют свое расположение и форму, то расчет проводят, разбивая весь канал на отдельные участки с постоянной геометрической формой. Тогда потеря давления будет равна алгебраической сумме потерь на каждом из участков канала.

2.2.3 Тепловой расчет оснастки

Расчет начинается с уточнения время выдержки (охлаждения) в процессе литья, для более точного расчета теплового баланса в последующем, по формуле:

$$\tau_{\text{в}} = \frac{0,405}{a} \left(\frac{\delta}{2} \right) \left(\ln 1,27 - \ln \left(\frac{t_{\text{к}} - t_{\text{ф}}}{t_{\text{н}} - t_{\text{ф}}} \right) \right), \quad (2.25)$$

где a – коэффициент температуропроводности, $\text{м}^2/\text{с}$ (например, для полиэтилена высокого давления $1,38 \cdot 10^{-7} \text{ м}^2/\text{с}$, для других наиболее широко применяемых полимеров см. таблицу Б.3 Приложение);

δ – толщина изделия, м;

$t_{\text{ф}}$ – средняя за цикл температура формирующих поверхностей, $^{\circ}\text{C}$ (обычно равна $30 \dots 80$ $^{\circ}\text{C}$, см. таблицу Б.4 приложения);

$t_{\text{н}}$ – начальная температура изделия, равная температуре впрыскиваемого в форму расплава, $^{\circ}\text{C}$ (обычно равна $180 \dots 270$ $^{\circ}\text{C}$, но для каждого вида полимера ее необходимо уточнять, см. таблицу А.5 приложения);

$t_{\text{к}}$ – температура в середине стенки изделия, при которой раскрывается форма, $^{\circ}\text{C}$ (принимает на $8-25$ $^{\circ}\text{C}$ выше $t_{\text{ф}}$).

Общее время цикла, с

$$\tau_{\text{ц}} = \tau_{\text{в}} + \tau_{\text{х}} \quad (2.26)$$

где $\tau_{\text{х}}$ – продолжительность холостого цикла, с (табл. 2.1).

Результатом теплового расчета оснастки является определенный диаметр охлаждающих каналов и длина. Для этого выполняют следующую последовательность расчета.

Количество тепла Q_1 (кДж), поступающее в форму в течение одного цикла, может быть определено по формуле:

$$Q_1 = m_0 \cdot c \cdot (t_1 - t_2) \quad (2.27)$$

где m_0 – масса отливки, кг; c – теплоемкость пластмассы (полимера), кДж/кг·град; t_1 – температура расплава; t_2 – температура формы.

где m_0 – масса отливки, кг

$$m_0 = m_{\text{д}} n + m_{\text{л}} \quad (2.28)$$

здесь $m_{\text{д}}$ – масса изделия, кг;

n – число гнезд, шт;

$m_{\text{л}}$ – масса литников, кг.

При круглом сечении охлаждающего канала и определенном диаметре длина его равна:

$$l = \frac{Q_{\text{ч}} \left(\frac{s}{\lambda} + \frac{1}{\alpha} \right)}{\pi d \Delta t}, \text{ мм} \quad (2.29)$$

где $Q_{\text{ч}}$ — количество тепла в кДж, поступающее в форму в течение часа (при условии $Q_{\text{ч}} = Q_{\text{л}} A$); s — расстояние от канала охлаждения до оформляющей поверхности формы в м; λ — коэффициент теплопроводности материала формы в кДж/м²·ч·град; d — диаметр охлаждающего канала, **рекомендуется выбрать в интервале 8...16 мм.**

При теплопередаче стенка трубы – вода

$$\alpha = (19,3 + 0,27 \cdot t_{\text{н}}) (\gamma_{\text{в}} v_{\text{вк}})^{0,85} \quad (2.30)$$

где $t_{\text{н}}$ — начальная температура воды, °С; $\gamma_{\text{в}}$ — удельный вес воды, кг/см³; $v_{\text{вк}}$ — скорость протекания охлаждающей воды в канале, см/ч. Произведение $\gamma_{\text{в}} v_{\text{вк}}$ для трубопровода с водой обычно принимается равным 347 кг/см²·ч.

Для проверки возможности пропуска воды в течение минуты через один охлаждающий канал принятого диаметра пользуются следующей формулой:

$$\frac{V}{\tau_{\text{ц}}} \leq \frac{V_{\text{м}}}{n} \quad (2.31)$$

где $\tau_{\text{ц}}$ — продолжительность цикла, мин; $V_{\text{м}}$ — количество воды, проходящее через охлаждающий канал в течение одной минуты, л; n — количество каналов охлаждающей системы формы.

Таблица 2.4 – Конструкции и размеры впускных каналов, мм

Зависимость количества воды, проходящей через охлаждающий канал, от его диаметра				
Диаметр охлаждающего канала d, мм	8	10	12	16
Количество воды в л, проходящей через канал в течение 1 мин	6	9	13	18

При конструировании системы охлаждения необходимо учитывать следующие требования:

- суммарная длина каналов должна быть не меньше расчетного значения (избыточные возможности системы всегда можно уменьшить регулированием, тогда как недостаток трудно компенсировать);
- расположение каналов, а также направление потока хладагента (как правило, воды) от более нагретых частей формы к менее нагретым должны обеспечить по возможности равномерное охлаждение оформляющих элементов формы;

– необходимо учитывать, что температура формы в зоне впрыска всегда несколько выше, чем на периферийных участках;

– более интенсивное охлаждение должно быть предусмотрено в месте расположения подвижных элементов формы (выталкивателей, плит съема, подвижных знаков), что позволяет исключить деформацию изделий при их удалении из формы;

– так как коэффициент теплоотдачи с изменением скорости движения жидкости изменяется в широком диапазоне, в системе каналов не должно быть участков с увеличивающимся сечением и особенно застойных зон, где охлаждающая жидкость может играть роль теплоизолятора;

Расстояние между охлаждающими каналами $l_{охл}$, а также каналами и охлаждаемой поверхностью $s_{охл}$ выбирают по эмпирическим зависимостям:

$$l_{охл} = (2,5 \dots 3,5) d_k, \text{ мм} \quad (2.32)$$

$$s_{охл} = (0,8 \dots 1,5) l_{охл}, \text{ мм} \quad (2.33)$$

2.2.4 Описание работы разработанной оснастки

Описание начинают с указания технологического назначения разрабатываемой оснастки и последовательности работы. Функция любых литьевых форм состоит в приеме расплава, его распределении по формообразующим полостям, в формовании изделий и затем в их выталкивании. Поэтому описывают именно эту последовательность, обращая внимание на детали, наиболее важные и непосредственно участвующие в работе. При описании работы необходимо ссылаться на номера позиций этих деталей, согласно спецификации. Конструкции форм весьма разнообразны, зависят от вида материала, типа оборудования, характера производства, особых требования к изделиям и пр. Выполняя курсовое проектирование, рекомендуется ориентироваться на наиболее распространенные типы литьевых форм, с системой центровки по колонкам.

Ниже приведен рисунок, указывающий схему холодноканальной литьевой формы и пример конструкции формы, которая включает пакет плит, систему центровки, литниковую систему, систему выталкивания, систему охлаждения. На эту схему нужно ориентироваться, т.е. упрощать ее или усложнять по мере необходимости, например, при одногнездной форме, мелкоразмерной детали, систему центровки в виде направляющих колонок можно не проектировать вообще.

В завершении в рассматриваемом разделе проекта приводят техническую характеристику проектируемой оснастки: габаритные размеры, производительность, время цикла и др.

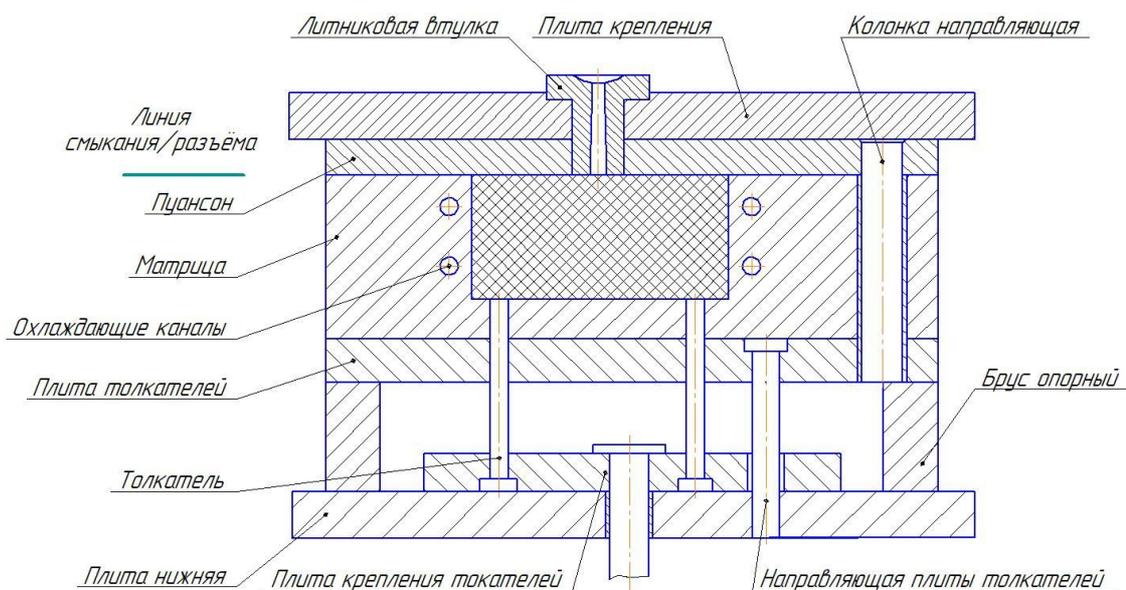


Рисунок 3 – Схема конструкции холодноканальной литейной формы в случае одного гнезда

2.3 Выбор материала для изготовления формообразующих деталей (режимы упрочнения и варианты покрытий)

При выборе материала следует стремиться обеспечить не максимально возможный, а необходимый срок службы формы, который, как правило, определяется стойкостью формообразующих деталей (ФОД).

ФОД можно изготавливать из различных материалов. Если требуется обеспечить высокие стойкость, точность, качество поверхности, то, как правило, применяют легированные стали различных марок.

Перечень часто используемых сталей для ФОД приведен в таблице Б.5 приложения. Кроме выбора самой марки стали, студент обязан описать вариант термического (химико-термического) упрочнения, режимы, указать образующуюся структуру и физико-механические свойства. Для других деталей оснастки выбирают, как правило, дешевые и более доступные варианты сталей, например для плит – сталь 45, для колонок – сталь У8 и т.д. (таблица Б.6, см. приложение). Следует обратить внимание на химическую агрессивность выбранной пластмассы (полимера), сложность формы отливки, необходимые параметры шероховатости, поскольку очень часто для решения отмеченных проблем выполняется нанесение дополнительного покрытия на поверхность формообразующих деталей, например хромирование. Если предпосылки для такого покрытия есть, то необходимо уточнить его тип и параметры, а также обязательно указать это на рабочем чертеже.

Студент оформляет маршрутную технологию для выбранной формообразующей детали, например, в виде таблицы, которая включает перечень операций от стадии заготовки до готового изделия.

Заключение. В заключении приводятся выводы по выполненному проекту с уточнением главных особенностей конструкции детали, материалу, разработанной оснастки.

Список использованных источников. При оформлении расчетно-пояснительной записки необходимо делать ссылки на использованную литературу. Наиболее часто список литературы составляют согласно очередности цитирования или в алфавитном порядке.

Приложение. Приложениями в расчетно-пояснительной записке являются вспомогательные материалы, необходимые для более полного освещения вопросов, представленных в ней. Ими могут быть конструкторские документы (спецификации, схемы, таблицы и др.) и т.п. Приложения оформляют как продолжение пояснительной записки после списка литературы на последующих страницах, располагая их в порядке появления ссылок в тексте.

Оформление пояснительной записки. Оформление пояснительной записки курсового проекта ведется в соответствии с «Общими требованиями и правилами оформления учебных текстовых документов БНТУ».

Пояснительная записка выполняется на листах белой бумаги формата А4 (размер листа 210×297 мм). Пояснительная записка на листе «Реферат» должна иметь основную надпись (штамп), выполненную в соответствии с ГОСТ 2104 (образец представлен на рисунке 4), последующие листы имеют другой штамп (рисунке 5).

					<i>БНТУ ХХХХХХХХ – ХХ ПЗ</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>	<i>Спроектировать форму для литья под давлением пластмассового изделия. Пояснительная записка</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Разраб.</i>	<i>Иванов</i>					4	3	28
<i>Проб.</i>	<i>Дашкевич</i>					<i>БНТУ, гр. 104.....</i>		
<i>Т. контр.</i>								
<i>Н. контр.</i>								
<i>Утв.</i>								

Рисунок 4 – Основная надпись для пояснительной записки

Пояснительная записка курсового проекта сшивается воедино в следующей последовательности: 1) титульный лист (см. приложение В); 2) задание на проектирование; 3) реферат (см. приложение В); 4) текстовая часть, начиная с раздела «Содержание» и заканчивая «Приложение».

В курсовом проекте рекомендуется следующая структурная схема обозначения (шифровки) пояснительной записки, например: БНТУ ХХХХХХХХ – ХХ ПЗ, где ХХХХХХХХ – номер группы; а через тире ХХ – номер задания (чертежа); ПЗ – код документа (пояснительная записка).

					<i>БНТУ ХХХХХХ – ХХ ПЗ</i>			<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				X

Рисунок 5 – Штамп каждого последующего листа пояснительной записки

3 ГРАФИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

При выполнении графической части курсового проекта студент руководствуется основными положениями и правилами ЕСКД. Виды и комплектность конструкторских документов на изделия устанавливает ГОСТ 2.102. В графической части проекта предлагается к выполнению три вида конструкторских документов:

- 1) Схема (эскиз) – документ, на котором показаны в виде условных изображений или обозначений составные части изделия и связи между ними.
- 2) Спецификация – документ, определяющий состав сборочной единицы, комплекса или комплекта.
- 3) Чертеж детали – документ, содержащий изображение детали и другие данные, необходимые для ее изготовления и контроля.

Каждый конструкторский документ имеет основную надпись (штамп), выполненную в соответствии с ГОСТ 2104, пример которого представлен в приложении В. Масштабы изображения на чертежах, установленные ГОСТ 2.302, выбирают из следующего ряда: – масштабы увеличения: 2:1, 2,5:1; 4:1, 5:1, 10:1; – масштабы уменьшения: 1:2, 1:2,5; 1:4, 1:5, 1:10, 1:15, 1:20, 1:25. 14

Схема (эскиз). В графическую часть курсового проекта включается функциональная схема (эскиз), которая вместе с другими документами иллюстрирует результат проектирования формы, ее общий вид в сборе. Рекомендуется формат для выполнения схемы А2 или А3. Выбранный формат должен обеспечивать компактное ее выполнение, не нарушать ее наглядности и удобства пользования. Схемы можно выполнять без соблюдения масштаба, действительное пространственное расположение составных частей изделия учитывают приближенно. Пример оформления схемы формы для литья в сборе представлен в приложении Г. Обозначение чертежа (схемы) БНТУ ХХХХХХХХ – ХХ.01.Д1, где ХХХХХХХХ – номер группы; через тире ХХ - номер задания; 01 – порядковый номер чертежа (в данном случае схемы), – код документа (другой документ 1). В случае многогнездной формы рекомендуется на чертеже дополнительно выносить схему пространственного расположения гнезд и их питания.

Спецификация. ГОСТ 2.106 устанавливает форму и порядок заполнения спецификации конструкторских документов на изделия всех отраслей промышленности. Спецификацией называется таблица, содержащая перечень всех составных частей, входящих в данное специфицируемое изделие, а также конструкторских документов, относящихся к этому изделию и к его неспецифицируемым составным частям. Спецификацию составляют на отдельных листах формата А4 на каждую сборочную единицу, комплекс и комплект по специальным формам. В спецификацию вносят составные части, входящие в специфицируемое изделие, а также в конструкторские документы. Спецификация состоит из разделов, которые располагают в следующей последовательности: «Документация», «Сборочные единицы»,

«Детали», «Стандартные изделия», «Прочие изделия», «Материалы», «Комплекты». Наличие тех или иных разделов в таблице спецификации определяется составом специфицируемого изделия. Пример оформления спецификации представлен в приложении Г.

В рамках выполняемого курсового проекта спецификация заполняется на форму для литья под давлением в сборе, выполняемую в виде схемы, где указаны основные позиции проектируемой оснастки (Приложение Г). Обозначение спецификации аналогично обозначению схемы, только без указания кода документа, т.е. БНТУ ХХХХХХХХ – ХХ.01.

Чертеж формообразующей детали. На рабочем чертеже детали при выполнении используют минимально возможное количество видов, разрезов и сечений, и проставляют все размеры, необходимые для изготовления и контроля. Основанием для определения требуемой точности изделия при изготовлении являются указанные на чертеже предельные отклонения размеров, а также предельные отклонения формы и расположения поверхностей. Размеры и предельные отклонения проставляют на чертежах согласно ГОСТ 2.307. Общее количество размеров на чертеже должно быть минимальным, но достаточным для изготовления и контроля изделия. Справочные размеры на чертежах отмечают знаком (*), а в технических требованиях записывают «* Размеры для справок». Шероховатость поверхности на чертежах обозначают по ГОСТ 2.309. Обозначение на чертежах покрытий, термической и других видов обработки проводят согласно ГОСТ 2.310.

В рамках курсового проекта необходимо выполнить рабочий чертеж формообразующей детали: матрицы или пуансона (по выбору) на формате А2 или А3. Пример оформления чертежа представлен в приложении Г. При выполнении чертежа, необходимо обратить внимание на правильное заполнение технических требований, указание твердости и прочее должны полностью соответствовать данным из раздела 2.3 пояснительной записки.

Обозначения (шифровка) чертежа следующая: БНТУ ХХХХХХХХ – ХХ.02, где ХХХХХХХХ – номер группы; через тире ХХ - номер задания; 02 – порядковый номер чертежа.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Ложечко, Ю.П. Литье под давлением термопластов : справ. пособие / Ю.П. Ложечко. – 2-е изд. – Санкт-Петербург : ЦОП «Профессия» 2019. – 240 с.
2. Пантелеев, А.П. Справочник по проектированию оснастки для переработки пластмасс / А.П. Пантелеев, Ю.М. Шевцов, И.А. Горячев. – М.: Машиностроение, 1986. – 398 с.
3. Кенько, В.М. Неметаллические материалы и методы их обработки / В.М. Кенько. – Мн.: Дизайн ПРО, 1998. – 240 с.
4. Мирзоев, Р.Г. Основы конструирования и расчета деталей из пластмасс и технологической оснастки для их изготовления / Р.Г. Мирзоев, И.Д. Кугушев, В.А. Брагинский, Ю.В. Казанков. Л.: Машиностроение, 1972. - 416 с.
5. Захаров, А. И. Конструирование керамических изделий. Учебное пособие / А. И. Захаров. - М.: РХТУ им Д. И. Менделеева, 2002. - 196 с.
6. Шерышев, М.А. Основы конструирования изделий из пластмасс: учеб. пособие / М.А. Шерышев - М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2006. - 124 с.
7. Микаэли, В. Экструзионные головки для пластмасс и резины: Конструкции и технические расчеты / В. Микаэли. Пер. с англ, яз.; Под. ред. В.П. Володина. — СПб.: Профессия, 2007. - 472 с.
8. Гастров, Г. Конструирование литьевых форм в 130 примерах / Г. Гастров, Э. Линднер, П. Унгер; под ред. А.П. Пантелеева, А.А. Пантелеева. — СПб.: Профессия, 2006. — 336 с.
9. 1000 примеров конструкций для литья под давлением / Г. Кран, Д. Эх, Х. Фогель; Пер. с нем. под ред. А.П. Пантелеева, А.А. Пантелеева. - СПб.: ЦОП "Профессия", 2011. - 560 с.
10. Технологические расчеты в переработке пластмасс: Практическое руководство / Рао Н.С., Шотт Н.Р., Абрамушкина И.О. - СПб:Профессия, 2013. - 200 с.
11. Производство изделий из полимерных материалов: Учебное пособие / В.К. Крыжановский, М.Л. Кербер, В.В. Бурлов; Под ред. В.К. Крыжановского - СПб.: Профессия, 2008. - 464 с.
12. Технология полимерных материалов: Синтез, модификация, стабилизация, рециклинг, экологические аспекты: Учебное пособие / Крыжановский В.К., Николаев А.Ф., Бурлов В.В. - СПб:Профессия, 2011. - 536 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Характеристика полимерных материалов

Таблица А.1 – Рекомендации по применению и способам переработки пластмасс (полимеров)

Пластмасса (полимер)	Рекомендации по применению	Способы переработки
1	2	3
АБС-пластики	Изделия технического и бытового назначения, корпусные детали, тара, листы	Литье под давлением, экструзия, формование из листов, металлизация
Полиметилметакрилат	Детали светотехнического назначения, остекление, детали бытового назначения герметики, листы	Литье под давлением, прессование, экструзия, полимеризационное формование, пневмоформование, сварка
Полиуретаны	Детали мебели, тепло- и звукоизоляционные детали, каркасные детали	Литье под давлением, экструзия
Фторопласт ФТ	Детали технической назначения, детали медицинского назначения, детали прокладочно-уплотнительные, химостойкие детали, детали ан-	Прессование, спекание, экструзия, литье под давлением
Полиэтилен высокой плотности (ПЭВП)	Трубы, пленки, листы, тара, профили, электроизоляционные и антифрикционные покрытия; для защиты от коррозии, крупногабаритные конструкции, изоляция кабелей	Литье под давлением, экструзия, прессование, сварка, холодная вытяжка
Композиция полиэтилена с полиизобутиленом	Детали технического назначения, трубы, шланги, фитинги, изоляция кабелей, пленки, уплотнительные детали	Литье под давлением, экструзия, прессование
Полипропилен (ПП)	Изделия технического и бытового назначения, медицинская техника, пищевая промышленность, электротехника и электроника, трубы, арматура, изделия санитарно-гигиенического назначения, пленки, листы, трубы, профили	Литье под давлением, экструзия, прессование, пневмо- и вакуум-формование, формование из порошка, холодная вытяжка
Поливинилхлорид пластифицированный	Трубы, шланги, фитинги, линолеум, упаковка, изоляция кабелей, пленки, листы, детали технического и медицинского назначения	Вальцевание, каландрирование, экструзия, прессование, литье под давлением, пневмовакуумформование
Поливинилхлорид жесткий (ПВХ)	Детали технического назначения с повышенной ударной прочностью	Литье под давлением, экструзия, вальцевание, каландрирование, прессование, сварка, все виды механической обработки, штамповка
Полистирол и его сополимеры. ПС блочный, суспензионный эмульсионный	Электротехнические изделия, нити, изделия бытового назначения, светильники, игрушки, пищевая упаковка, упаковка	Литье под давлением, экструзия

Продолжение таблицы А.1

1	2	3
Фторопласт 3	Подшипники, направляющие, трубы, пленки конденсаторные, химостойкие детали	Литье под давлением, экструзия, порошковое напыление
Фторопласт 4	Трубы, детали технического назначения, химостойкие детали	Компрессионное прессование, спекание
Полиамиды	ПА-66 - детали, работающие под нагрузкой, корпусные детали, детали с повышенной теплостойкостью. ПА-6 - детали машиностроения общего назначения. ПА-610 - детали сложной конфигурации со стабильностью свойств. ПА-12 - гибкие детали, трубы, оболочка кабелей	Литье под давлением, экструзия, литье без давления
Поликабронат	Детали остекления, светотехники, электротехнические детали, детали машиностроения, стерилизующиеся детали	Литье под давлением, экструзия
Полиформальдегид и его сополимеры	Детали технического и санитарно-гигиенического назначения, шестерни, втулки, подшипники	Литье под давлением, экструзия, сварка, склеивание

Таблица А.2 – Коэффициенты запаса прочности для изделий из пластмасс (полимеров)

Наименование коэффициентов			Численное значение
Группы	Частные множители	Особые условия	4
1	2	3	4
Ответственность детали и условия эксплуатации (S)	Общий запас S_1	Для термопластов	1,05-1,1
		Для реактопластов	1,15-1,2
	Ответственность эксплуатации S_2	Для термопластов	1,0
		Для реактопластов	1,0-2,5
Вид нагрузки S_3	Статическая	1,0	
	Пульсирующая	1,2	
	Знакопеременная	1,3	
Агрессивность среды S_4	Нормальные условия	1,0	
	Влажная среда	1,1	
	Органические растворители, масла	1,2	
Расчетно-конструкторская (K)	Точность расчета K_1	Точная	1,0
		Приближенная	1,1-1,4
	Концентрация напряжений K_2	Отсутствует	1,0
Имеет место		1,1-2,2	
	Сложность изделия K_3	-	1,0-1,15
Технологическая (T)	Способ изготовления детали T_1	Литье	1,05-1,1
		Прессование	1,05-1,15
		Экструзия	1,0-1,1
	Сложность монтажа T_2	Диаметр посадочного отверстия, мм:	
До 50		1,0	
50-100		1,05	
100-200		1,10	
		200-500	1,15
Условия установки T_3	Без посадок		1,0
	Посадки тугие		1,7-2,6
	Посадки с зазором		1,2-1,5
Материаловедческая (M)	Вид деформации M_1	Изгиб	1,0-1,1
		Растяжение	1,4-1,75
		Сжатие	1,1-1,65
		Срез	1,25-1,5
		Кручение	1,4-1,6
	Изменение свойств M_2	Литье	1,1-1,3
		Экструзия	1,05-1,3
Прессование		1,2-1,4	
Физико-механические свойства M_3	Анизотропные	1,0	
	Изотропные	1,1	
Вид материала M_4	Ненаполненный	1,05-1,1	
	Наполненный	1,1-1,5	
	Армированный	1,0	

Таблица А.3 – Величины предела прочности для различных марок пластмасс (полимеров)

	Наименование пластмасс (полимеров)	Значения предела прочности*, МПа		
		$[\sigma]_{в\ сж}$	$[\sigma]_{в\ р}$	$[\sigma]_{и}$
1	Полиэтилен низкого давления (HDPE)	12	12	16
2	Полиэтилен высокого давления (LDPE)	28	25	30
3	Поливинилхлорид (PVC)	85	50	100
4	Полистирол блочный (PS)	90	40	80
5	Полипропилен (PP)	70	35	60
6	Поликарбонат (PC)	77	70	85
7	Фторопласт-3 (PCTFE)	57	40	70
8	Фторопласт-4 (PTFE)	12	26	16

* – усредненные значения

Таблица А.4 –Физико-механические свойства некоторых пластмасс (полимеров) [1-3]

Материал (марка)	ГОСТ, ТУ	Плотность, кг/м ³	Относительное удлинение при разрыве, %	Твердость Н/мм ²	Теплостойкость по Мартенсу, °С	Морозостойкость, °С
1	2	3	6	7	8	9
Полиэтилен высокого давления (10003-002, 10103-002, 10203-003, 10303-003)	ГОСТ 16337-77	900-930	600	14-25	108-110	-60
Полиэтилен низкого давления (20106-001, 20206-002, 20606-012)	ГОСТ 16338-77	940-960	400-800	45-59	120-128	
Полипропилен (01П10/002, 01П10/003, 03П10/005)	МРТУ 6-05-1105-67	935-959	400-600	60-65	160	-5
Поливинилхлорид М (ПВХ-М70, ПВХ-М67, ПВХ-М64, ПВХ-М59)	ТУ 6-05-678-72	1350-1430	25-400	-	170-190	-(15-40)
Винипласт (ВН, ВНЭ)	ГОСТ 9639-71	1380-1400	10-15	15	70 (по Вика)	-(65-76)
Фторопласт-4 (сорт 1...3)	ГОСТ 10007-72	2120-2200	300-350	3-4	250	-269
Фторопласт-4Д (сорт 1...3)	ГОСТ 14906-69		100-330	3-4	250	-269
Фторопласт-3 (сорт 1...3)	ГОСТ 13744-68		50-70	10-13	130 (по Вика)	-195
Полистирол:						
эмульсионный (ПСЭ-2)	ГОСТ 20282-74	1050-1100	1,5-3,0	14-15	100-110	-40
суспензионный (ПС-С)	ГОСТ 20282-74	1050-1080	1,5-3,0	14-15	105-108	-40
блочный (ПСМД, ПСМ)	ГОСТ 20282-74	1050-1080	1,5-3,0	14-15	100-105	-
ударопрочный (УПИМ)	ТУ 6-05-1604-72	1040-1060	25-40	10,5	85-100	-
Поликарбонаты (дифлон ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-5, ПК-6)	ТУ 6-05-1668-80	1190-1200	50-100	10-11	135-166	-100
Полиамиды:						
П-54, С, Н	ТУ 6-05-1032-73	1080	300-500	-	-	-
П-12/Л, А, Б	ТУ 6-05-1309-73	1010	70-200	-	45	-40
П-610	ГОСТ 10589-73	1040	100-150		55-60	-60

Таблица А.5 – Технологические свойства некоторых литевых термопластов

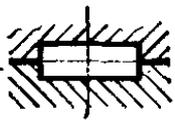
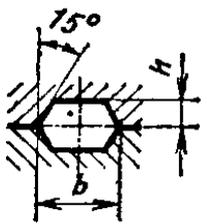
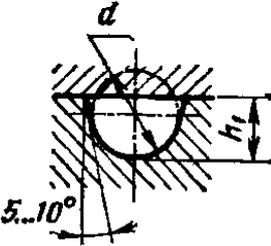
Материал	ГОСТ, ТУ	Усадка, %	Температура, °С		Давление литья, МПа
			расплава	формы	
Полиэтилен высокого давления	ГОСТ 16337-77	1,0-3,5	(190-220)	30-60	40-100
Полиэтилен низкого давления	ГОСТ 16338-77	1,0-4,0	(240-270)	30-70	50-140
Полипропилен	ТУ 6-05-1756-78 ТУ 84-	1,0-2,5	(260-280)	30-90	80-140
Пресс-материал 501-73	471-74	0,2-0,5	140±10	30-40	50-100
Пресс-материал 14-А	ТУ 84-612-75	3,0	140±10		80-100
ПОВ-30	ТУ 6-05-1730-75	0,6-1,0			
ПОВ-50		0,6-1,0			
Полистирол:	ГОСТ 20282-74	0,4-0,8	160-220 180-240	40-60	80-120
суспензионный				50-65	
блочный	ТУ 6-05-1871-79	0,4-1,2	190-230 180-230	40-70	100-
эмульсионный				120	
ударопрочный	ТУ 6-05-1728-75 ТУ 6-05-05-70-77	0,4-0,8	170-210 180-230	40-60	100-120
Полистирол и сополимеры стирола оптического назначения:				60	
ПСМ-О, ПСМ-С	ТУ 6-05-1580-80 ТУ 6-05-041-369-76	0,2-0,4	190-230 210-240	50-60	90-120
МС-О-1, МС-О-2, МС-О-3, МС-О-4				80-100	
Сополимеры стирола:	ГОСТ 12271-76	0,4-0,6	190-230 180-210	50-40	110-140
САН, САМ-Э, САН-С (стеклонаполненный)				50-85	
МС	ТУ 6-05-626-76	0,4-0,6	190-230 230-240	85-90	110-140
МСН				110-140	
МСН-Л					100-120
МСН-П					120-150
Поликарбонаты:	ТУ 6-05-1668-80	0,6-0,8	245-290	90-120 (до 130)	100-160
ПК-1		0,5-0,7			
ПК-2		0,4-0,6			
ПК-3		0,5-0,7			
ПК-5		0,5-0,7			
ПК-6					
АБС-пластики:	ТУ 6-05-1587-80	0,3-0,7	200-240	70-80	120-140
2020, 1308			210-240		
0809Т, 1002Т, 0603Т					120-160
Полиамиды:	ГОСТ 10589-80	1,0-2,0	240-260	80-90	100
6		0,8-2,0	220-260	60-80	100-120
610	ТУ 6-05-211-953-80	0,2-0,6	230-250	70-90	100-120
Полиамид					
стеклонаполненный:					
6-11-108.1					
Полиакрилаты:	ТУ 6-05-952-74 ТУ 6-05-707-72	-	190-235	-	100-120
полиметилметакрилат ЛПТ			210-220	40-70	80-120
дакрил 2М					

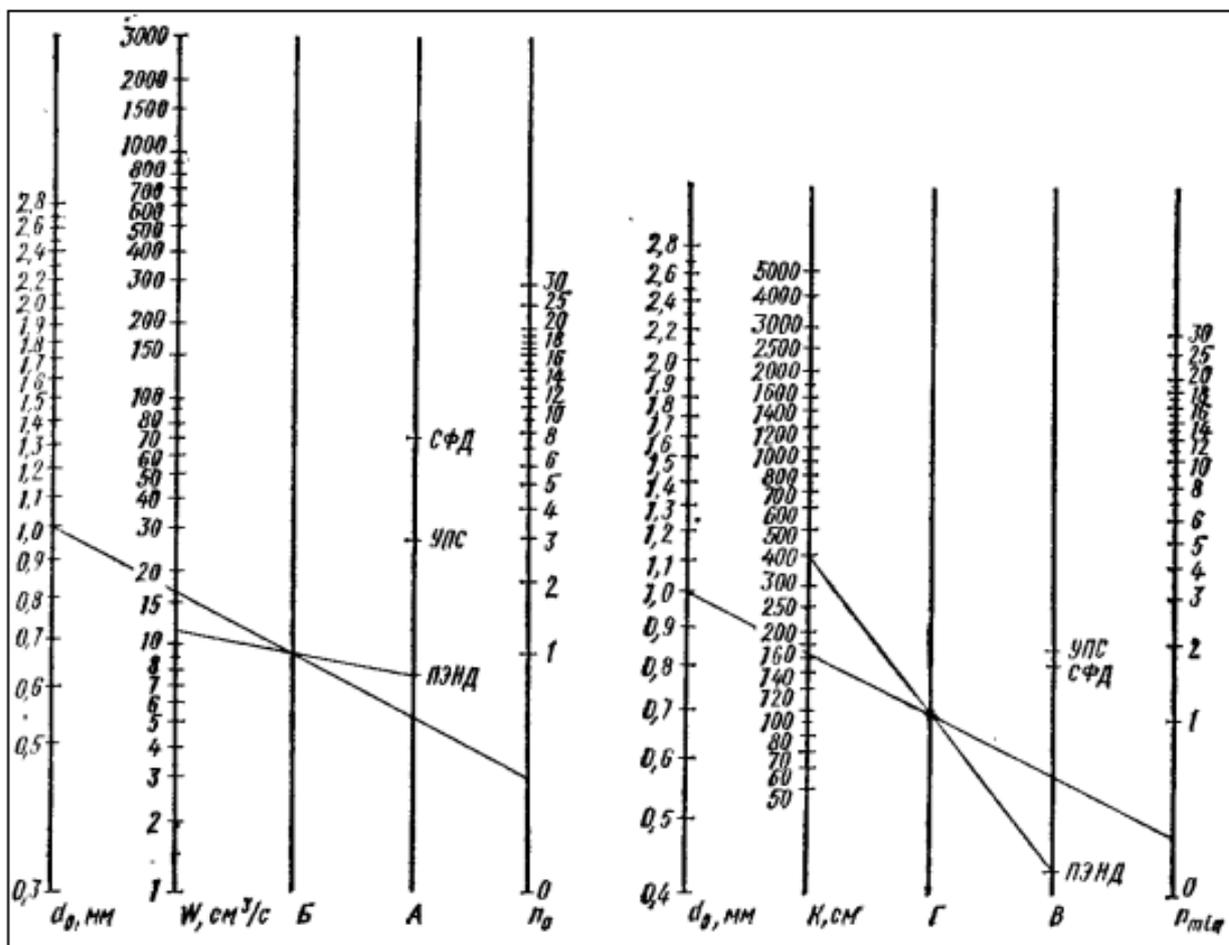
Характеристика оборудования и оснастки

Таблица Б.1 – Техническая характеристика термопластавтоматов

Параметр	Значения параметра для модели									
	ДБЗ121-16П	ДБЗ124-32П	ДБЗ127-63П	ДВЗ127-63П	ДЗ130-125П	ДАЗ130-125	ДВЗ130-125	ДБЗ132-250П	ДБЗ134-500П	ДЗ136-1000
Диаметр шнека, мм	22	26	36	36	40	40	40	50	60	80
Номинальный объем впрыска, см ³	16	32	63	63	125	125	125	250	500	1000
Номинальное давление литья (в материальном цилиндре), МПа	112	112	132	132	132	132	132	132	132	132
Номинальная объемная скорость впрыска, см ³ /с	30	47	60	–	78	104	–	150	192	400
Номинальное усилие смыкания формы, кН	125	250	500	500	1000	1000	1000	1600	2500	4000
Высота формы, мм: наибольшей	160	250	250	250	320	320	320	400	500	630
наименьшая	110	125	140	140	160	160	160	200	250	320
Наибольшее расстояние между плитами, мм	320	400	500	500	640	640	640	800	1000	1260
Ход подвижной плиты (при наибольшей высоте инструмента), мм	160	200	250	250	320	320	320	400	500	630
Наибольший ход выталкивателя, мм	92	146	–	– (60)	–	–	– (100)	130 (70)	150 (100)	250 (125)
Расстояние между колоннами в свету, мм: по горизонтали	200	250	200	320	400	400	400	500	500	630
по вертикали	200	200	250	250	320	320	320	400	500	630

Таблица Б.2 – Рекомендации по применению каналов с различной формой

Вариант	Эскиз	Форма сечения разводящего канала	Характеристика канала	Примечание
1		Плоская	Расположены в одной плите. Способствуют быстрому охлаждению расплава. На изделии возможны спай, утяжины, следы потока и т. д.	Не допускаются
2		Сегментная		
3		Прямоугольная	Прямоугольный канал выполнен в двух плитах, трапецидальный — в одной плите. Относительно развитая поверхность. Недостатки предыдущих сечений выражены в меньшей степени	Нежелательны
4		Трапецидальная		
5		Трапецидальная	Трапецидальный канал выполнен в двух плитах, сегментный — в одной плите.	Рекомендуются
6		Сегментная $b = 1,25h$; $d = S_{\text{н}} + 1,5 \text{ мм}$; $h_1 = (2/3) d$		
7		—	Форма оптимальная	Предпочтительны



а)

б)

Рисунок Б.3 – Номограммы для определения количества впускных каналов

а) номинальное; б) максимально допустимое

Таблица Б.4 – Физические и технологические свойства некоторых литевых термопластов

Материал	Теплопроводность λ , Вт/(м·°С)	Удельная теплоемкость, с 10^{-3} , Дж/(кг·°С)	Температуропроводность, $a \cdot 10^{-7}$, м ² /с	Температурный коэффициент линейного расширения, $\alpha \cdot 10^6$, 1/°С	Температура формы при литье, °С	Температура расплава в зоне сопла, °С
Полистирол (блочный, эмульсионный)	0,09–0,16	1,33	0,88	8	60–75	200–220
Полистирол (ударопрочный)	0,14	1,8	0,75	6–10	50–70	220–250
АВС-пластик	0,16–0,21	1,33	1,3	8	50–80	200–240
Полиэтилен низкого давления	0,25–0,31	2,9	1,22	20	30–70	240–270
Полиэтилен высокого давления	0,3	2,5	1,38	28	30–60	190–220
Полипропилен	0,14–0,175	1,92	0,86	16	30–90	260–280
Полиметилметакрилат	0,187–0,21	1,8–1,97	0,93	8	60–80	200–230
Полиамид 610	0,268	1,97–2,5	1,08	11–12	40–60	200–230
Поликарбонат	0,198	1,25	1,32	6,75	80–130	280–310
Поливинилхлорид	0,16	1,5	0,8	6–7	20–60	160–180

Таблица Б.5 – Рекомендуемые стали для изготовления ФОД

Характеристика ФОД	Перерабатываемый материал	Сталь	Термическая и химико-термическая обработка	Механические свойства		Покрытие ФОД
				σ_b , МПа	HRC (НВ или HV)	
1	2	3	4	5	6	7
Сечение до 60 мм простой конфигурации	Все термопласты, кроме ПВХ	У8А 20Х	3 + О Ц (0,8 - 1,2мм) + 3 + О	1200—1400 600—800	46,5—51,5 51,5— 56,0 (HV 770)	Оксидирование для переработки полиэтилена, хромирование для остальных пластмасс
Средняя сложность; работа при больших давлениях (более 20 МПа)		20Х, 10 18ХГТ, 12ХНЗА 40Х	Ц (0,8 – 1,2 мм) + 3 + О	600 – 800 1000 – 1200 1200 – 1400	46,5 – 53,0 51,5 – 56,0 46,5 – 51,5	
Сложная форма, глубокие пазы, узкие перемычки, значительная разнотолщинность, высокая точность		12ХНЗА, 18ХГТ 25Х2Н4МА 5ХГМ, 4ХМФС, 4Х5МФС	Ц (0,8 – 1,2 мм) + 3 + О У + А (0,15 – 0,2 мм)	1000 – 1200 900 – 1000	46,5 – 53,0 30 – 34 (в сердцевине) (HV900)	То же, и никелирование для деталей с узкими глубокими пазами
Средние и крупные размеры		12ХНЗА, 18ХГТ 5ХГМ, 4ХМФС, 4Х5МФС	Ц (0,8 – 1,2 мм) + 3 + О У + А (0,15 – 0,2 мм)	800 – 900 900 – 1000	46,5 – 53 30 – 34 (в сердцевине) (HV 900)	
Большие размеры, сложная форма, работа в условиях интенсивного изнашивания и повышенных напряжений	Термопласты со стекло-наполнителями, минеральными наполнителями	X12Ф1 X12М	3 + О 3 + О	2000 – 2600 2000 – 2600	61 – 62 61 – 62	Хромирование
Простая форма		45 40Х	У	–	(НВ 192–240)	
Работа в условиях воздействия коррозионной	Поливинил-хлорид	20Х13 40Х13 12Х13	3+О	1400 – 1500 1700 – 1800 1200 – 1300	41,5 – 43,5 51,5 – 55,0 36,5 – 39,5	Без покрытия
Детали с впускным литниковым каналом	Фенопласты	X12М	3+О	2200 – 2600	Более 61	Хромирование

Продолжение таблицы Б.5

1	2	3	4	5	6	7
Матрицы и пуансоны прессовых форм						
Работа при малых давлениях прессования (до 30 МПа)	Реактопласты	12ХНЗА, 18ХГТ	Ц (1,0 – 1,4 мм) + 3 + 0	800 – 1100	50 – 55	Хромирование
Работа при средних и высоких давлениях прессования		18ХГТ 5ХГМ	Ц (1,0 – 1,4 мм) + 3 + 0	1000 – 1200	51,5 – 56,0	
Большие размеры, сложная форма, работа в условиях интенсивного изнашивания и повышенных напряжений	Реактопласты со стекло-, асбонаполнителями, минеральными наполнителями	X12Ф1 X12М		1600 – 1800	51,5 – 56,0	
		Фенопласты	95Х18	2000 – 1600 2000 – 2600	61 – 62	Без покрытия
Простая форма	Фенопласты, аминопласты	45 40Х	У	– –	(НВ 192 – 240) (НВ 240 – 280)	Хромирование
Выталкиватели, знаки						
Размер до 3 мм	Все пластмассы	45, У8А, 65Г, 95Х18	З + О	43,5 – 49,5	Хромирование Без покрытия	–
Размер свыше 3 мм		У8А, 45 95Х18		49,5 – 53,0	Хромирование Без покрытия	–

З – закалка; О – отпуск; У – улучшение; А – азотирование; Ц – цементация.

Таблица Б.6 – Стали для изготовления деталей форм (кроме ФОД)

Деталь	Сталь рекомендуемая/допускаемая	Номер стандарта на сталь рекомендуемую/допускаемую	Твердость, HRC
1	2	3	4
Втулки: литниковые направляющие резьбовые (к универсальным блокам) штоков разъемные (к выталкивающей системе)	У8А/У8	ГОСТ 1435 – 74/ГОСТ 1435 – 74	51,5 – 56,0
	45/35	ГОСТ 1050 – 74/ГОСТ 1050 – 74	
	45	ГОСТ 1050 – 74	42 – 47
Выталкиватели	У8А/40Х	ГОСТ 1435 – 74 /ГОСТ 4543 – 71	49,5 – 53,0
Рассекатели	У8А/У8	ГОСТ 1435 –74 /ГОСТ 1435 – 74	49,5 – 53,0
Гайки (к выталкивающей системе)	Ст4/ –	ГОСТ 380 – 71/ –	–
Заглушки (к системе охлаждения)	Ст3/ –	ГОСТ 380 – 71/ –	–
Знакодержатели цанговые	У8А/У8 65Г/ –	ГОСТ 1435 – 74 /ГОСТ 1435 – 74 ГОСТ 1050 – 74/ –	51,5 – 56,0 43,5 – 49,5
Камеры загрузочные: открытые заключенные в обойму	У8А/У8 12ХНЗА/20Х	ГОСТ 1435 – 74 /ГОСТ 1435 – 74 ГОСТ 4543 – 71/ГОСТ 4543 – 71	51,5 – 57,0 Цементировать, h 0,8 – 1,2 мм; HRC 51,5 – 56,0
Клинья, пальцы разъемных приспособлений	45/ –	ГОСТ 1050 – 74/ –	34 – 38
Плиты, скобы для разъема съемных форм	Ст3/ –	ГОСТ 380 – 71/ –	–
Колонки направляющие	У8А/У8	ГОСТ 1435—74 /ГОСТ 1435—74	49,5 – 53,0
Тяги, захваты, копиры, колонки лекальные	20Х/20	ГОСТ 4543 – 71/ГОСТ 1050 – 74	51,5 – 56,0
Рычаги	45/ –	ГОСТ 1050 – 74/ –	–
Ползуны, направляющие ползунов Ниппели, трубки для каналов охлаждения (к системе охлаждения)	45/ –	ГОСТ 1050 – 74/ –	–
	35/ –		

Продолжение таблицы Б.6

1	2	3	4
Обоймы: клиновых матриц	У8А/У8 20Х/20	ГОСТ 1435 – 74 ГОСТ 4543 – 71/ГОСТ 1050 – 74	49,5 – 53,0 Цементировать, h 0,8 – 1,2 мм; HRC 51,5 – 56,0
матриц и пуансонов универсальных блоков	Ст3/ – 45/ –	ГОСТ 380 – 71/ – ГОСТ 1050 – 74/ –	
Оси	20/35	ГОСТ 1050 – 74/ГОСТ 1050 – 74	–
Опоры	45/ –	ГОСТ 1050 – 74/ –	–
Плиты: верхние, нижние обогрева	Ст3/Ст4	ГОСТ 380 – 71	–
толкателей, опорные	Ст3/Ст4	ГОСТ 380 – 71	–
литниковые при отсутствии формующей полости съема изделий	45/35	ГОСТ 1050 – 71	–
	У8А/У8	ГОСТ 1435 – 74	45,5 – 49,5
Планки опорные для прессовых форм	45/ –	ГОСТ 1050 – 74/ –	–
Прихваты	45/35	ГОСТ 1050 – 74	34 – 38
Пробки под штифты и к системе охлаждения	Ст3/ –	ГОСТ 380 – 71/ –	–
Пружины	65Г/ –	ГОСТ 1050 – 74/ –	–
Ручки	Ст3/ –	ГОСТ 380 – 71/ –	–

Пример титульного листа и реферата

Министерство образования Республики Беларусь

Белорусский национальный технический университет

Кафедра «Материаловедение
в машиностроении»

КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

по дисциплине «Конструирование оснастки и изделий из неметаллических материалов» на тему «Спроектировать форму для литья под давлением пластмассового изделия»

Выполнил

Иванов В.В.
ст. гр.

Проверил:

В.Г. Дашкевич

Минск 2019

РЕФЕРАТ

Данный курсовой проект по дисциплине «Конструирование оснастки и изделий из неметаллических материалов» содержит:

34 стр., 4 рисунка, 1 рабочий чертеж, 1 схему (эскиз), 1 спецификацию.

ОСНАСТКА, ГНЕЗДНОСТЬ, ТЕПЛОВОЙ РАСЧЕТ ОСНАСТКИ, ПУАНСОН, МАТРИЦА.

Основными задачами данного курсового проекта является конструктивная проработка изделия для литья под давлением, выбор наиболее подходящего термопласта и расчет проектируемой оснастки. Определение ее основных характеристик: гнездности, формы и размеров литниковой системы. Особое внимание в курсовом проекте уделено материальному исполнению деталей оснастки, вариантам их обработки, характеристике их механических свойств, особенностям поверхностного упрочнения, вариантам нанесения покрытий. В технологической части работы приводятся свойства материала, из которого предполагается проводить изготовление детали, выбор и расчет основных технологических параметров процесса литья под давлением: давление литья, температура, время впрыска, время выдержки под давлением и охлаждения материала.

					<i>БНТУ ХХХХХХХХ – ХХ ПЗ</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>	<i>Спроектировать форму для литья под давлением пластмассового изделия. Пояснительная записка</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Разраб.</i>	<i>Иванов</i>					<i>У</i>	<i>3</i>	<i>28</i>
<i>Проб.</i>	<i>Дашкевич</i>					<i>БНТУ, гр. 104.....</i>		
<i>Т. контр.</i>								
<i>Н. контр.</i>								
<i>Утв.</i>								

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<u>Документация</u>						
А3			БНТУ ХХХХХХХХ-ХХ.01Д1	Форма для литья под давлением в сборе	1	
<u>Сборочные единицы</u>						
Б4	1			Пуансон	1	
	2		БНТУ ХХХХХХХХ-ХХ.02	Матрица	1	
<u>Детали</u>						
Б4	3			Изделие	3	
Б4	4			Литниковая втулка	1	
Б4	5			Плита крепления	1	
Б4	6			Плита опорная	1	
Б4	7			Плита толкателей	1	
Б4	8			Направляющая	4	
Б4	9			Система охлаждения	1	
Б4	10			Хвостовик толкателей	1	
Б4	11			Направляющая толкателей	2	
Б4	12			Втулка толкателей	2	
Б4	13			Втулка плиты	4	
Б4	14			Брус опорный	2	
Б4	15			Втулка хвостовика	1	
Б4	16			Толкатель	6	
БНТУ ХХХХХХХХ-ХХ.01						
Изм. / лист		№ докум.		Подп.		Дата
Разраб. Иванов						
Пров. Дашкевич						
Н.контр.						
Утв.						
				Форма для литья под давлением в сборе (схема)		Лит. 4
						Лист
				БНТУ, гр.		

Копировал

Формат А4

