

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЛЕСОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Кафедра технологии переработки пластмасс

В.Г. Дедюхин
Н.М. Мухин

КОНСТРУИРОВАНИЕ ОСНАСТКИ И ИЗДЕЛИЙ ИЗ ПЛАСТМАСС И КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Методические указания
к выполнению контрольных и курсовых работ
в курсовом и дипломном проектировании
для студентов очной и заочной форм обучения
специальности 240502

Екатеринбург
2008

Рекомендовано к изданию методической комиссией инженерно-экологического факультета Уральского государственного лесотехнического университета. Протокол № 2 от 23. 10. 2006 г.

Рецензент – главный инженер ЗАО «Пласт-полимер» В.М. Попов.

Редактор Н.А. Майер
Оператор А.А. Сидорова

Подписано в печать 20.02.08	Поз. 93
Плоская печать	Формат 60x84 1/16
Заказ №	Печ. л. 2,32
	Тираж 100 экз.
	Цена 8 р. 00 к.

Редакционно-издательский отдел УГЛТУ
Отдел оперативной полиграфии УГЛТУ

ВВЕДЕНИЕ

Изучение дисциплины “Конструирование оснастки и изделий из пластмасс и композиционных материалов” занимает важное место в подготовке специалистов по специальности 240502 “Технология переработки пластических масс и эластомеров”. В основе профессионализма инженера-специалиста по технологии изделий из полимерных материалов наряду со знанием полимерного материаловедения, технологии формования изделия (включая оборудование и технологическую оснастку) лежит умение конструирования и расчета изделий и оснастки. Это обусловлено все более расширяющимся использованием пластмасс и полимерных композиционных материалов как конструкционных материалов для изготовления изделий для различных отраслей техники (авиационно-космической, автомобильной, энергетики, радиоэлектроники, машиностроения и т.д.) и народного хозяйства.

Цель курсовой работы и контрольных работ для студентов заочной формы обучения является закрепление и углубление знаний по конструированию и расчету деталей из пластмасс и оснастки для изготовления. Перед студентами ставится задача по конструированию изделия, выбору материала для его изготовления и расчету на прочность (долговечность, точность) при эксплуатации в определенных условиях. А также по конструированию и расчету оснастки на прочность, жесткость, тепловые затраты и т.п. Работа выполняется самостоятельно каждым студентом.

Тематика контрольных работ для студентов заочной формы обучения приведена в приложении А настоящих методических указаний. Студент должен дать письменные ответы на два вопроса, из приведенных в перечне, для выполнения контрольной работы:

- первый вопрос из раздела “Расчет и конструирование деталей из пластмасс”;
- второй вопрос из раздела “Расчет и конструирование оснастки для изготовления деталей из пластмасс”.

Ответы иллюстрировать рисунками графиками, таблицами и т.п.

Тематика курсовых работ связана с конструированием изделий из различных полимерных материалов (термопластов, реактопластов, композитов), а также оснастки, используемой при изготовлении изделий различными способами. Задания и чертежи приведены в приложении Б.

В настоящих указаниях излагаются требования к курсовой работе, ее содержанию и оформлению, а также приводится список литературы, необходимой для выполнения работы. Приводится обширный перечень литературы по разделам (приложение В):

1. Конструирование и расчет деталей из пластмасс и композиционных материалов.

2. Конструирование и расчет оснастки.

Для облегчения поиска ответов на конкретные вопросы приводится указатель литературы, в котором освещаются ответы на отдельные вопросы по указанным разделам (приложение Г).

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОФОРМЛЕНИЕ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Курсовая работа выполняется в виде пояснительной записки объемом 20-30 страниц компьютерного набора в “Microsoft Word, Times New Roman – 14” на листах формата А4 в соответствии с требованиями СТП 3-2001 [1] и методическими указаниями [2, 3]. К пояснительной записке должны быть приведены на отдельных листах формата А4 или А3 необходимые чертежи, рисунки, схемы, графики, выполненные с требованиями [3, 4].

Курсовая работа должна включать следующие разделы:

1. Введение.
2. Аналитический обзор по теме.
3. Выбор конструкции (пластмассового изделия или оснастки).
4. Выбор материала (пластмассового изделия или оснастки).
5. Расчет на прочность (жесткость, долговечность и т.п.) пластмассового изделия или оснастки.
6. Тепловой расчет пресс-формы.
7. Расчет на точность оснастки.
8. Заключение.
9. Литература.

2. КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЗДЕЛОВ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Введение. Во введении необходимо осветить состояние данного вопроса на современном этапе, его место в технологии получения качественных изделий из полимерных материалов. Место изделия (оснастки) и масштабы применения в народном хозяйстве. Цели и задачи работы.

Аналитический обзор. Тема аналитического обзора вытекает из названия работы и может быть указана в задании. Тема обзора раскрывается при использовании монографий, учебников и периодической литературы. В обзоре приводятся сведения о существовании технологии, материала, оборудования и о последних достижениях науки и техники в этой области.

Выбор конструкции. В этом разделе обосновывается выбор материала из возможных с учетом условий эксплуатации изделия. Приводятся его характеристики согласно ГОСТ или ТУ и методы их определения. При конструировании оснастки обосновывается:

- положение детали в пресс-форме, какие ее поверхности оформляются пуансоном, какие – матрицей;
- положения разъема пресс-формы: вертикальные, горизонтальные;
- гнездность пресс-формы, и рассчитывается усилие прессования;
- выбор гидравлического пресса по усилию прессования и размерам формы;
- способ прессования: компрессионное (прямое) или литьевое;
- способ установки пресс-формы на прессе: стационарный или съемный;
- расчет объема (размеры) загрузочной камеры;
- выбор материала для изготовления оснастки, исходя из условий ее эксплуатации и долговечности.

Расчет на прочность (жесткость, точность, долговечность). В зависимости от требований к полимерному изделию и условий его эксплуатации приводятся необходимые расчеты. Приводится методика расчета с указанием литературного источника. При расчете оснастки определяется (обосновывается) прочность, жесткость конструкции, а также точность изготовления оформляющих деталей оснастки. В приложении Д приведена методика расчета точности изготовления оформляющих элементов оснастки. В приложении Е дана таблица допусков и посадок.

Тепловой расчет пресс-формы. Определяется:

- * температурно-временной режим работы пресс-формы;
- * вид обогрева: омический или индукционный;
- * количество тепла, затрачиваемое на ее обогрев в стационарном режиме работы и в период разогрева до температуры прессования;
- * время разогрева до рабочей температуры;
- * мощность нагревателей.

В приложении Ж приведен пример теплового расчета пресс-формы.

В приложении З приведен пример теплового расчета пресс-формы с применением ППП “Microsoft Excel” на ПЭВМ.

Заключение. В заключение коротко приводится: какая цель была поставлена и как она решена, а также итоговые результаты выполненной работы.

Литература

1. СТП 3 – 2001. Учебный процесс. Курсовое и дипломное проектирование. Общие требования к оформлению текстовых конструктивных документов на изделия машиностроения, приборостроения и строительства в курсовых и дипломных проектах и работах. Введ. 16.04.2001. Екатеринбург: УГЛТА, 2001. 61 с.

2. Ведерникова, М.И. Общие требования к выполнению курсовых и дипломных проектов (работ) [Текст] / М.И. Ведерников, В.С. Таланкин, Т.М. Панова. Екатеринбург: УГЛТУ, 2002. Ч.1: Требования к текстовой части. 56 с.

3. Ведерникова, М.И. Нормоконтроль курсовых и дипломных проектов (работ) [Текст]: метод. указания для курсового и дипломного проектирования / М.И. Ведерникова, В.С. Таланкин, Т.М. Панова. Екатеринбург: УГЛТУ, 2004. 35 с.

4. Ведерникова, М.И. Общие требования к выполнению курсовых и дипломных проектов (работ) [Текст] / М.И. Ведерникова, В.С. Таланкин, Т.М. Панова. Екатеринбург: УГЛТУ, 2002. Ч.1: Требования к графической части. 50 с.

5. Литвинец, Ю.И. Основы материальных расчетов и выбора оборудования для переработки пластических масс прессованием [Текст]: метод. указания к практическим занятиям, курсовому и дипломному проектированию по дисциплине «Основы проектирования и оборудование предприятий по переработке полимеров» для студентов спец. 2506 / Ю.И. Литвинец, Н.М. Мухин. Екатеринбург: УГЛТУ, 2002. 49 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Перечень вопросов по контрольной работе

№	Вопрос	Лите- ратура в П.Г
	<u>Раздел “Расчет и конструирование деталей из пластмасс”</u>	
1	Допускаемые напряжения деталей из пластмасс	1.2.7
2	Теплофизические свойства пластмасс	1.3
3	Теплофизические свойства стеклопластиков	1.3.1
4	Усадка пластмасс	1.4.1
5	Прочность неразъемных соединений деталей из пластмасс	3.1
6	Прочность резьбовых соединений деталей из пластмасс	3.1.3
7	Расчет подшипников скольжения из термопластов	3.2.1
8	Расчет подшипников скольжения из реактопластов	3.2.2
9	Расчет подшипников скольжения из древесных пластиков	3.2.3
10	Особенности расчета зубчатых передач из термопластов	3.3.1
11	Особенности расчета зубчатых передач из реактопластов	3.3.2
12	Зубчатые передачи из древесных пластиков	3.3.3
13	Точность изготовления деталей из пластмасс	4.0
	<u>Раздел “Расчет и конструирование оснастки”</u>	
1	Точность изготовления оформляющих деталей форм	5.2
2	Износ и стойкость форм	5.2.1-2
3	Тепловой расчет пресс-форм	5.1.1
4	Обогрев пресс-форм жидкими и газообразными теплоносителями	5.1.1.1
5	Электрический обогрев пресс-форм	5.1.1.2
6	Индукционный обогрев пресс-форм	5.1.1.3
7	Выносные пресс-формы	5.5
8	Многоэтажные пресс-формы	5.4
9	Способы изготовления форм и оснастки	10
10	Материалы для изготовления форм и другой оснастки	11
11	Пластмассы, применяемые для изготовления оснастки	11.3

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Задание. Спроектировать и рассчитать пресс-форму
для указанной детали, выбрать пресс

№ Зада- ния	Наименование детали	Материал		Приме- чание
		детали	арматуры	
1	Крышка	ОЗ-010-02	Ст45Х	Рис. 1
2	Маховичок	АГ-4В		Рис. 2
3	Стаканчик	СпЗ-342-02		Рис. 3
4	Конус	П-3-1	Ст40	Рис. 4
5	Шкив ручьевой	МДПК-В		Рис. 5
6	Разъем	СНК-2-27	Латунь	Рис. 6
7	Втулка	ДСВ-2Р-2М	Ст40	Рис. 7
8	Катушка	СНК-2-27		Рис. 8
9	Штурвал	Э2-330-02	Ст40	Рис. 9
10	Стакан	АГ-4В	Ст40	Рис. 10
11	Заглушка	ОЗ-010-02		Рис. 11
12	Крышка	ОЗ-010-02	Ст40	Рис. 12
13	Шкив плоский	У1-301-07		Рис. 13
14	Вкладыш подшипника	У1-301-07	Ст40	Рис. 14
15	Муфта	МДПК-Б		Рис. 15

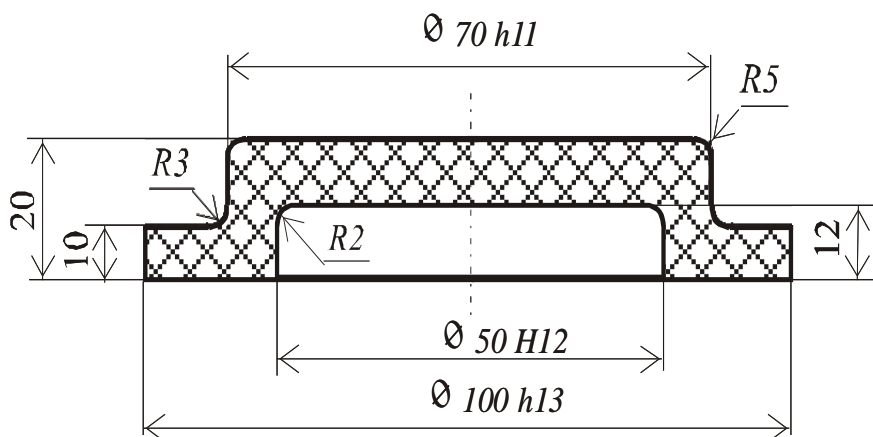


Рис. 1. Крышка

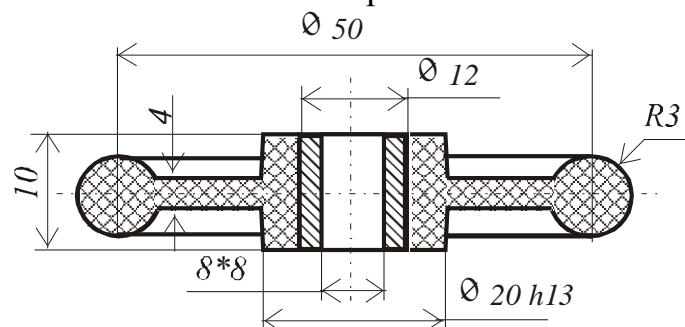


Рис. 2. Маховичок

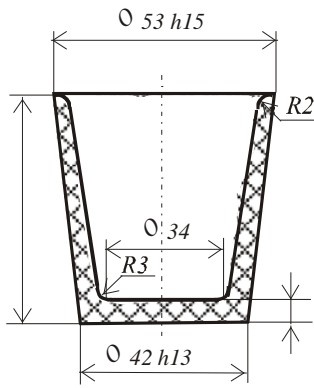


Рис. 3. Стаканчик

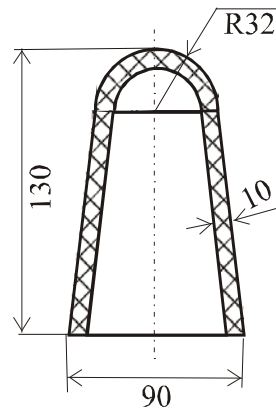


Рис. 4. Конус

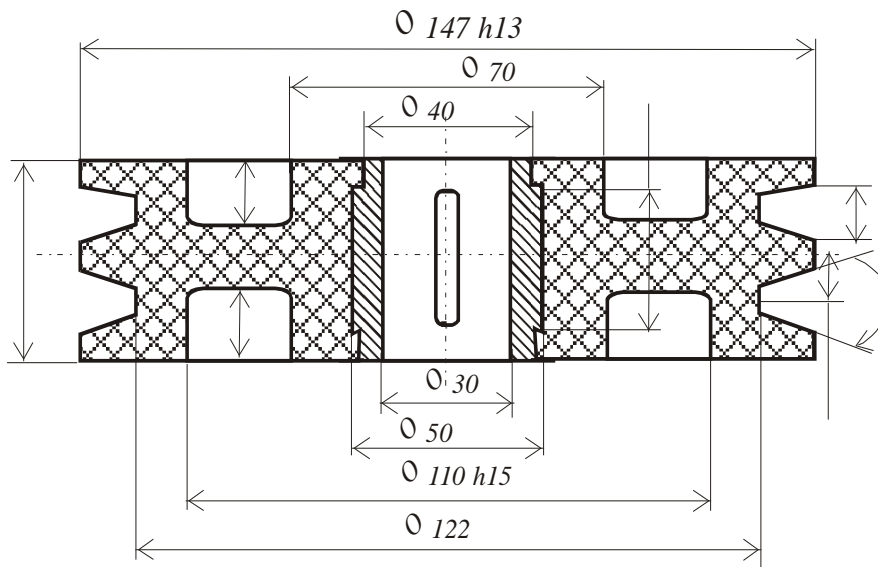


Рис. 5. Шкив ручьевой

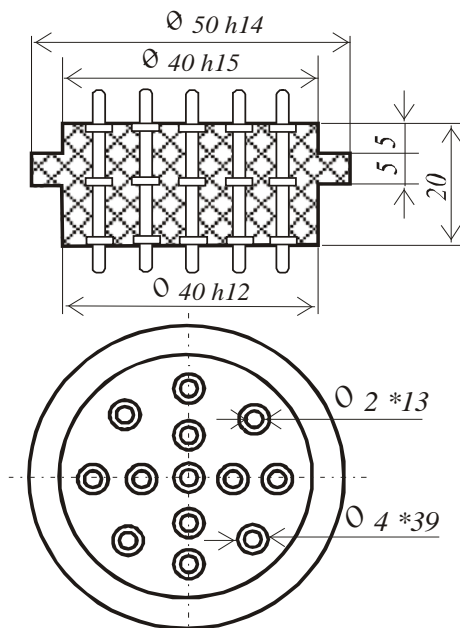


Рис. 6. Разъем

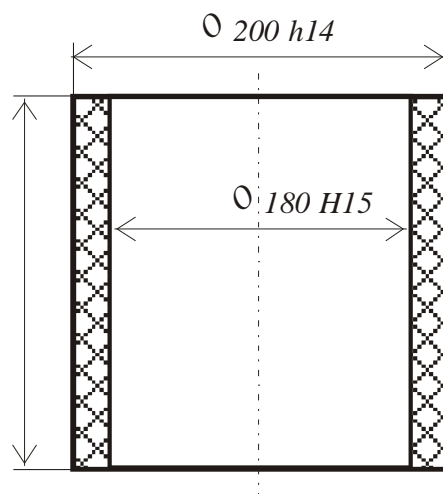


Рис. 7. Втулка

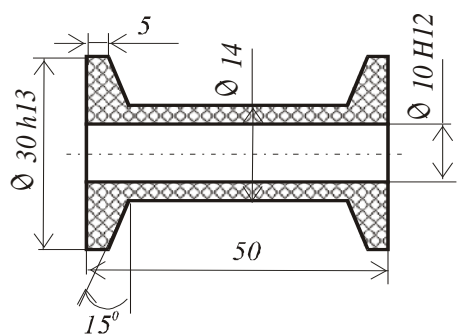


Рис. 8. Катушка

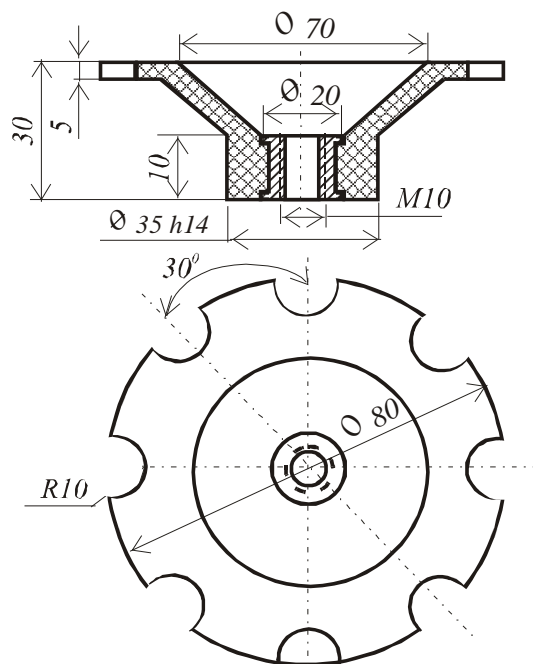


Рис. 9. Штурвал

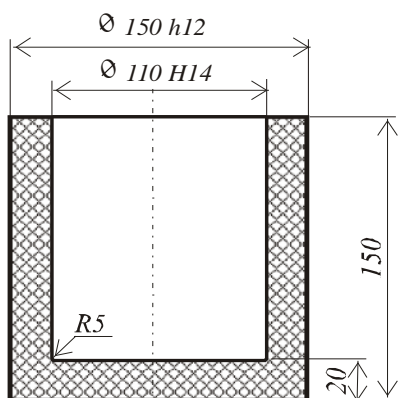


Рис. 10. Стакан

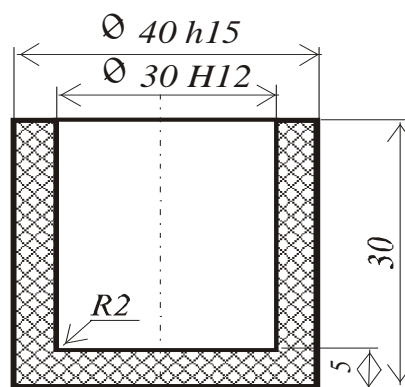


Рис. 11. Заглушка

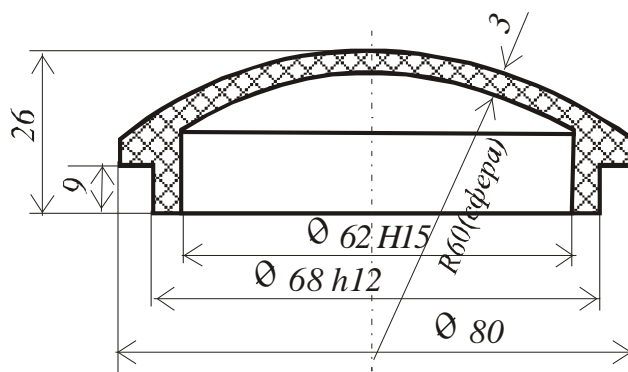


Рис. 12. Крышка

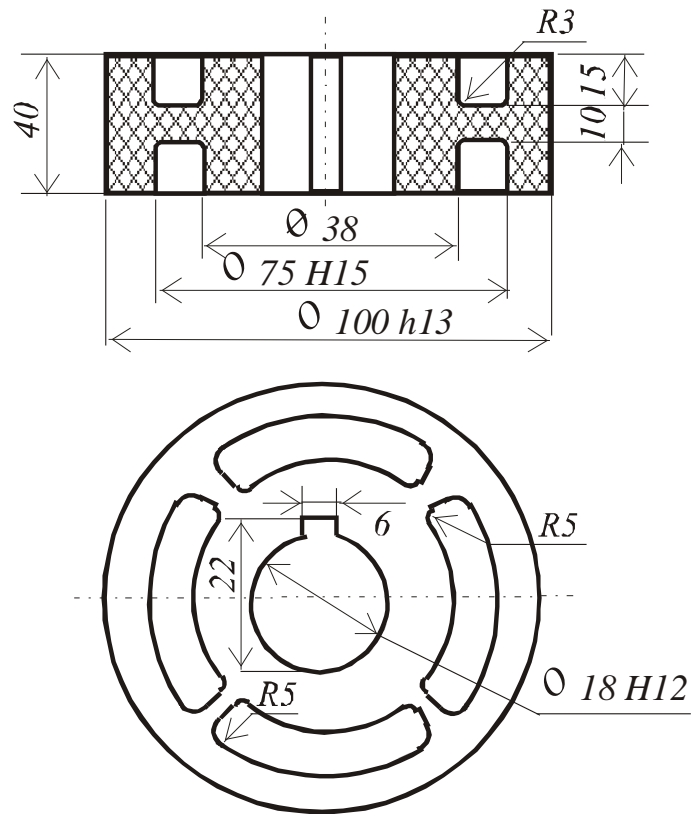


Рис. 13. Шкив плоский

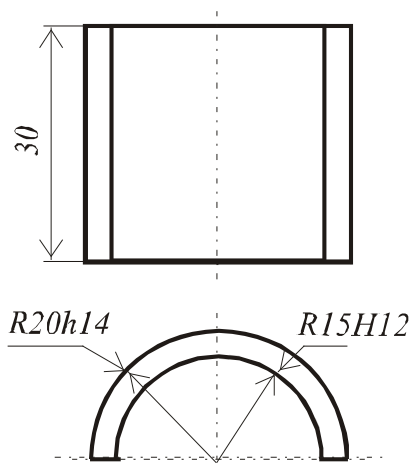


Рис. 14. Вкладыш подшипника

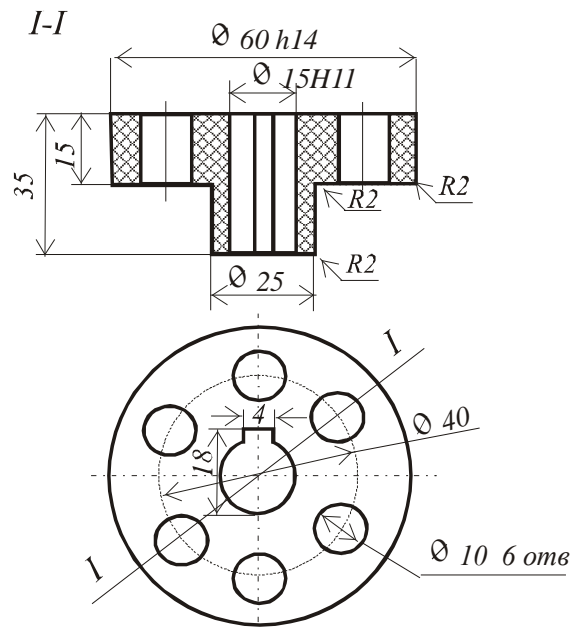


Рис. 15. Муфта

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Перечень литературы по расчету и конструированию деталей из пластмасс и оснастки для их изготовления

Приведенный перечень литературы и указатель к ней (приложение Г) может быть полезен как студентам специальности 2506 – Технология переработки пластмасс и эластомеров – при изучении дисциплины “Конструирование оснастки и изделий из пластмасс и композиционных материалов”, так и инженерно-техническим работникам, работающим в области производства и применения пластмасс и оснастки для их изготовления.

Раздел 1. “Расчет и конструирование деталей из пластмасс и композиционных материалов”

- 1.1. Энциклопедия полимеров. Т.1. М.: Сов. энцикл., 1972. 1224 с.
- 1.2. Энциклопедия полимеров. Т.2. М.: Сов. энцикл., 1974. 1032 с.
- 1.3. Энциклопедия полимеров. Т.3. М.: Сов. энцикл., 1977. 1151 с.
- 1.4. Справочник по пластическим массам [Текст] / под ред. М.И. Гарбара, В.М. Катаева, М.С. Акутина. М.: Химия, 1967. Т.1.
- 1.5. Справочник по пластическим массам [Текст] / под ред. М.И. Гарбара, В.М. Катаева, М.С. Акутина. М.: Химия, 1969. Т.1.
- 1.6. Бортников, В.Г. Производство изделий из пластических масс [Текст]: учеб. пособие для вузов: в 3 т. / В.Г. Бортников. Казань: Дом Печати. 2001. Т.1: Теоретические основы проектирования изделий, дизайн и расчет на прочность. 246 с.
- 1.7. Справочник по технологии изделий из пластмасс [Текст] / Г.В. Сагаляев, В.В. Абрамов, В.Н. Кулезнев, С.В. Власов [и др.]. М.: Химия, 2000. 424 с.
- 1.8. Калинин, Э.Л. Выбор пластмасс для изготовления и эксплуатации изделий [Текст]: справ. пособие / Э.Л. Калинин, М.Б. Саковцева. Л.: Химия, 1987. 416 с.
- 1.9. Каменев, Е.И. Применение пластических масс [Текст]: справочник / Е.И. Каменев, Г.Д. Мясников, М.П. Платонов. Л.: Химия, 1985. 448 с.
- 1.10. Технические свойства полимерных материалов [Текст]: учеб.-справ. пособие / В.К. Крыжановский, В.В. Бурлов, А.Д. Паниматченко, Ю.В. Крыжановская. – СПб.: Профессия, 2003. - 240 с.
- 1.11. Макаров, В.Г. Промышленные термопласты [Текст]: справочник / В.Г. Макаров, В.Б. Коптенармусов. М.: АНО Химия; КолосС, 2003. 208 с.
- 1.12. Кацнельсон, М.Ю. Полимерные материалы [Текст]: справочник / М.Ю. Кацнельсон, Г.А. Балаев. Л.: Химия. 317 с.

- 1.13. Негодяев, Н.Д. Полимеры – химия и жизнь [Текст] / Н.Д. Негодяев, В.В. Глухих, А.И. Матерн. Екатеринбург: УГТУ, 1996. 162 с.
- 1.14. Сыркин, В.Г. Материалы будущего: о нитевидных кристаллах металлов [Текст] / В.Г. Сыркин. М.: Наука, 1990. 192 с.
- 1.15. Современные материалы [Текст] / пер. с англ. В.М. Карданского; под ред. В.И. Саррака. М.: Мир, 1970. 223 с.
- 1.16. Волокнистые композиционные материалы [Текст]. М.: Мир, 1967. 284 с.
- 1.17. Классификатор свойств полимерных материалов [Текст]. М.: Госкомстандарт, 1974. 43 с.
- 1.18. Хуго, И.И. Конструкционные пластмассы (свойства и применение) [Текст] / И.И. Хуго [и др.]; пер. с чешского. М.: Машиностроение, 1969. 339 с.
- 1.19. Конструкционные свойства пластмасс (физико-химические основы применения) [Текст] / под ред. Э. Бэра; пер. с англ. М.: Химия, 1967. 463 с.
- 1.20. Козлов, П.М. Применение полимерных материалов в конструкциях, работающих под нагрузкой [Текст] / П.М. Козлов. М.: Химия, 1966. 361 с.
- 1.21. Пластики конструкционного назначения (реактопласты) [Текст] / под ред. Е.Б. Тростянской. М.: Химия, 1974. 304 с.
- 1.22. Гуль, В.Е. Прочность полимеров [Текст] / В.Е. Гуль. М.-Л.: Химия, 1964. 228 с.
- 1.23. Гуль, В.Е. Структура и механические свойства полимеров [Текст] / В.Е. Гуль, В.Н. Кулезнев. М.: Лабиринт, 1994. 367 с.
- 1.24. Немец, Я. Прочность пластмасс [Текст] / Я. Немец, С.В. Серепен, В.С. Стреляев. М.: Машиностроение, 1970. 335 с.
- 1.25. Конструкционные свойства пластмасс [Текст] / под ред. Р.М. Шнейдеровича, И.В. Кагальского. М.: Машиностроение, 1968. 212 с.
- 1.26. Суровняк, В. Применение пластмасс в машиностроении [Текст] / В. Суровняк, С. Худзиньский; пер. с польского. М.: Машиностроение, 1965. 427 с.
- 1.27. Шембель, А.С. Сборник задач и проблемных ситуаций по технологии переработки пластмасс [Текст]: учеб. пособие / А.С. Шембель, О.М. Антипина. Л.: Химия, 1990. 272 с.
- 1.28. Конструкционные стеклопластики [Текст] / В.И. Альперин, Н.В. Корольков, А.В. Мотавкин, С.Л. Рогинский, В.А. Телешов. М.: Химия, 1979. 360 с.
- 1.29. Дедюхин, В.Г. Технология прессования и прочность изделий из стеклопластиков [Текст] / В.Г. Дедюхин, В.П. Ставров. М.: Химия, 1968. 135 с.

- 1.30. Дедюхин, В.Г. Прессованные стеклопластики [Текст] / В.Г. Дедюхин, В.П. Ставров. М.: Химия, 1976. 272 с.
- 1.31. Ставров, В.П. Технологические испытания реактопластов [Текст] / В.П. Ставров, В.Г. Дедюхин, А.Д. Соколов. М.: Химия, 1981. 246 с.
- 1.32. Назаров, Г.И. Конструкционные пластмассы [Текст]: справочник / Г.И. Назаров, В.В. Сушкин, Л.В. Дмитриевская. М.: Машиностроение, 1973. 191 с.
- 1.33. Назаров, Г.И. Теплостойкие пластмассы [Текст]: справочник / Г.И. Назаров, В.В. Сушкин. М.: Машиностроение, 1980. 208 с.
- 1.34. Тарнопольский, Ю.М. Особенности расчета деталей из армированных пластиков [Текст] / Ю.М. Тарнопольский, А.В. Розе. Рига: Зинатне, 1969. 274 с.
- 1.35. Ван Фо Фы, Г.А. Конструкции из армированных пластмасс [Текст] / Г.А. Ван Фо Фы. Киев: Техника, 1971. 220 с.
- 1.36. Ершов, Е.М. Изготовление резьб на деталях из стеклопластика [Текст] / Е.М. Ершов, А.П. Мордвин. Л.: Машиностроение, 1969. 128 с.
- 1.37. Экономика производства и применения стеклопластиков [Текст] / под ред. И.В. Рахлина. М.: Химия, 1990. 240 с.
- 1.38. Брагинский, В.А. Технология прессования точных деталей из терморезистивных пластмасс (основы расчета, оценки и регулирования точности) [Текст] / В.А. Брагинский. М.: Химия, 1971. 256 с.
- 1.39. Мирзоев, Р.Г. Пластмассовые детали машин и приборов (расчет, конструирование и изготовление) [Текст] / Р.Г. Мирзоев. М.-Л.: Машиностроение, 1971. 363 с.
- 1.40. Основы конструирования и расчета деталей из пластмасс и технологической оснастки для их изготовления [Текст] / под ред. Р.Г. Мирзоева [и др.]. Л.: Машиностроение, 1972. 415 с.
- 1.41. Кестельман, Н.Я. Номограммы по расчету и конструированию пластмассовых деталей машин [Текст] / Н.Я. Кестельман, В.Н. Кестельман. М.: Машиностроение, 1970. 231 с.
- 1.42. Альшиц, И.Я. Проектирование деталей из пластмасс [Текст]: справочник / И.Я. Альшиц, Н.Ф. Анисимов, Б.Н. Благов. М.: Машиностроение, 1969. 248 с.
- 1.43. Бокин, М.Н. Расчет и конструирование деталей из пластмасс [Текст] / М.Н. Бокин, О.Р. Циплаков. М.: Машиностроение, 1966. 175 с.
- 1.44. Миненков, В.В. Прочность деталей из пластмасс [Текст] / В.В. Миненков, И.В. Стасенко. М.: Машиностроение, 1977. 264 с.
- 1.45. Земляков, И.П. Прочность деталей из пластмасс [Текст] / И.П. Земляков. М.: Машиностроение, 1972. 158 с.
- 1.46. Яценко, В.Ф. Прочность и ползучесть слоистых пластиков [Текст] / В.Ф. Яценко. Киев: Наукова думка, 1966. 204 с.

- 1.47. Исханов, Р.В. Прочность неметаллических материалов при неравномерном нагреве [Текст] / Р.В. Исханов. Киев: Наукова думка, 1971. 178 с.
- 1.48. Лейкин, Н.Н. Конструирование пластмассовых прессованных изделий [Текст] / Н.Н. Лейкин. М.-Л.: Машиностроение, 1964. 216 с.
- 1.49. Основы конструирования изделий из пластмасс [Текст] / под ред. Э. Бэра; пер. с англ. М.: Машиностроение, 1970.
- 1.50. Обухов, А.С. Проектирование химического оборудования из стеклопластиков и пластмасс [Текст] / А.С. Обухов. М.: Машиностроение, 1995. 240 с.
- 1.51. Глухов, Е.Е. Основные понятия о конструкционных и технологических свойствах пластмасс [Текст] / Е.Е. Глухов. М.: Химия, 1970. 123 с.
- 1.52. Лепетов, В.А. Расчет и конструирование резьбовых изделий [Текст] / В.А. Лепетов, Л.Н. Юрцев. Л.: Химия, 1972. 158 с.
- 1.53. Козарик, В.В. Исследование влияния коэффициента опрессовки арматуры на прочность и остаточные напряжения в изделиях из термопластов [Текст] / В.В.Козарик, Э.А. Спорягин, А.И. Сошко. Пластмассы, 1975. №12. С. 23-25.
- 1.54. Воробьев, Ю.А. Допуски и посадки деталей из пластмасс [Текст] / Ю.А. Воробьева, Е.Ф. Бележукова. М.: Машиностроение, 1964. 199 с.
- 1.55. Годовский, Ю.К. Теплофизические методы исследования полимеров [Текст] / Ю.К. Годовский. М.: Химия, 1976. 216 с.
- 1.56. Пивень, А.Н. Теплофизические свойства полимерных материалов [Текст] / А.Н. Пивень, Н.Г. Гречаная, И.И. Чернобыльский. Киев: Вища школа, 1976. 180 с.
- 1.57. Методы испытания, контроля и исследования машиностроительных материалов [Текст]: справ. пособие. М.: Машиностроение, 1973. Т.3. Методы исследования неметаллических материалов. 284 с.
- 1.58. Бартнев, Г.М. Трение и износ полимеров [Текст] / Г.М. Бартнев, В.В. Лаврентьев. М.: Химия, 1972. 240 с.
- 1.59. Пластмассы в подшипниках скольжения [Текст] / под ред. М.М Хрущева. М.: Наука, 1965. 184 с.
- 1.60. Платонов, В.Ф. Подшипники из полиамидов [Текст] / В.Ф. Платонов. М.: Машгиз, 1961. 112с.
- 1.61. Архангельский, Б.А. Судовые подшипники из неметаллических материалов [Текст] / Б.А. Архангельский, А.В. Кулагин. Л.: Судостроение, 1969. 264 с.
- 1.62. Белый, В. Зубчатые передачи из пластмасс [Текст] / В. Белый, А. Свириденок, С. Шераков. Минск: Наука и техника, 1965. 248 с.

- 1.63. Вигдорович, А.И. Древесные композиционные материалы в машиностроении [Текст]: справочник / А.И. Вигдорович, Г.В. Сагалаев, А.А. Поздняков. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1991. 240 с.
- 1.64. Доронин, Ю.Г. Древесные пресс-массы (технология и применение) [Текст] / Ю.Г. Доронин, С.Н. Мирошниченко, И.Я. Шулепов. М.: Лесн. пром-сть, 1980. 112 с.
- 1.65. Гарасевич, Г.И. Формованные изделия из древесно-клеевой композиции [Текст] / Г.И. Гарасевич, А.А. Семеновский. М.: Лесн. пром-сть, 1982. 137 с.
- 1.66. Щербаков, А.С. Технология композиционных древесных материалов [Текст] / А.С. Щербаков, И.А. Гамова, Л.В. Мельникова. М.: Экология, 1992. 192 с.
- 1.67. Карельштейн, И.М. Применение пластмасс в мебельной промышленности [Текст] / И.М. Карельштейн. М.: ЦНИИ, 1963. 134 с.
- 1.68. Свиткин, М.З. Технология изготовления изделий из измельченной древесины [Текст] / М.З. Свиткин, Д.А. Щедро. М.: Лесн. пром-сть, 1976. 137 с.
- 1.69. Брайнман, Б.М. Пластмассы в конструкции мебели [Текст] / Б.М. Брайнман. М.: Лесн. пром-сть, 1976. 216 с.
- 1.70. Власов, С.В. Основы технологии переработки пластмасс [Текст]: учебник для вузов / С.В. Власов, Э.Л. Калинин, Л.В. Кандырин. М.: Химия, 1995. 528 с.
- 1.71. Циплаков, О.Г. Конструирование изделий из композиционно-волоконистых материалов [Текст] / О.Г. Циплаков. Л.: Машиностроение, 1984, 140 с.
- 1.72. Сидоренко, А.К. Детали машин из прессованной древесины [Текст] / А.К. Сидоренко. М.: Машиностроение, 1982. 87 с.
- 1.73. Волков, С.Д. Статистическая механика композиционных материалов [Текст] / С.Д. Волков, В.П. Ставров. Минск: Изд-во БГУ, 1978. 206 с.

Раздел 2. «Конструирование и расчет оснастки»

- 2.1. Лейкин, Н.Н. Конструирование пресс-форм для изделий из пластических масс [Текст] / Н.Н. Лейкин. М.-Л.: Машиностроение, 1966. 244 с.
- 2.2. Демин, Е.Н. Справочник по пресс-формам [Текст] / Е.Н. Демин. Л.: Лениздат, 1967. 368 с.
- 2.3. Веселов, В.А. Оборудование для переработки пластических масс в изделия (тепловые расчеты) [Текст] / В.А. Веселов. М.: Машгиз, 1961. 210 с.
- 2.4. Перегудов, В.В. Тепловые установки в производстве изделий с применением пластмасс [Текст] / В.В. Перегудов. М.: Высш. шк., 1970. 288 с.

2.5. Филатов, В.И. Технологическая подготовка процессов формования изделий из пластмасс [Текст] / В.И. Филатов, В.Д. Корсаков. Л.: Политехника, 1991. 351 с.

2.6. Басов, Н.И. Расчет и конструирование формующего инструмента для изготовления изделий из полимерных материалов [Текст] / Н.И. Басов, В.А. Брагинский, Ю.В. Казанков. М.: Химия, 1991. 352 с.

2.7. Технологическая оснастка для холодной штамповки, прессования и литья под давлением [Текст] / под ред. В.Д. Корсакова. М.: ЦИНТИАМ. Ч.2: Пресс-формы для пластмасс. 147 с.

2.8. Бортников, В.Г. Основы технологии переработки пластических масс [Текст]: учеб. пособие для вузов / В.Г. Бортников. Л.: Химия, 1983. 304 с.

2.9. Бортников, В.Г. Производство изделий из пластических масс [Текст]: учеб. пособие для вузов: в 3 т. / В.Г. Бортников. Казань: Изд-во "Дом Печати". 2002. Т.2: Технология переработки пластических масс. 399 с.

2.10. Езжев, А.С. Механизация и автоматизация переработки пластмасс на принципе выносной пресс-формы [Текст] / А.С. Езжев, Н.В. Осипов. М.: Машиностроение, 1971. 159 с.

2.11. Лепетов, В.А. Расчет и конструирование резиновых технических изделий и форм [Текст]: учеб. пособие / В.А. Лепетов. Л.: Химия, 1972. 310 с.

2.12. Степанов, И.Е. Конструирование форм для стеклянных изделий [Текст] / И.Е. Степанов, И.Е. Гладыштейн. М.: Легкая индустрия, 1974. 208 с.

2.13. Веселов, В.А. Расчет систем охлаждения литевых форм [Текст] / В.А. Веселов, А.В. Веселов, Б.М. Наткин // Пластмассы. 1974. № 9. С. 9-11.

2.14. Барыло, М.С. Коаксиальный обогрев пресс-форм [Текст] / М.С. Барыло, В.А. Ляшенко // Пластмассы. 1970. № 6. С. 75-76.

2.15. Аркусский, Л.Ю. Применение индукционного обогрева для получения и переработки пластмасс [Текст] / Л.Ю. Аркусский [и др.] // Пластмассы. 1966. № 8. С. 48-51.

2.16. Веселов, В.А. Индукционный обогрев пресс-форм. Техническая и экономическая информация [Текст] / В.А. Веселов, Р.М. Кругликов. М.: НИИТЭХИМ, 1965. № 7. С. 24-33.

2.17. Сухов, М.Ф. Методы изготовления пресс-форм для пластмассовых изделий [Текст]: сб. трудов / М.Ф. Сухов, В.П. Каширцев. М.: МВТУ, 1967. № 7. С. 69-79.

2.18. Ковалевский, Н.Д. Создание и исследование железобетонных пресс-форм для изготовления (автомобильных) деталей малых серий [Текст]: тр. НАМИ / Н.Д. Ковалевский. 1978. Вып. 167. С. 21-26.

2.19. Горюнов, И.И. Пресс-формы для литья под давлением [Текст]: справ. пособие / И.И. Горюнов. Л.: Машиностроение, 1973. 255 с.

- 2.20. Завгородний, В.К. Механизация и автоматизация переработки пластических масс [Текст] / В.К. Завгородний. М.: Машиностроение, 1970. 596 с.
- 2.21. Завгородний, В.К. Оборудование предприятий по переработке пластмасс [Текст] / В.К. Завгородний. Л.: Химия, 1972. 464 с.
- 2.22. Оборудование для переработки пластмасс [Текст]: справ. пособие по расчету и конструированию / под ред. В.К. Завгороднего. М.: Машиностроение, 1976. 407 с.
- 2.23. Пантелеев, А.П. Справочник по проектированию оснастки для переработки пластмасс [Текст] / А.П. Пантелеев, Ю.М. Швецов, И.А. Горячев. М.: Машиностроение, 1986. 397 с.
- 2.24. Вигдорович, А.И. Применение древесных пластмасс в машиностроении [Текст]: справ. пособие / А.И. Вигдорович, Г.В. Сагалаев. М.: Машиностроение, 1977. 152 с.
- 2.25. Дубасов, А.А. Оснастка из пластмасс в машиностроении [Текст] / А.А. Дубасов. М.: Профиздат, 1961. 116 с.
- 2.26. Мендельсон, В.С. Технология изготовления штампов и пресс-форм [Текст] / В.С. Мендельсон, Л.И. Рудман. М.: Машиностроение, 1982. 206 с.
- 2.27. Брацыхин, Е.А. Переработка пластмасс в изделия [Текст] / Е.А. Брацыхин, С.С. Мидлис, К.Н. Стрельцов. М.-Л.: Химия, 1966. 400 с.
- 2.28. Литье под давлением [Текст] / под ред. В.А. Брагинского (Библиотечка рабочего по переработке пластмасс). Л.: Химия, 1973. 79 с.
- 2.29. Экструзия [Текст] / под ред. В.А. Брагинского (Библиотечка рабочего по переработке пластмасс). Л.: Химия, 1973. 96 с.
- 2.30. Брагинский, В.А. Технология прессования точных деталей из термореактивных пластмасс [Текст] / В.А. Брагинский. Л.: Химия, 1972. 464 с.
- 2.31. Ефремов, С.И. Штампы из пластмасс [Текст] / С.И. Ефремов. М.: Профиздат, 1962. 62 с.
- 2.32. Генель, С.В. Древесные пластики в технике [Текст] / С.И. Ефремов. М.: Академия наук СССР, 1959. 86 с.
- 2.33. ГОСТ 27356-87. Пресс-формы для изготовления изделий из пластмасс. Общие технические условия [Текст]. М.: Изд-во стандартов, 1987.

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Указатель литературы, в которой освещены отдельные вопросы по расчету и конструированию деталей из пластмасс и оснастки для их изготовления

1. Свойства и применение полимерных материалов [1.2-1.5; 1.8-1.12; 1.19; 1.21; 1.26; 1.32; 1.42; 1.43; 1.62].
 - 1.1. Марки пластмасс, ТУ, ГОСТы, обозначения, шифры, коды [1.9; 1.11; 1.12; 1.17; 1.42, с. 40]:
 - 1.1.1. Термопласты [1.1-1.3; 1.11; 1.12].
 - 1.1.2. Реактопласты [1.1-1.3; 1.12; 1.21; 2.23, с. 6].
 - 1.1.3. Стеклопластики [1.3, с. 498; 1.12; 1.21; 1.25; 1.28; 1.32; 1.33].
 - 1.1.4. Углепластики [1.12; 1.21, с. 204].
 - 1.1.5. Полимерные композиты [1.16; 1.21].
 - 1.1.6. Древесно-полимерные композиты [1.63-1.65; 1.68; 2.24].
 - 1.2. Физико-механические свойства полимерных материалов [1.10; 1.12-1.14; 1.44; 1.55; 1.70]:
 - 1.2.1. Термопластов [1.11-1.13; 1.10; 1.22; 1.55, с. 278; 1.70, с. 12-38].
 - 1.2.2. Реактопластов [1.10; 1.12; 1.21; 1.23, с. 6; 1.24; 1.25; 1.46; 1.70, с. 43-67].
 - 1.2.3. Стеклопластиков [1.3, с. 502; 1.10; 1.12; 1.21, с. 120; 1.25; 1.28-1.30; 1.32; 1.33; 1.46; 1.47; 1.50; 1.71; 1.72;].
 - 1.2.4. Углепластиков [1.1, с. 264; 1.3, с.673; 1.12; 1.21, с.204].
 - 1.2.5. Полимерных композитов [1.14-1.16; 1.21].
 - 1.2.6. Древесно-полимерных композитов [1.63; 1.69; 1.72].
 - 1.2.7. Допускаемые напряжения [1.6, гл. 6; 1.7, с. 23; 1.10; 1.63, с. 90; 1.64, с. 99].
 - 1.3. Теплофизические свойства полимерных материалов [1.1, с. 211; 1.3, с. 596; 1.9, с.349; 1.10; 1.19; 1.20, с. 63; 1.23, с. 224; 1.27, с. 188; 1.33; 1.47; 1.55; 1.56; 1.69, с. 33; 1.70, с.515;]:
 - 1.3.1. Стеклопластиков [1.28, с. 22; 1.31, с. 158-174; 1.33; 1.47; 1.56].
 - 1.4. Технологические свойства полимеров [1.10; 1.27, с. 141, 155, 158, 180; 1.51; 1.54; 1.70, с. 163; 2.5, с. 62; 2.8; 2.9]:
 - 1.4.1. Усадка полимерных материалов [1.3, с. 690; 1.10; 1.17; 1.26, с. 125; 1.29; 1.31; 2.5, с. 62; 2.6, с. 85; 2.8; 2.23, с. 184; 2.30, с. 84]:
 - 1.4.1.1. Усадка термопластов [1.3, с. 690; 1.11; 1.27, с. 133; 1.53; 2.5, с. 66; 2.6, с. 149; 2.8, с. 78].
 - 1.4.1.2. Усадка реактопластов [1.3, с. 690; 1.38; 2.8, с. 76].
 - 1.4.1.3. Усадка стеклопластиков [1.28, с. 96; 1.29, с. 52-56; 1.30; 1.31, с. 233-244; 2.5, с. 66].
 - 1.4.2. Текучесть полимерных материалов [1.1, с. 572; 1.2, с. 233; 1.3, с. 589; 1.10; 1.29, с. 32; 1.31; 2.5, с. 50; 2.8, с.68].

- 1.5. Применение полимерных материалов в:
 - 1.5.1. машиностроении [1.2, с. 920-924; 1.24; 1.26; 1.63; 2.24; 2.25].
 - 1.5.2. приборостроении [1.2, с. 943-948; 1.39; 2.25].
 - 1.5.3. автомобилестроении [1.2, с. 917-920;].
 - 1.5.4. авиационной и ракетной технике [1.2, с. 909-917; 1.57].
 - 1.5.5. судостроении [1.2, с. 965-972; 1.61].
 - 1.5.6. строительстве [1.2, с. 958-965; 2.18]
 - 1.5.7. электротехники [1.2, с. 973-981];
 - 1.5.8. химической промышленности [1.28, с. 315; 1.50;].
 - 1.5.9. производстве мебели [1.69].
2. Конструирование и расчет деталей из полимерных материалов [1.6; 1.7; 1.20; 1.22; 1.24; 1.40-1.45; 1.57; 1.72;].
 - 2.1. Конструирование и расчет деталей из реактопластов [1.6; 1.7; 1.20; 1.38; 1.69, с. 54; 1.45; 1.46; 2.2, с. 349].
 - 2.2. Конструирование и расчет деталей из термопластов [1.6; 1.7; 1.53].
 - 2.3. Конструирование и расчет деталей из стеклопластиков [1.6; 1.7; 1.24; 1.28, с. 243; 1.29, с.76; 1.30; 1.32-1.34; 1.36; 1.43].
 - 2.4. Конструирование и расчет деталей из древесных пластиков [1.63; 1.64; 1.65; 1.71; 2.24; 2.32].
 - 2.5. Прочность деталей из полимерных композитов (углепластики, боропластики [1.14].
3. Конструирование и расчет некоторой номенклатуры изделий из полимерных материалов:
 - 3.1. Прочность соединений деталей из полимерных материалов [1.13, с. 90; 1.43, с. 125].
 - 3.1.1. Сварка [1.16; 1.18, с. 153-163; 1.26, с. 75; 1.39; 1.42, с. 211; 1.43, с. 50; 1.45; 1.70, с. 464;].
 - 3.1.2. Склеивание [1.26, с. 82, 167; 1.39; 1.42, с. 211; 1.43, с. 54; 1.45]
 - 3.1.3. Резьбовые соединения [1.6; 1.7; 1.18, с. 143; 1.29, с.117; 1.36; 1.39; 1.42, с. 205; 1.43, с. 67, 78, 103; 1.45, с. 60; 1.52; 2.5, с. 136; 2.23, с. 186;].
 - 3.2. Подшипники [1.18, с. 73, 214; 1.26, с. 229-257; 1.41, с. 31; 1.42, с. 151; 1.43, с. 133; 1.45, с. 8; 1.58-1.61; 1.63; 1.70, с. 499].
 - 3.2.1. Подшипники скольжения из термопластов [1.18; 1.25; 1.26; 1.39; 1.45; 1.59-1.61; 1.70, с.499].
 - 3.2.2. Подшипники скольжения из реактопластов [1.26, с.237; 1.43, с. 127; 1.47; 1.63].
 - 3.2.3. Подшипники скольжения из древесных пластиков [1.26, с.240; 1.42, с. 151; 1.63; 1.72; с. 29].
 - 3.2.4. Подшипники качения [1.25, с. 100, 163, 179; 1.26, с. 255; 1.39, с. 106; 1.42, с. 171; 1.43, с. 133; 1.61].
 - 3.3. Зубчатые передачи [1.7, с. 124-156; 1.18, с. 172-205; 1.26, с. 267-280;

- 1.39, с. 68; 1.41, с. 49; 1.42, с. 177; 1.43, с. 137; 1.45, с. 108; 1.62; 1.71, с. 112; 2.5, 94].
- 3.3.1. Зубчатые передачи из термопластов [1.18, с. 192; 1.26, с. 272; 1.62; 1.70, с. 500; 2.5, с. 96].
- 3.3.2. Зубчатые передачи из реактопластов [1.26, с. 267; 1.45; 1.62; 1.71, с. 112].
- 3.3.3. Зубчатые передачи из древесных пластиков [1.26, с. 270; 1.42, с. 177; 1.63; 1.71, с. 42]:
- 3.3.3.1. из цельной прессованной древесины [1.72].
- 3.3.3.2. из древесно-слоистых пластиков [2.24].
- 3.3.3.3. из масс древесных прессовочных [1.64].
- 3.3.3.4. из древесных пластиков без связующих [2.32].
- 3.4. Шкивы [1.41, с. 96; 1.42, с. 191; 1.43, с. 144; 2.23, с. 380-386].
- 3.5. Ролики [1.26; 2.32].
- 3.6. Трубы [1.18, с. 263-277; 1.26, с. 300-333; 1.28, с. 290; 1.36; 1.41, с. 71; 1.43; 1.44, с. 102; 1.71; 1.72].
- 3.7. Емкости [1.26, с. 376; 1.39; 1.41, с. 71; 1.43, с. 110; 1.44; 1.71, с. 135; 1.72].
- 3.8. Фланцы. Уплотнения [1.18; 1.26, с. 333; 1.39; 1.42, с. 238; 1.43, с. 80, 89; 1.72].
4. Точность изготовления деталей из полимерных материалов [1.6, гл. 7 1.7, гл. 1.4; 1.38; 1.42, с. 59; 1.54; 2.5, с. 133; 2.6, с. 55].
- 4.1. из древесных пластиков [1.72; 2.24, с. 105-116].
5. Оснастки для изготовления изделий из полимерных материалов [2.5; 2.7; 2.18; 2.25; 2.26].
- 5.1. Пресс-формы [1.6; 1.7; 1.27; 1.29, с. 58-75; 1.68; 1.69, с. 128; 2.1-2.3; 2.5; 2.6; 2.19; 2.22, с. 385; 2.23].
- 5.1.1. Тепловой расчет пресс-форм [1.27, с. 200; 1.40; 1.41, с. 162-66; 1.68, с. 96; 2.3; 2.4; 2.5, с. 165, 201; 2.6, с.106; 2.14; 2.15;2.20, с. 464].
- 5.1.1.1. Обогрев пресс-форм водой, паром [1.68, с. 105; 2.20, с. 106].
- 5.1.1.2. Электрический [1.68, с. 96; 2.3; 2.4; 2.20; 2.27, с. 84].
- 5.1.1.3. Индукционный [1.68, с. 102; 2.15; 2.16; 2.20, с. 466; 2.23, с. 271].
- 5.1.1.4. Полупроводниковый [2.3; 2.20].
- 5.1.1.5. Коаксиальный [2.14].
- 5.1.1.6. Обогрев пресс-форм высококипящими органическими теплоносителями [1.68, с.91].
- 5.2. Точность изготовления оформляющих деталей форм [1.40; 2.5, с. 260; 2.6, с. 93].
- 5.2.1. Стойкость (прессосъем) [1.27, с. 242].
- 5.2.2. Износ пресс-форм [1.27, с. 243].

- 5.3. Расчет пресс-форм (форм) на прочность [1.40, с. 305; 1.68, с. 71; 1.69, с. 128-138; 2.24, с.122].
 - 5.3.1. Расчет загрузочной камеры [1.40, с. 290].
- 5.4. Многоэтажные пресс-формы [2.20, с. 457; 2.23, с. 346].
- 5.5. Выносные пресс-формы [2.8, с. 260-262; 2.10; 2.20, с. 188].
- 5.6. Пресс-формы для изделий из резин [2.11; 2.12].
- 6. Формы для литья под давлением [1.6; 1.7; 1.27, с. 121; 2.5, с. 168; 2.6, с. 69, 165; 2.13; 2.19; 2.20, с. 444; 2.22, с. 393; 2.23, с. 72, 240; 2.28].
 - 6.1. Охлаждение форм [1.40; 1.68, с. 109; 2.5, с. 252; 2.12; 2.22, с. 396; 2.27, с. 136].
 - 6.2. Расчет форм [1.7, гл. 2; 1.27, с. 121-127, 206].
- 7. Выдувные формы [1.69, с. 149; 2.8, с. 181; 2.20, с. 477-481; 2.22, с. 250].
- 8. Формы для пневмо- и вакуумформования [1.27, с. 152; 1.70, с. 408; 2.8, с. 224].
- 9. Экструзионные головки [1.27, с. 38-50; 1.69, с. 144; 1.70, с. 331; 2.8, с. 130; 2.20, с. 354-364; 2.22, с. 370; 2.29].
 - 9.1. Тепловой расчет экструдера [1.27, с. 58-61].
- 10. Способы изготовления форм и другой оснастки [1.7, с. 294-368; 2.5; 2.8; 2.17; 2.20, с. 460; 2.25; 2.26].
 - 10.1. Автоматизированное изготовление оснастки [2.5, с. 294, 342].
- 11. Материалы для изготовления форм и оснастки [2.6, с. 120; 2.17; 2.18; 2.23, с. 277-292].
 - 11.1. Сталь, чугун [2.5, с.256; 2.26, с.21, 166].
 - 11.2. Цветные металлы и сплавы [2.17].
 - 11.3. Полимерные материалы, применяемые в изготовлении оснастки [1.43, с.165; 2.17; 2.23, с. 293-301; 2.25; 2.26; 2.31].
 - 11.4. Дерево [2.20, с 481].
 - 11.5. Гипс [2.26; 2.31].
 - 11.6. Бетон [2.18].

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

(справочное)

Расчет исполнительных размеров формирующих элементов оснастки

Точностной расчет исполнительных размеров формирующих элементов форм (пуансона, матрицы, формирующих стержней, знаков и т.п.) сводится к определению:

- * возможности изготовления изделия из полимерного материала с заданной точностью;
- * точности, с которой должны быть изготовлены оформляющие детали формы, чтобы обеспечить получение изделия необходимой точности;
- * возможности выполнения технологического уклона в пределах допуска, заданного на деталь из полимерного материала.

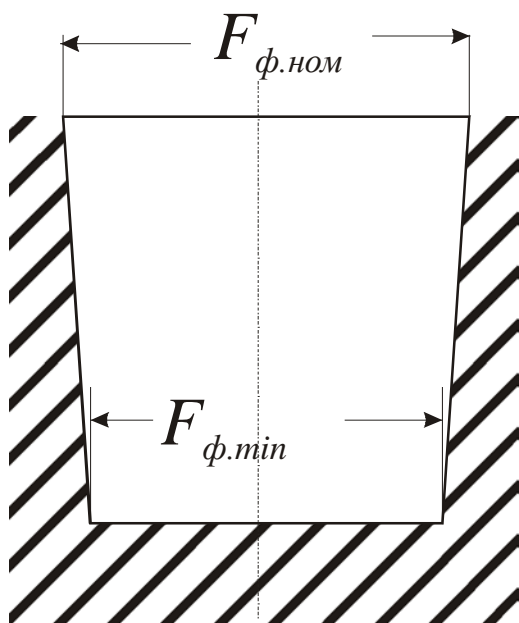


Рис. П.Д.1. Схема определения размеров формирующего гнезда формы (охватываемый размер)

Номинальный (максимальный) размер формирующего гнезда формы (матрицы) (рис. П.Д.1) равен:

$$Z_{ф.ном(max)} = Z_{u.max} + X_{min} - \Delta_{изг} - \Delta_{изн} . \quad (П.Д.1)$$

Наименьший размер формирующего гнезда формы, выполненного с технологическим уклоном, вычисляется по формуле:

$$Z_{ф.min} = Z_{u.min} + X_{min} - \Delta_{изг} - \Delta_{изн} - V , \quad (П.Д.2)$$

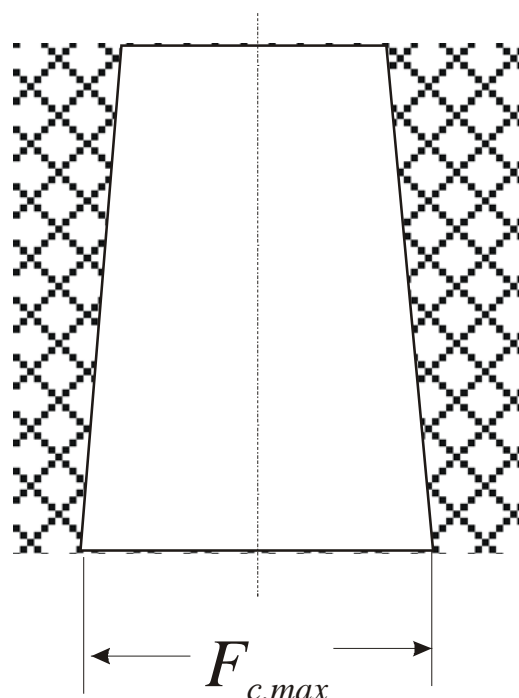


Рис. П.Д.2. Схема определения размера формирующего стержня (охватываемый размер)

где $Z_{u.max}$ – максимальный размер изделия, мм;

$Z_{u.min}$ – минимальный размер изделия, мм;

X_{min} – минимальная усадка полимерного материала, мм;

$\Delta_{изг}$ – допуск на изготовление формующего элемента формы, мм;

$\Delta_{изн}$ – допуск на износ формующего элемента формы,

$\Delta_{изн} = 0,02 \div 0,03$ мм;

V – технологический уклон на две стороны, мм:

$$V = \delta - \Delta, \quad (\text{П.Д.3})$$

δ – допуск на изготовление изделия из полимерного материала, мм;

Δ – полное поле рассеяния, мм:

$$\Delta = \Delta_{изг} + \Delta_{изн} + \Delta X, \quad (\text{П.Д.4})$$

ΔX – разброс усадки полимерного материала:

$$\Delta X = X_{max} - X_{min}, \quad (\text{П.Д.5})$$

X_{max} – максимальная усадка полимерного материала, мм.

Наибольший размер формующего стержня, выполненного с технологическим уклоном (рис. П.Д.2), вычисляется по формуле:

$$Z_{c.max} = Z_{u.min} + X_{max} + \Delta_{изг} + \Delta_{изн} + V, \quad (\text{П.Д.6})$$

где $Z_{u.min}$ – минимальный размер отверстия в изделии из полимерного материала, мм.

ПРИЛОЖЕНИЕ Е
Допуски и посадки по ЕСДП и ОСТ

Посадки		Поля допусков и предельные отклонения, мкм													
Поля допуска		Откло- нение	Интервал размеров, мм												
			от 1 до 3		св 3 до 6		св 6 до 10		св 10 до 18		св 18 до 24		св 24 до 30		
ЕСДП	ОСТ		ЕСДП	ОСТ	ЕСДП	ОСТ	ЕСДП	ОСТ	ЕСДП	ОСТ	ЕСДП	ОСТ	ЕСДП	ОСТ	
<i>к6</i>	<i>H</i>	вала	+6 0	+7 +1	+9 +1	+9 +1	+10 +2	+12 +2	+12 +1	+14 +2	+15 +2	+17 +2	+15 +2	+17 +2	
<i>g6</i>	<i>D</i>	вала	-2 -8	-3 -9	-4 -12	-4 -12	-5 -14	-5 -15	-6 -17	-6 -18	-7 -20	-8 -22	-7 -20	-8 -22	
<i>h6</i>	<i>C</i>	вала	0 -6	0 -6	0 -8	0 -8	0 -9	0 -10	0 -11	0 -12	0 -13	0 -14	0 -13	0 -14	
<i>js6</i>	<i>H</i>	вала	+3 -3	+3 -3	+4 -4	+4 -4	+4,5 -4,5	+5 -5	+5,5 -5,5	+6 -6	+6,5 -6,5	+7 -7	+6,5 -6,5	+7 -7	
<i>r6</i>	<i>Pr</i>	вала	+16 +10	+18 +12	+23 +15	+23 +15	+28 +19	+28 +18	+34 +23	+34 +22	+41 +28	+42 +28	+41 +28	+42 +28	
<i>H7</i>	<i>A</i>	отв.	+10 0	+10 0	+12 0	+13 0	+15 0	+16 0	+18 0	+19 0	+21 0	+23 0	+21 0	+23 0	
<i>f7</i>	<i>X</i>	вала	-6 -16	-8 -18	-10 -22	-10 -22	-13 -28	-13 -27	-16 -34	-16 -33	-20 -41	-20 -40	-20 -41	-20 -40	
<i>h7</i>	<i>Crd</i>	вала	0 -10	0 -9	0 -12	0 -12	0 -15	0 -15	0 -18	0 -18	0 -21	0 -21	0 -21	0 -21	
<i>H8</i>	<i>Ard</i>	отв.	+14 0	+14 0	+18 0	+18 0	+22 0	+22 0	+27 0	+27 0	+33 0	+33 0	+33 0	+33 0	
<i>e8</i>	<i>L</i>	вала	-14 -28	-12 -25	-20 -38	-17 -35	-25 -47	-23 -45	-32 -59	-30 -55	-40 -73	-40 -70	-40 -73	-40 -70	
<i>h8</i>	<i>C₃</i>	вала	0 -14	0 -20	0 -18	0 -25	0 -22	0 -30	0 -27	0 -35	0 -33	0 -45	0 -33	0 -45	
<i>u8</i>	<i>Pr2rd</i>	вала	+32 +18	+32 +18	+41 +23	+41 +23	+50 +28	+50 +28	+60 +33	+60 +33	+74 +41	+74 +41	+81 +48	+81 +48	
<i>H9</i>	<i>A₃</i>	отв.	+25 0	+20 0	+30 0	+25 0	+36 0	+30 0	+43 0	+35 0	+52 0	+45 0	+52 0	+45 0	

Продолжение табл.

<i>f</i> ₉	<i>X</i> ₃	вала	-6 -31	-7 -32	-10 -40	-11 -44	-13 -49	-15 -55	-16 -59	-20 -70	-20 -72	-25 -85	-20 -72	-25 -85
<i>H</i> ₁₁	<i>A</i> ₄	отв.	+60 0	+60 0	+75 0	+80 0	+90 0	+100 0	+110 0	+120 0	+130 0	+140 0	+130 0	+140 0
<i>d</i> ₁₁	<i>X</i> ₄	вала	-20 -80	-30 -90	-30 -105	-40 -120	-40 -130	-50 -150	-50 -160	-60 -180	-65 -195	-70 -210	-65 -195	-70 -210
<i>h</i> ₁₁	<i>C</i> ₄	вала	0 -60	0 -60	0 -75	0 -80	0 -90	0 -100	0 -110	0 -120	0 -130	0 -140	0 -130	0 -140
<i>H</i> ₁₂	<i>A</i> ₅	отв.	+100 0	+120 0	+120 0	+160 0	+150 0	+200 0	+180 0	+240 0	+210 0	+280 0	+210 0	+280 0
<i>b</i> ₁₂	<i>Ш</i> ₄	вала	-140 -240	-120 -180	-140 -260	-160 -240	-150 -300	-200 -300	-150 -330	-240 -360	-160 -370	-280 -420	-160 -370	-280 -420
<i>h</i> ₁₂	<i>C</i> ₅	вала	0 -100	0 -120	0 -120	0 -160	0 -150	0 -200	0 -180	0 -240	0 -210	0 -280	0 -210	0 -280
<i>H</i> ₁₃	<i>A</i> ₅	отв.	+140 0	+120 0	+180 0	+160 0	+220 0	+200 0	+270 0	+240 0	+330 0	+280 0	+330 0	+280 0
<i>h</i> ₁₃	<i>C</i> ₅	вала	0 -140	0 -120	0 -180	0 -160	0 -220	0 -200	0 -270	0 -240	0 -330	0 -280	0 -330	0 -280
<i>H</i> ₁₄	<i>A</i> ₇	отв.	+250 0	+250 0	+300 0	+300 0	+360 0	+360 0	+430 0	+430 0	+520 0	+520 0	+520 0	+520 0
<i>h</i> ₁₄	<i>B</i> ₇	вала	0 -250	0 -250	0 -300	0 -300	0 -360	0 -360	0 -430	0 -430	0 -520	0 -520	0 -520	0 -520
<i>js</i> ₁₄	<i>СМ</i> ₇	-	+125 -125	+120 -120	+150 -150	+150 -150	+180 -180	+200 -200	+215 -215	+200 -200	+260 -260	+300 -300	+260 -260	+300 -300
<i>H</i> ₁₅	<i>A</i> ₈	отв.	+400 0	+400 0	+480 0	+480 0	+580 0	+580 0	+700 0	+700 0	+840 0	+840 0	+840 0	+840 0
<i>h</i> ₁₅	<i>B</i> ₈	вала	0 -400	0 -400	0 -480	0 -480	0 -580	0 -580	0 -700	0 -700	0 -840	0 -840	0 -840	0 -840
<i>js</i> ₁₅	<i>СМ</i> ₈	-	+200 -200	+200 -200	+240 -240	+200 -200	+290 -290	+300 -300	+350 -350	+300 -300	+420 -420	+400 -400	+420 -420	+400 -400
<i>H</i> ₁₆	<i>A</i> ₉	отв.	+600 0	+600 0	+750 0	+750 0	+900 0	+900 0	+1100 0	+1100 0	+1300 0	+1300 0	+1300 0	+1300 0
<i>h</i> ₁₆	<i>B</i> ₉	вала	0 -600	0 -600	0 -750	0 -750	0 -900	0 -900	0 -1100	0 -1100	0 -1300	0 -1300	0 -1300	0 -1300
<i>js</i> ₁₆	<i>СМ</i> ₉	-	+300 -300	+300 -300	+375 -375	+400 -400	+450 -450	+500 -500	+550 -550	+500 -500	+650 -650	+600 -600	+650 -650	+600 -600

Продолжение табл.

Поля допуска		Откло- нение	Интервал размеров, мм											
			св 30 до 40		св 40 до 50		св 50 до 80		св 80 до 120		св 120 до 180		св 180 до 250	
ЕСДП	ОСТ		ЕСДП	ОСТ	ЕСДП	ОСТ	ЕСДП	ОСТ	ЕСДП	ОСТ	ЕСДП	ОСТ	ЕСДП	ОСТ
<i>к6</i>	<i>H</i>	вала	+18 +2	+20 +3	+18 +2	+20 +2	+21 +2	+23 +3	+25 +3	+26 +3	+28 +3	+30 +4	+33 +4	+35 +4
<i>g6</i>	<i>D</i>	вала	-9 -25	-10 -27	-9 -25	-10 -27	-10 -29	-12 -32	-12 -34	-15 -38	-14 -39	-18 -45	-15 -44	-22 -52
<i>h6</i>	<i>C</i>	вала	0 -16	0 -17	0 -16	0 -17	0 -19	0 -20	0 -22	0 -23	0 -25	0 -27	0 -29	0 -30
<i>js6</i>	<i>H</i>	вала	+8 -8	+8 -8	+8 -8	+8 -8	+9,5 -9,5	+10 -10	+11 -11	+12 -12	+12,5 -12,5	+14 -14	+14,5 -14,5	+16 -16
<i>r6</i>	<i>Pr</i>	вала	+50 +34	+52 +35	+50 +34	+52 +35	-	+65 +45	-	-	-	-	-	-
<i>H7</i>	<i>A</i>	отв.	+25 0	+27 0	+25 0	+27 0	+30 0	+30 0	+35 0	+35 0	+40 0	+40 0	+46 0	+45 0
<i>f7</i>	<i>X</i>	вала	-25 -50	-25 -50	-25 -50	-25 -50	-30 -60	-30 -60	-36 -71	-40 -75	-43 -83	-50 -90	-50 -96	-60 105
<i>h7</i>	<i>Crd</i>	вала	0 -25	0 -25	0 -25	0 -25	0 -30	0 -30	0 -35	0 -35	0 -40	0 -40	0 -46	0 -47
<i>H8</i>	<i>Ard</i>	отв.	+39 0	+39 0	+39 0	+39 0	+46 0	+46 0	+54 0	+54 0	+63 0	+63 0	+72 0	+73 0
<i>e8</i>	<i>L</i>	вала	-50 -89	-50 -85	-50 -89	-50 -85	-60 -106	-65 -105	-72 -126	-80 -125	-84 -148	-100 -155	-100 -172	-120 -180
<i>h8</i>	<i>C₃</i>	вала	0 -39	0 -50	0 -39	0 -50	0 -46	0 -60	0 -54	0 -70	0 -63	0 -80	0 -72	0 -90
<i>u8</i>	<i>Pr2rd</i>	вала	+99 +60	+99 +60	+109 +70	+109 +70	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>H9</i>	<i>A₃</i>	отв.	+62 0	+50 0	+62 0	+50 0	+74 0	+60 0	+87 0	+70 0	+100 0	+80 0	+115 0	+90 0
<i>f9</i>	<i>X₃</i>	вала	-25 -87	-32 -100	-25 -87	-32 -100	-30 -104	-40 -120	-36 -123	-50 -140	-43 -143	-60 -165	-50 -165	-75 -195
<i>H11</i>	<i>A₄</i>	отв.	+160 0	+170 0	+160 0	+170 0	+190 0	+200 0	+220 0	+230 0	+250 0	+260 0	+290 0	+300 0

Окончание табл.

<i>D11</i>	X_4	вала	-80 -240	-80 -250	-80 -240	-80 -250	-100 -290	-100 -300	-120 -340	-120 -350	-145 -395	-130 -400	-170 -460	-150 -450
<i>h11</i>	C_4	вала	0 -160	0 -170	0 -160	0 -170	0 -190	0 -200	0 -220	0 -230	0 -250	0 -260	0 -290	0 -300
<i>H12</i>	A_5	отв.	+250 0	+340 0	+250 0	+340 0	+300 0	+400 0	+350 0	+460 0	+400 0	+530 0	+460 0	+600 0
<i>b12</i>	III_4	вала	-170 -420	-340 -500	-180 -430	-340 -500	-	-400 -600	-	-460 -700	-	-530 -800	-	-600 -900
<i>h12</i>	C_5	вала	0 -250	0 -340	0 -250	0 -340	0 -300	0 -400	0 -350	0 -460	0 -400	0 -530	0 -460	0 -600
<i>H13</i>	A_5	отв.	+390 0	+340 0	+390 0	+340 0	+460 0	+400 0	+540 0	+460 0	+630 0	+530 0	+720 0	+600 0
<i>h13</i>	C_5	вала	0 -390	0 -340	0 -390	0 -390	0 -460	0 -400	0 -540	0 -460	0 -630	0 -530	0 -720	0 -600
<i>H14</i>	A_7	отв.	+620 0	+620 0	+620 0	+620 0	+740 0	+740 0	+870 0	+870 0	+1000 0	+1000 0	+1150 0	+1150 0
<i>h14</i>	B_7	вала	0 -620	0 -620	0 -620	0 -620	0 -740	0 -740	0 -870	0 -870	0 -1000	0 -1000	0 -1150	0 -1150
<i>js14</i>	CM_7	-	+310 -310	+300 -300	+310 -310	+300 -300	+370 -370	+400 -400	+435 -435	+400 -400	+500 -500	+500 -500	+575 -575	+600 -600
<i>H15</i>	A_8	отв.	+1000 0	+1000 0	+1000 0	+1000 0	+1200 0	+1200 0	+1400 0	+1400 0	+1600 0	+1600 0	+1850 0	+1900 0
<i>h15</i>	B_8	вала	0 -1000	0 -1000	0 -1000	0 -1000	0 -1200	0 -1200	0 -1400	0 -1400	0 -1600	0 -1600	0 -1850	0 -1900
<i>js15</i>	CM_8	-	+500 -500	+500 -500	+500 -500	+500 -500	+600 -600	+600 -600	+700 -700	+700 -700	+800 -800	+800 -800	+925 -925	+1000 -1000
<i>H16</i>	A_9	отв.	+1600 0	+1600 0	+1600 0	+1600 0	+1900 0	+1900 0	+2200 0	+2200 0	+2500 0	+2500 0	+2900 0	+2900 0
<i>h16</i>	B_9	вала	0 -1600	0 -1600	0 -1600	0 -1600	0 -1900	0 -1900	0 -2200	0 -2200	0 -2500	0 -2500	0 -2900	0 -2900
<i>js16</i>	CM_9	-	+800 -800	+800 -800	+800 -800	+800 -800	+950 -950	+1000 -1000	+1100 -1100	+1100 -1100	+1250 -1250	+1200 -1200	+1450 -1450	+1500 -1500

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж

(справочное)

Пример теплового расчета пресс-формы

Целью расчета является определение количества тепла, необходимого для поддержания установившегося температурного режима прессования изделий из реактопластов, и определение времени разогрева пресс-формы до температуры прессования. В качестве примера приведен тепловой расчет пресс-формы для прессования изделия «Шкив» (рис. П.Ж.1)

Предварительные расчеты

1. Расчет объема и массы изделия по чертежу (рис. 13):

Таблица П.Ж.1

Исходные данные для расчета V_u и m_u

№	Исходные данные	Обозначение	Единица измерения	Величина
1	Диаметр шкива	D_u	м	$100 \cdot 10^{-3}$
2	Высота шкива	H_u	м	$40 \cdot 10^{-3}$
3	Диаметр центрального отверстия	d_u	м	$18 \cdot 10^{-3}$
4	Ширина шпоночного паза	b_{un}	м	$6 \cdot 10^{-3}$
5	Глубина шпоночного паза	h_{un}	м	$4 \cdot 10^{-3}$
6	Внешний диаметр секторов	D_c	м	$75 \cdot 10^{-3}$
7	Внутренний диаметр секторов	d_c	м	$38 \cdot 10^{-3}$
8	Глубина секторов	h_c	м	$15 \cdot 10^{-3}$
9	Ширина спиц	b_c	м	$10 \cdot 10^{-3}$
10	Марка пресс-материала			У1-301-07
11	Плотность	ρ	кг/м ³	1500

1.1. Площадь горизонтальной проекции изделия (площадь горизонтальной проекции пуансона):

$$S_u = 0,785 \cdot D_u^2,$$

$$S_u = 0,785 \cdot (100 \cdot 10^{-3})^2 = 78,5 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2.$$

1.2. Общий объем шкива:

$$V_1 = 0,785 \cdot D_u^2 \cdot H_u,$$

$$V_1 = 0,785 \cdot (100 \cdot 10^{-3})^2 \cdot 40 \cdot 10^{-3} = 314 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3.$$

1.3. Объем центрального отверстия шкива:

$$V_2 = 0,785 \cdot d_u^2 \cdot H_u,$$

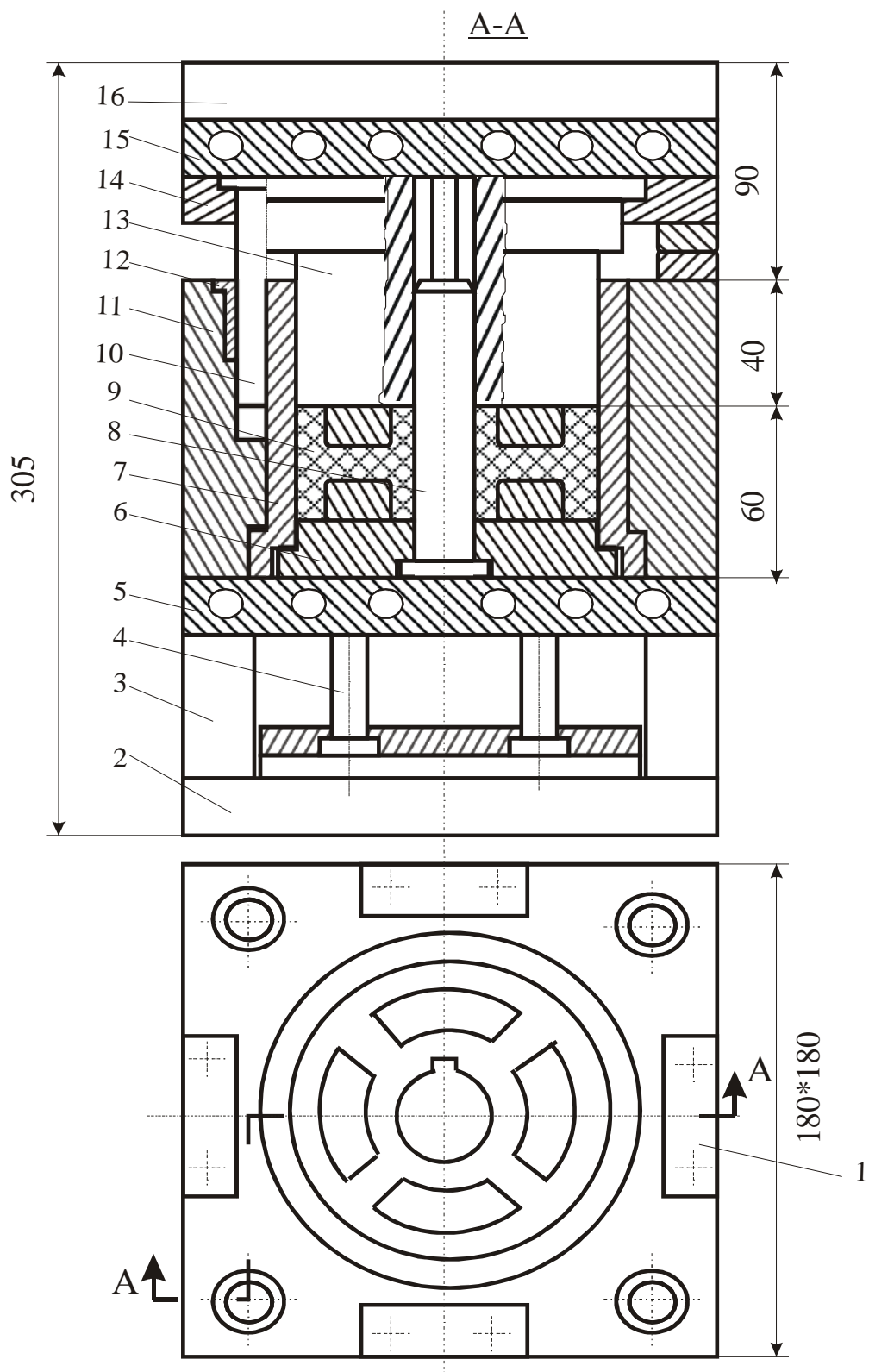


Рис. П.Ж.1. Стационарная пресс-форма “Шкив плоский”:
 1 - планка опорная; 2, 16 - опорные плиты; 3 - опора;
 4 - толкатель; 5, 15 - плиты обогрева; 6 - дно матрицы;
 7 - матрица; 8 - знак; 9 - пресс-изделие; 10 - направляющая
 колонка; 11 - обойма матрицы; 12 - направляющая втулка;
 13 - пуансон; 14 - плита пуансона.

$$V_2 = 0,785 \cdot (18 \cdot 10^{-3})^2 \cdot 40 \cdot 10^{-3} = 10,2 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3 .$$

1.4. Объем шпоночного паза:

$$V_3 = b_{ш} \cdot h_{ш} \cdot H_{ш} ,$$

$$V_3 = (6 \cdot 4 \cdot 40) \cdot 10^{-9} = 1 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3 .$$

1.5. Объем двух колец “воздушных” секторов:

$$V_4 = 2 \cdot 0,785 \cdot (D_c^2 - d_c^2) \cdot h_c ,$$

$$V_4 = 2 \cdot 0,785 \cdot (75^2 - 38^2) \cdot 15 \cdot 10^{-9} = 98,5 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3 .$$

1.6. Объем восьми спиц:

$$V_5 = 8 \cdot 0,5 \cdot (D_c - d_c) \cdot b_c \cdot h_c ,$$

$$V_5 = 8 \cdot 0,5 \cdot (75 - 38) \cdot 10 \cdot 15 \cdot 10^{-9} = 22,2 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3 .$$

1.7. Расчетный объем изделия “Шкива плоского”:

$$V_u = V_1 - V_2 - V_3 - V_4 + V_5 ,$$

$$V_u = (314 - 10,2 - 1 - 98,5 + 22,2) \cdot 10^{-6} \text{ м}^3 = 226,5 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3 .$$

1.8. Масса изделия:

$$m_u = \rho \cdot V_u ,$$

$$m_u = 1500 \cdot 226,5 \cdot 10^{-6} = 0,340 \text{ кг} = 340 \text{ г} .$$

2. Тепловой расчет при установившемся режиме работы пресс-формы

Таблица П.Ж.2

Исходные данные для теплового расчета пресс-формы

№	Показатель	Обозначение	Единица измерения	Величина
1	Наименование изделия			шкив
2	Объем изделия	V	м^3	$248,7 \cdot 10^{-6}$
3	Теплоемкость материала У1-301-07	c	кДж/(кг·С)	1,34
4	Гнездность пресс-формы	n		1
5	Цикл прессования	τ_u	с	385
6	Коэффициент технологических потерь [5]	K_m		1,05
7	Температура прессования	T_n	$^{\circ}\text{С}$	160
8	Начальная температура материала	T_n	$^{\circ}\text{С}$	80
9	Температура воздуха цеха	$T_{\text{в}}$	$^{\circ}\text{С}$	25
10	Площадь пуансона	S_n	м^2	$78,5 \cdot 10^{-4}$
11	Высота пуансона	H_n	м	0,060
12	Высота формирующей полости матрицы	H_m	м	0,080

Окончание табл.

1	2	3	4	5
13	Длина пресс-формы	A	м	0,180
14	Ширина пресс-формы	B	м	0,180
15	Высота сомкнутой пресс-формы	$H_{нф}$	м	0,305
16	Плотность материала пресс-формы	ρ_{ϕ}	кг/м ³	7850
17	Теплоемкость материала формы	c_{ϕ}	кДж/(кг·С)	0,502
18	Экзотермическое тепло при отверждении реактопласта	$q_{э}$	кДж/кг	40
19	Толщина изоляционной прокладки между формой, столом и подвижной плитой пресса	δ	м	0,008
20	Коэффициент теплопроводности прокладки	λ	Вт/(м·С)	0,256
21	Температура днища пресс-формы	T_{δ}	°С	155
22	Температура стола и подвижной плиты пресса	$T_{сн}$	°С	45
23	Удельная норма расхода воздуха при обдуве пресс-формы на 1 кг изделия	$V_{в}$	м ³ /кг	2,3
24	Разность температуры воздуха, приходящего и отходящего при обдуве пресс-формы	$\Delta T_{в}$	°С	15
25	Объемная теплоемкость воздуха	$c_{в}$	кДж/(м ³ ·С)	1,2

2.1. Тепловой баланс:

$$Q_n + Q_{э} = Q_m + Q_{б.н} + Q_{н.р} + Q_{с.н} + Q_{в} + Q_{б.с} + Q_{нр}, \quad (\text{П.Ж.1})$$

где Q_n – тепло, подводимое к пресс-форме, кДж;

$Q_{э}$ – тепло, выделяемое пресс-материалом при отверждении, кДж;

Q_m – тепло, расходуемое на нагревание пресс-материала от начальной температуры T_n до температуры прессования T_n , кДж;

$Q_{б.н}$ – тепло, расходуемое на компенсацию тепловых потерь боковыми поверхностями пресс-формы в окружающую среду, кДж;

$Q_{н.р}$ – тепло, расходуемое на компенсацию тепловых потерь поверхностями разъема пресс-формы в окружающую среду, кДж;

$Q_{с.н}$ – тепло, расходуемое на нагрев стола и подвижной верхней плиты пресса, кДж;

$Q_{в}$ – тепло, уходящее при обдуве оформляющих поверхностей пресс-формы воздухом, кДж;

$Q_{б.с}$ – тепло, расходуемое на компенсацию тепловых потерь болтовыми соединениями пресс-формы в окружающую среду, кДж;

Q_{np} – тепло, учитывающее неточность расчета и исходных данных, кДж.

2.2. Масса пресс-материала, перерабатываемого за 1 час работы:

$$G_{nm} = K_p \cdot m_u \cdot m_q \cdot n, \quad (\text{П.Ж.2})$$

где m_q – количество запрессовок за 1 час работы,

$$m_q = \frac{3600}{\tau_q}, \quad (\text{П.Ж.3})$$

$$m_q = \frac{3600}{385} = 9,35,$$

$$G_{nm} = 1,05 \cdot 0,340 \cdot 9,35 \cdot 1 = 3,34 \text{ кг/ч}.$$

2.3. Количество тепла, выделяемое в процессе отверждения связующего за 1 час работы:

$$Q_э = q \cdot G_{nm}, \quad (\text{П.Ж.4})$$

$$Q_э = 40 \cdot 3,34 = 134 \text{ кДж/ч}.$$

2.4. Количество тепла, расходуемое на нагревание предварительно нагретого в генераторе токов высокой частоты до температуры T_n пресс-материала, от T_n до температуры прессования T_p :

$$Q_m = G_{nm} \cdot c \cdot (T_p - T_n), \quad (\text{П.Ж.5})$$

$$Q_m = 3,34 \cdot 1,34 \cdot (160 - 80) = 358 \text{ кДж/ч}.$$

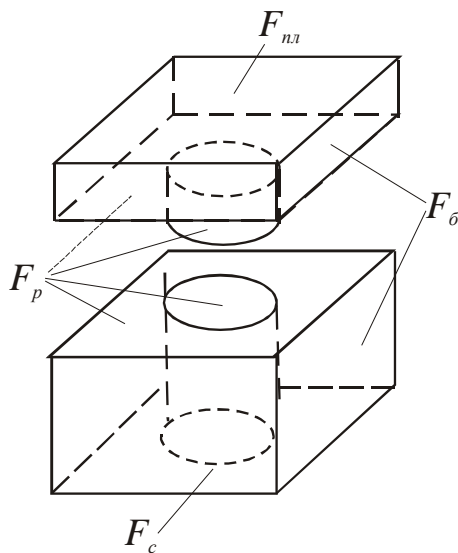


Рис. П.Ж.2. Схема определения поверхностей пресс-формы: F_{δ} – боковая; F_p – разъема; F_c – соприкасающейся со столом пресса; F_{nl} – соприкасающейся с подвижной плитой пресса

2.5. Количество тепла, расходуемое на компенсацию тепловых потерь боковыми поверхностями пресс-формы в окружающую среду:

$$Q_{\delta,n} = 3,6 \cdot \alpha_{\delta} \cdot F_{\delta} \cdot (T_{\delta,n} - T_s), \quad (\text{П.Ж.6})$$

где α_{δ} – суммарный коэффициент теплоотдачи конвекцией и лучеиспусканием боковыми поверхностями пресс-формы, Вт/(м²·К):

$$\alpha_{\delta} = 9,74 + 0,07 \cdot (T_{\delta.n} - T_{\epsilon}), \quad (\text{П.Ж.7})$$

$$T_{\delta.n} = T_n - 10,$$

$$\alpha_{\delta} = 9,74 + 0,07 \cdot (160 - 10 - 25) = 18,49;$$

F_{δ} – площадь боковой поверхности пресс-формы (рис. П.Ж.2):

$$F_{\delta} = 2 \cdot H_{n\phi} \cdot (A + B), \quad (\text{П.Ж.8})$$

$$F_{\delta} = 2 \cdot 0,305 \cdot (0,180 + 0,180) = 0,2196 \text{ м}^2,$$

$$Q_{\delta.n} = 3,6 \cdot 18,49 \cdot 0,2196 \cdot (160 - 10 - 25) = 1827 \text{ кДж / ч}.$$

2.6. Количество тепла, расходуемое на компенсацию тепловых потерь поверхностями разъема пресс-формы в окружающую среду:

$$Q_{n.p} = 3,6 \cdot \alpha_p \cdot F_p \cdot (T_{n.p} - T_{\epsilon}), \quad (\text{П.Ж.9})$$

где α_p – суммарный коэффициент теплоотдачи конвекцией и лучеиспусканием поверхностями разъема пресс-формы, Вт/(м²·К):

$$\alpha_p = 9,74 + 0,07 \cdot (T_{n.p} - T_{\epsilon}), \quad (\text{П.Ж.10})$$

$$T_{n.p} = T_n - 5,$$

$$\alpha_p = 9,74 + 0,07 \cdot (160 - 5 - 25) = 18,84;$$

F_p – площадь поверхностей разъема пресс-формы (рис. П.Ж.2):

$$F_p = F_p^I + F_p^{II} + F_p^{III} + F_p^{IV} + F_p^V + F_p^{VI} + F_p^{VII} - F_p^{VIII}, \quad (\text{П.Ж.11})$$

где $F_p^I = 2 \cdot A \cdot B = 2 \cdot 0,18 \cdot 0,18 = 0,0648 \text{ м}^2;$

$$F_p^{II} = 2 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot D_{uu}^2 = 2 \cdot 0,785 \cdot 0,1^2 = 0,0157 \text{ м}^2;$$

$$F_p^{III} = \pi \cdot D_{uu} \cdot H_m = 3,14 \cdot 0,1 \cdot 0,08 = 0,02512 \text{ м}^2;$$

$$F_p^{IV} = \pi \cdot D_{uu} \cdot H_n = 3,14 \cdot 0,1 \cdot 0,06 = 0,01884 \text{ м}^2;$$

$$F_p^V = \pi \cdot d_u \cdot (H_m + H_n) = 3,14 \cdot 0,018 \cdot (0,08 + 0,06) = 0,00791 \text{ м}^2;$$

$$F_p^{VI} = 2 \cdot \pi \cdot (D_c + d_c) \cdot h_c = 2 \cdot 3,14 \cdot (0,075 + 0,038) \cdot 0,015 = 0,01064 \text{ м}^2;$$

$$F_p^{VII} = 16 \cdot 0,5 \cdot (D_c - d_c) \cdot h_c = 16 \cdot 0,5 \cdot (0,075 - 0,038) \cdot 0,015 = 0,00444 \text{ м}^2;$$

$$F_p^{VIII} = 16 \cdot b_c \cdot h_c = 16 \cdot 0,01 \cdot 0,015 = 0,0024 \text{ м}^2;$$

$$F_p = 0,0648 + 0,0157 + 0,02512 + 0,01884 + 0,00791 + 0,01064 + 0,00444 - 0,0024 = 0,1451 \text{ м}^2.$$

$$Q_{n.p} = 3,6 \cdot 18,84 \cdot 0,1451 \cdot (160 - 5 - 25) = 1279 \text{ кДж / ч}.$$

2.7. Количество тепла, расходуемое на нагрев стола и подвижной верхней плиты пресса (рис. П.Ж.2):

$$Q_{c.n} = 3,6 \cdot \frac{\lambda}{\delta} (F_c + F_{ni}) \cdot (T_{\delta} - T_c), \quad (\text{П.Ж.12})$$

$$F_c = F_{ni} = A \cdot B = 0,180 \cdot 0,180 = 0,0324 \text{ м}^2,$$

$$Q_{c.n} = 3,6 \cdot \frac{0,256}{0,008} \cdot (0,0324 + 0,0324) \cdot (155 - 45) = 821 \text{кДж / ч} .$$

2.8. Количество тепла, уходящее при обдуве оформляющих поверхностей пресс-формы воздухом:

$$Q_v = V_v \cdot G_u \cdot m_u \cdot c_v \cdot \Delta T , \quad (\text{П.Ж.13})$$

$$Q_v = 2,3 \cdot 0,340 \cdot 9,35 \cdot 1,2 \cdot 15 = 132 \text{кДж / ч} .$$

2.9. Потери тепла через болтовые соединения $Q_{б.с}$ и прочие потери Q_{np} (учитывающее неточность расчета и исходных данных) сравнительно не велики и их можно принять равными $2 \div 3$ % от суммы выше рассчитанного расхода тепла:

$$\sum Q = Q_m + Q_{б.н} + Q_{н.р} + Q_{c.n} + Q_v , \quad (\text{П.Ж.14})$$

$$\sum Q = 358 + 1827 + 1279 + 821 + 132 = 4417 \text{кДж / ч} .$$

Количество тепла, необходимого для нагрева пресс-материала и компенсации потерь:

$$Q_n = 1,02 \cdot \sum Q , \quad (\text{П.Ж.15})$$

$$Q_n = 1,02 \cdot 4417 = 4505 \text{кДж / ч} .$$

2.10. Тепло, подводимое к пресс-форме при установившемся режиме работы:

$$Q_n = Q_n - Q_v , \quad (\text{П.Ж.16})$$

$$Q_n = 4505 - 134 = 4371 \text{кДж / ч} .$$

Мощность электрических нагревателей:

$$W_n = \frac{4371}{3600} = 1,21 \text{кВт} .$$

3. Время разогрева пресс-формы от начальной (окружающего воздуха) температуры до температуры прессования:

$$\tau_{раз} = \frac{Q_{раз}}{Q_n - Q_{ном}} , \quad (\text{П.Ж.17})$$

где $Q_{раз}$ – тепло, необходимое для разогрева пресс-формы от температуры окружающего воздуха до температуры прессования, кДж/ч;

$Q_{ном}$ – потери тепла в процессе разогрева пресс-формы, кДж/ч.

3.1. Масса пресс-формы (с учетом пустот между конструктивными элементами формы):

$$m_{нф} = (0,7 - 0,9) \cdot \rho_{ф} \cdot A \cdot B \cdot H_{нф} , \quad (\text{П.Ж.18})$$

$$m_{нф} = 0,9 \cdot 7850 \cdot 0,180 \cdot 0,180 \cdot 0,305 = 69,8 \text{кг} .$$

3.2. Тепло, необходимое для разогрева пресс-формы от температуры окружающего воздуха до температуры прессования:

$$Q_{раз} = m_{нф} \cdot c_{ф} \cdot (T_n - T_v) , \quad (\text{П.Ж.19})$$

$$Q_{раз} = 69,8 \cdot 0,502 \cdot (160 - 25) = 4731 \text{кДж} .$$

3.3. Потери тепла в процессе разогрева пресс-формы:

$$Q_{ном} = \frac{Q_{б.н} + Q_{с.н} + \frac{Q_n}{\sum Q}}{2} \text{кДж / ч} , \quad (\text{П.Ж.20})$$

$$Q_{ном} = \frac{1827 + 821 + \frac{4505}{4417}}{2} = 1325 \text{кДж / ч} .$$

3.4. Время разогрева пресс-формы от начальной (окружающего воздуха) температуры до температуры прессования:

$$\tau_{раз} = \frac{4731}{4371 - 1325} = 1,55 \text{ч} .$$

Это время разогрева велико, и для его уменьшения можно увеличить мощность нагревателей или установить две системы нагревателей, и на время разогрева включить обе системы, а после нагрева оставить в работе одну с мощностью, равной расчетной. Так, например, если мощность электрических нагревателей увеличить до 2 кВт (на 64 %), то время разогрева данной пресс-формы уменьшится до 0,8 ч (на 94 %).

В приложении 3 выше приведенный тепловой расчет выполнен с применением ППП "Microsoft Excel". Для того чтобы воспользоваться данной программой, необходимо в графу "Исходные данные" таблиц П.3.3 и П.3.4 ввести свои исходные данные для расчета, и соответствующие расчеты будут выполнены ПЭВМ автоматически. Исходя из геометрии боковой поверхности пресс-формы и поверхностей разъема, в таблицы П.3.3 и П.3.4 ввести также соответствующие формулы расчета V_u , F_b и F_p .