

**ОБЛАСТНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«СМОЛЕНСКАЯ АКАДЕМИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ»**

Сафоновский филиал областного государственного бюджетного
профессионального образовательного учреждения
«Смоленская академия профессионального образования»
(Сафоновский филиал ОГБПОУ СмолАПО)

ЦИКЛОВАЯ КОМИССИЯ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по выполнению практических работ по МДК.03.01 Основы обслуживания и
эксплуатации технологического оборудования для студентов специальности
18.02.13 Технология производства изделий из полимерных композитов

Сафоново, 2019 г.

Организация-разработчик: Сафоновский филиал областного государственного бюджетного профессионального образовательного учреждения «Смоленская академия профессионального образования» (Сафоновский филиал ОГБПОУ СмолАПО)

Разработчик: Г.В.Никулина, преподаватель Сафоновского филиала ОГБПОУ СмолАПО

Согласовано с работодателем: АО «Авангард»

Рассмотрено цикловой комиссией экономических дисциплин и информационных технологий
Протокол №1 от «29» августа 2019 г.

Рассмотрено методическим советом Сафоновского филиала областного государственного бюджетного профессионального образовательного учреждения «Смоленская академия профессионального образования»
Протокол №1 от «29» сентября 2019 г.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
Практическая работа №1 Расчет валкового оборудования	7
Практическая работа №2 Тепловой расчет материального цилиндра литьевой машины	9
Практическая работа №3 Тепловой расчет пресс-формы	14
Практическая работа №4 Расчет основных детали литьевой машины на прочность	19
Практическая работа №5 Расчет гидроцилиндра на прочность	22
Практическая работа №6 Расчет производительности оборудования	24
Практическая работа №7 Сравнение технических характеристик по переработке полимерных материалов с параметрами, рассчитанными в ходе практических работ, с выводом о возможности использования оборудования для изготовления конкретного изделия	26
Практическая работа №8 Сравнение технических характеристик по переработке полимерных материалов с параметрами, рассчитанными в ходе практических работ, с выводом о возможности использования оборудования для изготовления конкретного изделия	28
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	31
ПРИЛОЖЕНИЕ А	36

ВВЕДЕНИЕ

Методические указания по организации и выполнению практических работ по междисциплинарному курсу МДК.03.01 Основы обслуживания и эксплуатации технологического оборудования профессионального модуля ПМ.03 Обслуживание и эксплуатация технологического оборудования по специальности 18.02.13 Технология производства из, изделий из полимерных композитов.

Практические работы предназначены для освоения вида профессиональной деятельности (ВПД) Обслуживание и эксплуатация технологического оборудования, соответствующих профессиональных компетенций (ПК) и общих компетенций:

ПК 1.1 Подготавливать к работе технологическое оборудование, инструменты, оснастку.

ПК 1.2 Контролировать и обеспечивать бесперебойную работу оборудования, технологических линий.

ПК 1.3 Выявлять и устранять отклонения от режимов в работе оборудования.

ОК 2 Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.

ОК 3 Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность.

ОК 4 Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.

ОК 5 Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.

ОК 8 Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать

повышение квалификации.

Цель практических работ: формирование профессиональных компетенций будущих специалистов по технологии производства изделий из полимерных композитов в области организации процесса производства с использованием современных направлений.

В результате освоения профессионального модуля обучающийся должен:

иметь практический опыт:

- подготовки к работе технологического оборудования, инструментов, оснастки;

- эксплуатации технологического оборудования; обеспечения бесперебойной работы оборудования;

- выявления и устранения отклонений от нормы в работе оборудования.

уметь:

- снимать показания приборов, регулирующих технологический процесс, и оценивать достоверность информации; осуществлять наладку, настройку, регулировку и опытную проверку оборудования;

- подключать приборы, регистрировать необходимые характеристики и параметры;

- решать расчетные задачи с использованием информационных технологий.

знать:

- гидромеханические процессы и аппараты;

- тепловые процессы и аппараты;

- массообменные процессы и аппараты;

- механические аппараты;

- основные типы, конструктивные особенности и принцип работы оборудования для проведения производственных процессов;

- классификацию, характеристику и конструкционные особенности

оборудования для переработки полимерных материалов;

- выбор оборудования с учетом технологической схемы процесса;
- основы технологических расчетов оборудования;
- методы осмотра оборудования и обнаружения дефектов;
- паро-, энерго- и водоснабжение производства;
- правила безопасной работы оборудования для переработки

полимерных материалов.

Методические указания к практическим работам рекомендованы при подготовке студентов к выполнению практических работ по специальности 18.02.13 Технология производства изделий из полимерных композитов.

Практическая работа №1 Расчет валкового оборудования

Цель: Определить производительность валкового оборудования периодического и непрерывного действия.

Задачи:

1. Определить марку перерабатываемого материала
2. Определить производительность валкового оборудования

Алгоритм выполнения работы:

1. Получить задание на выполнение практической работы:

-определить плотность для конкретной марки материала;

-определить площадь поперечного сечения материала в зазоре между валками.

2. Определить производительность валкового оборудования.

Пример выполнения практической работы 1

1. Производительность вальцов периодического действия, Q, кг/ч рассчитывают по формуле:

$$Q = \frac{60 \cdot G_n \cdot k}{\tau}, \quad (1)$$

где G_n – величина навески, кг; $G_n = (0,06-0,85) \cdot D \cdot l \cdot \rho$,

D- диаметр заднего вальца, м;

l- длина рабочей части вальца, м;

ρ - плотность вальцуемой массы, кг/м³;

k- коэффициент использования оборудования;

τ - цикл вальцевания, мин.

Пример. Определить производительность вальцов периодического действия, если диаметр вальца 500 мм, плотность массы 0,9 г/см³, длина вальца 150 см, время вальцевания 0,6 ч.

Производительность вальцов периодического действия, Q, кг/ч рассчитывают по формуле:

$$Q = \frac{60 \cdot G_n \cdot k}{\tau},$$

Определяют навеску материала:

$$G_n = (0,06-0,85) \cdot D \cdot I \cdot \rho,$$

$$G_n = 0,06 \cdot 0,5 \cdot 0,15 \cdot 900 = 4,0 \text{ кг}$$

$$Q = \frac{60 \cdot 4,0 \cdot 0,8}{36} = 5,4 \text{ кг/ч}$$

2. Производительность вальцов непрерывного действия, Q , кг/ч, рассчитывают по формуле:

$$Q = 60 \cdot \pi \cdot D \cdot n \cdot h \cdot b \cdot \rho \cdot k, \quad (2)$$

где n – число оборотов вала, об/мин;

h – толщина массы в зазоре, м;

b – ширина ленты материала, м;

$$b = \frac{L}{n \cdot \tau}$$

L – длина валка;

τ – мы узнаем опытным путем.

3. Производительность каландра, Q , кг/ч, определяют по формуле:

$$Q = 60 \cdot V \cdot F \cdot \gamma \cdot n, \quad (3)$$

где V – скорость выхода плёнки, м/мин;

$$V = V_1 \cdot \psi,$$

V_1 – окружная скорость валка, м/мин;

ψ – коэффициент опережения.

$$V_1 = \pi \cdot D \cdot n,$$

где D – диаметр валка, м;

n – частота вращения валка, об/мин;

F – площадь поперечного сечения плёнки между валками, м²;

γ – удельный вес плёнки, кг/м²;

n – коэффициент использования оборудования.

Пример: Определить производительность каландра, если диаметр валка 950 мм, число оборотов валка 0,5 об/с, толщина массы в зазоре 1 мм, длина

валка 1800 мм, удельный вес плёнки 1100 кг/м³, коэффициент использования оборудования 0,95, коэффициент опережения 2,8.

Определяют окружную скорость валка, м/мин:

$$V_1 = 3,14 \cdot 0,95 \cdot 30 = 89,0 \text{ м/мин}$$

Определяют скорость V выхода плёнки, м/мин:

$$V = 89,0 \cdot 2,8 = 250 \text{ м/мин}$$

Площадь поперечного сечения плёнки в зазоре между валками, F , м² определяют по формуле:

$$F = l \cdot h,$$

где l - длина валка, м:

h - толщина массы в зазоре, м.

$$F = 1,8 \cdot 0,001 = 0,0018 \text{ м}^2$$

Производительность каландра, Q , кг/ч, определяют по формуле:

$$Q = 60 \cdot 250 \cdot 0,0018 \cdot 1100 \cdot 0,95 = 28280 \text{ кг/ч}$$

Практическая работа 2 Тепловой расчет материального цилиндра литейной машины

Цель: Определить мощность электронагревателей, сравнить с установленной на машине и дать заключение о возможности переработки конкретного материала на выбранной марке машины.

Задачи:

1. Определить расход тепла в пусковом и установившемся периодах
2. Определить мощность электронагревателя

Алгоритм выполнения работы:

1. Получить задание на выполнение практической работы:

-определить количество тепла, необходимого для нагрева цилиндра, червяка, изоляции, материала, потери тепла в окружающую среду и теплопластикации, выделяемое за счет трения;

-определить мощность электронагревателей в пусковом и установившемся периодах.

2. Дать заключение о возможности переработки конкретного материала на выбранной марке.

Пример выполнения практической работы 2

Тепловой расчёт литейной машины сводится к определению мощности электронагревателей. Расчёт делится на два периода.

I - пусковой период.

$$Q_{\text{общ.}} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4,$$

Определяют количество тепла на нагрев материального цилиндра, Q_1 , Вт, по формуле:

$$Q_1 = \frac{M_1 \cdot C_1 \cdot (t_2 - t_1)}{\tau}, \quad (4)$$

где M_1 – масса цилиндра, кг.

Массу материального цилиндра определяют по формуле:

$$M_1 = V_y \cdot \rho_{cm} = \frac{\pi}{4} \cdot (D^2 - d^2) \cdot L \cdot \rho_{cm}, \quad (5)$$

где D – диаметр цилиндра, м.

$$D = d + 2 \cdot B,$$

где d – диаметр червяка, м; $d=0,05$ м;

B – толщина стенки цилиндра, м; $B=0,01$ м;

$$D = 0,05 + 2 \cdot 0,01 = 0,07 \text{ м}$$

ρ – плотность стали, кг/м^3 ; $\rho = 7800 \text{ кг/м}^3$ [4];

$$M_1 = \frac{3,14}{4} \cdot (0,07^2 - 0,05^2) \cdot 0,55 \cdot 7800 = 8 \text{ кг}$$

C_1 – теплоёмкость материала, $\text{Дж/кг} \cdot \text{град}$; $C_1 = 500 \text{ Дж/кг} \cdot \text{град}$;

t_2 – конечная температура цилиндра, $^{\circ}\text{C}$;

t_1 – начальная температура цилиндра, $^{\circ}\text{C}$; $t_1 = 18 \div 22 \text{ }^{\circ}\text{C}$;

τ – время разогрева цилиндра, с; $\tau = 3600$ с.

$$Q_1 = \frac{8 \cdot 500 \cdot (200 - 20)}{3600} = 233 \text{ Вт}$$

Количество тепла на нагрев червяка, Q_2 , Вт, определяют по формуле:

$$Q_2 = \frac{M_2 \cdot C_2 \cdot (t_2 - t_1)}{\tau}, \quad (6)$$

где M_2 – масса червяка, кг.

Массу червяка определяют по формуле:

$$M_2 = 0,75 \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot L \cdot \rho_{cm}, \quad (7)$$

$$M_2 = 0,75 \cdot \frac{3,14 \cdot 0,05^2}{4} \cdot 0,55 \cdot 7800 = 8,4 \text{ кг}$$

$$C_2 = C_1 = 500 \text{ Дж/кг} \cdot \text{град} [4];$$

t_1 – начальная температура червяка, $^{\circ}\text{C}$; $t_1 = 10 \text{ }^{\circ}\text{C}$;

t_2 – конечная температура червяка, $^{\circ}\text{C}$.

$$t_2 = t_1 + t_{\max},$$

$$t_2 = 10 + 190 = 200 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$Q_2 = \frac{8,4 \cdot 500 \cdot (200 - 20)}{3600} = 246 \text{ Вт}$$

Количество тепла на нагрев изоляции, Q_3 , Вт, определяют по формуле:

$$Q_3 = \frac{M_3 \cdot C_3 \cdot (t_2 - t_1)}{\tau}, \quad (8)$$

где M_3 – масса изоляции, кг.

$$M_3 = V_{из.} \cdot \rho_{из.},$$

где $V_{из.}$ – объём изоляции, м³;

$\rho_{из.}$ - плотность изоляции, кг/м³; $\rho_{из.} = 2500$ кг/м³ [4].

$$V_{из.} = \frac{\pi}{4} \cdot (D_{из.}^2 - D^2) \cdot L,$$

где $D_{из.}$ – наружный диаметр изоляции, м;

D - наружный диаметр цилиндра, м.

$$D_{из.} = D + 2 \cdot \delta_{из.},$$

где $B_{из.}$ – толщина изоляции, м; $B = 0,02$ м.

$$D_{из.} = 0,07 + 2 \cdot 0,02 = 0,11 \text{ м}$$

$$V_{из.} = \frac{3,14}{4} \cdot (0,11^2 - 0,07^2) \cdot 0,55 = 0,003 \text{ м}^3$$

$$M_3 = 0,003 \cdot 2500 = 7,5 \text{ кг}$$

C_3 – теплоёмкость изоляции (асбеста), Дж/кг·град; $C_1 = 840$ Дж/кг·град;

t_2 - конечная температура изоляции, °C; $t_2 = 50$ °C;

t_1 - начальная температура изоляции, °C; $t_1 = 20$ °C.

$$Q_3 = \frac{7,5 \cdot 840 \cdot (50 - 20)}{3600} = 53 \text{ Вт}$$

Потери тепла в окружающую среду, Q_4 , Вт, определяют по формуле:

$$Q_4 = \alpha \cdot F \cdot (t_2 - t_1), \quad (9)$$

где α - коэффициент теплоотдачи, Вт/м²град.

$$\alpha = 9,74 + 0,07 \cdot \Delta t,$$

где Δt - разность температур, °C.

$$\Delta t = t_2 - t_1,$$

$$\Delta t = 50 - 20 = 30 \text{ °C}$$

$$\alpha = 9,74 + 0,07 \cdot 30 = 11,84 \text{ Вт / м}^2 \text{ град}$$

где F – боковая поверхность изоляции, m^2 .

$$F = \pi \cdot D_{из.} \cdot L,$$

$$F = 3,14 \cdot 0,11 \cdot 0,55 = 0,19 m^2$$

$$Q_4 = 11,84 \cdot 0,19 \cdot (50 - 20) = 67 Bm$$

$$Q_{общ.} = 233 + 246 + 53 + 67 = 599 Bm$$

Определяют мощность электронагревателей в I периоде, кВт по формуле:

$$N_I = \frac{Q_{общ.}}{\eta \cdot 1000}, \quad (10)$$

где η – коэффициент полезного действия (КПД); $\eta = 0,5 \div 0,6$.

$$N_I = \frac{599}{1000 \cdot 0,5} = 1,2 кВт$$

II период – установившийся

$$Q_{общ.} = Q_4 + Q_5 - Q_6,$$

Количество тепла, необходимое на нагрев перерабатываемого материала, Q_5 , Вт, определяют по формуле:

$$Q_5 = \frac{M_5 \cdot C_5 \cdot (t_2 - t_1)}{\tau}, \quad (11)$$

где M_5 – масса материала, перерабатываемого за 1 час, кг/ч.

$$M_5 = \frac{M \cdot m \cdot k}{\tau_{ц}},$$

где M – масса изделия, кг; $M = 0,0126$ кг;

n – гнездность формы, шт; $n = 4$ шт;

k – коэффициент использования оборудования; $k = 0,7$;

$\tau_{ц}$ – время цикла литья, ч; $\tau_{ц} = 0,012$ ч.

$$M_5 = \frac{0,0126 \cdot 4 \cdot 0,7}{0,012} = 2,94 кг/ч$$

C_5 – теплоёмкость перерабатываемого материала, Дж/кг·град;

$C_1 = 2100$ Дж/кг·град [10];

$$t_2 = t_{пер} = 190^{\circ}C;$$

$$t_1 = 20^0 C .$$

$$Q_5 = \frac{2,94 \cdot 2100 \cdot (190 - 20)}{3600} = 429 \text{ Bm}$$

Тепло пластикации, выделяемое за счет трения, Q_6 , Вт, определяют по формуле:

$$Q_6 = \frac{M_5 \cdot Z}{\tau}, \quad (12)$$

где Z – тепло пластикации на 1кг, Дж/кг; $Z = 30 \cdot 10^3 \text{ Дж/кг}$.

$$Q_6 = \frac{2,94 \cdot 30 \cdot 10^3}{3600} = 29 \text{ Bm}$$

$$Q_{\text{общ.}} = 67 + 429 - 29 = 467 \text{ Bm}$$

Определяют мощность электронагревателей во втором периоде, N_{II} , кВт, по формуле:

$$N_{II} = \frac{Q_{\text{общ.}}}{1000 \cdot \eta},$$

$$N_{II} = \frac{467}{1000 \cdot 0,5} = 0,9 \text{ кВт}$$

Сравнивая мощности I и II периодов, выбираем мощность I периода, так как $N_I = 1,2 \text{ кВт}$, $N_2 = 0,9 \text{ кВт}$, $N_2 < N_1$ то мощность электронагревателей, установленных на литьевой машине, подходит для перевода материала в вязко-текучее состояние, так как $N_I = 1,2 \text{ кВт}$, а $N_{\text{маш}} = 9,6 \text{ кВт}$. Машина выбрана правильно и сможет обеспечить необходимый цикл литья.

Практическая работа 3 Тепловой расчет пресс-формы

Цель: Определить время разогрева пресс-формы.

Задачи:

1. Определить расход тепла в первом и втором периоде
2. Определить мощность электронагревателя
3. Определить время разогрева пресс-формы

Алгоритм выполнения работы:

1. Получить задание на выполнение практической работы:

-определить габаритные размеры пресс-формы для изготовления конкретного изделия;

-определить мощность электронагревателей;

-определить время разогрева пресс-формы.

2. Дать заключение о возможности переработки конкретного материала на данной пресс-форме.

Пример выполнения практической работы 3

Тепловой расчет пресс – формы сводится к определению мощности электронагревателей и времени разогрева пресс – формы.

Он делится на два периода:

- 1- установившийся период прессования
- 2- разогрев пресс – формы

Первый период:

Определяют приход тепла, $Q_{\text{общ}}$, Вт по формуле:

$$Q_{\text{общ}} = Q_{\text{эл}} + Q_{\text{экз}}, \quad (13)$$

где $Q_{\text{эл}}$ – тепло от электронагревателей, Вт;

$Q_{\text{экз}}$ – тепло, выделяющиеся при реакции поликонденсации, Вт.

Определяют общее количество тепла, $Q_{\text{общ}}$ по формуле:

$$Q_{\text{общ}} = Q_{\text{пол}} + Q_{\text{бок}} + Q_{\text{раз}} + Q_{\text{сп}} + Q_{\text{бол}} + Q_{\text{проч}}, \quad (14)$$

где $Q_{\text{пол}}$ – тепло, затрачиваемое на нагрев пресс – материала, Вт.

Определяют тепло, затрачиваемое на нагрев пресс – материала, $Q_{\text{пол}}$,

Вт, по формуле:

$$Q_{\text{пол}} = M \cdot Z \cdot C \cdot \Delta t, \quad (15)$$

где M – масса изделия, кг; $M = 0,0015$ кг;

Z – средняя производительность пресса, шт/с;

$$Z = \frac{m}{\tau \cdot 60} = \frac{12}{1,4 \cdot 60} = 0,143 \text{ шт/с}$$

C – теплоемкость пресс – материала, Дж/кг·град; $C = 1260$ Дж/кг·град;

$$\Delta t = t_2 - t_1,$$

где t_1 – температура предварительного нагрева, °С; $t_1 = 70$ °С;

t_2 – температура переработки материала, °С; $t_2 = 185$ °С [20].

$$\Delta t = 185 - 70 = 115 \text{°С}$$

$$Q_{\text{пол}} = 0,0015 \cdot 0,143 \cdot 1260 \cdot 115 = 31 \text{ Вт}$$

Определяют потери тепла через боковую поверхность пресс-формы, $Q_{\text{бок}}$, Вт, по формуле:

$$Q_{\text{бок}} = L_{\delta} \cdot F_{\delta} \cdot \Delta t, \quad (16)$$

где $Q_{\text{бок}}$ – потери тепла через боковую поверхность пресс-формы, Вт;

L_{δ} – коэффициент теплопередачи, Вт/м²·град;

$$L_{\delta} = 9,74 + 0,07 \cdot \Delta t_{\text{ст}},$$

$$L_{\delta} = 9,74 + 0,07 \cdot 92,5 = 16,2 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{град}$$

F_{δ} – боковая поверхность пресс – формы, м².

$$F_{\delta} = 2 \cdot H \cdot L + 2 \cdot B \cdot H,$$

где H – высота пресс – формы, м; $H = 0,400$ м;

L – длина пресс – формы, м; $L = 0,400$ м;

B – ширина пресс – формы, м; $B = 0,300$ м;

$$F_{\delta} = 2 \cdot 0,400 \cdot 0,400 + 2 \cdot 0,300 \cdot 0,400 = 0,56 \text{ м}^2$$

$$\Delta t = (t_{\text{ст}} - t_{\text{oc}}),$$

$$\Delta t = 92,5 - 20 = 72,5 \text{ °С}$$

$$t_{\text{ст}} = 0,5 \cdot t_{\text{пер}},$$

$$t_{\text{ст}} = 0,5 \cdot 185 = 92,5 \text{ °С}$$

$$t_{\text{oc}} = 18 \div 22 \text{ °С.}$$

$$Q_{\text{бок}} = 16,2 \cdot 0,56 \cdot 72,5 = 658 \text{ Вт}$$

Определяют потери тепла через плоскость разъёма пресс-формы, $Q_{\text{раз}}$, Вт. по формуле:

$$Q_{\text{раз}} = L_{\delta} \cdot F_p \cdot \Delta t, \quad (17)$$

где $Q_{\text{раз}}$ – потери тепла через плоскость разъёма пресс-формы, Вт;

L_{δ} – коэффициент теплоотдачи, $\text{Вт/м}^2 \cdot \text{град}$;

$$L_{\delta} = 12 - 14 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{град}};$$

Δt – разность температур разъёма и окружающей среды, $^{\circ}\text{C}$;

$$\Delta t = t_{\text{раз}} - t_{\text{окр. ср.}}$$

$$\Delta t = 185 - 20 = 165 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

F_p – площадь разъёма пресс-формы, м^2 .

$$F_p = 2 \cdot L \cdot B,$$

где L – длина пресс – формы, м;

B – ширина пресс – формы, м;

$$F_p = 2 \cdot 0,400 \cdot 0,300 = 0,24 \text{ м}^2$$

$$Q_{\text{раз}} = 12 \cdot 0,24 \cdot 165 = 475 \text{ Вт}$$

Определяют потери тепла в столе пресса, $Q_{\text{сп}}$, Вт, по формуле:

$$Q_{\text{сп}} = \frac{2 \cdot F_0 \cdot \lambda_{\text{экв}}}{\delta_{\text{прок}}} \cdot \Delta t, \quad (18)$$

где F_0 – поверхность соприкосновения пресс – формы со столом пресса, м^2 .

$$F_0 = B \cdot L,$$

где B – ширина пресс – формы, м;

L – длина пресс – формы, м;

$$F_0 = 0,300 \cdot 0,400 = 0,12 \text{ м}^2$$

$\lambda_{\text{экв}}$ – эквивалентный коэффициент теплопроводности для изоляционной плиты, $\text{Вт/м}^2 \cdot \text{град}$; $\lambda_{\text{экв}} = 0,19 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{град}$ [4];

$\delta_{\text{прок}}$ – толщина стандартной прокладочной плиты, м; $\delta_{\text{прок}} = 0,027 \text{ м}$ [4];

Δt – разность температур между пресс – формой и столом пресса, $^{\circ}\text{C}$.

$$\Delta t = t_2 - t_1,$$

$$t_2 = t_{ст}$$

$$\Delta t = 92,5 - 35 = 57,5^{\circ}\text{C}$$

$$Q_{сп} = \frac{2 \cdot 0,12 \cdot 0,19}{0,027} \cdot 57,5 = 97 \text{ Вт}$$

Определяют потери тепла через болтовые соединения, $Q_{бол}$, Вт, по формуле:

$$Q_{бол} = 480 \cdot d \cdot \left(\frac{\lambda \cdot d}{2 \cdot l} + \alpha_{бол} \cdot l \right), \quad (19)$$

где d – диаметр болта пресс – формы, м; $d = 0,018$ м [12];

l – длина болта, м;

$$l = 0,5 \cdot H,$$

$$l = 0,5 \cdot 0,400 = 0,20 \text{ м}$$

λ – коэффициент теплопроводности стали, Вт/ м²·град; $\lambda = 46,5$ Вт/ м²·град [4];

$\alpha_{бол}$ – коэффициент теплоотдачи болтов в воздух, Вт/ м²·град;

$$\alpha_{бол} = 14,4 \text{ Вт/ м}^2 \cdot \text{град} [12].$$

$$Q_{бол} = 480 \cdot 0,018 \cdot \left(\frac{46,5 \cdot 0,018}{2 \cdot 0,20} + 14,4 \cdot 0,20 \right) = 45 \text{ Вт}$$

Определяют тепло потерянное при продувке пресс – формы сжатым воздухом в единицу времени, $Q_{проч}$, Вт, по формуле:

$$Q_{проч} = V_1 \cdot C_p \cdot \Delta t, \quad (20)$$

где C_p – объемная теплоемкость воздуха при постоянном давлении, Дж/Нм³·град; $C_p = 1305$ Дж/Нм³·град [12];

V_1 – объем воздуха, расходуемого на одну пресс – форму, м³/с.

Определяют объем воздуха, расходуемого на одну пресс-форму, V_1 , м³/с, по формуле:

$$V_1 = 2,3 \cdot Z \cdot G_1, \quad (21)$$

$$V_1 = 2,3 \cdot 0,143 \cdot 0,0015 = 0,0005 \text{ м}^3/\text{с}$$

где Δt – изменение температуры воздуха ⁰С; $\Delta t = 5^{\circ}\text{C}$ [12];

G_1 – вес изделия, кг;

Z – число изделий изготовленных в час, шт/с.

$$Q_{пр} = 0,0005 \cdot 1305 \cdot 5 = 3 \text{ Вт}$$

$$Q_{общ} = 31 + 658 + 475 + 97 + 45 + 3 = 1309 \text{ Вт}$$

$$Q_{общ} = Q_{эл} + Q_{экз}$$

$$Q_{эл} = Q_{общ} - Q_{экз}$$

Определяют количество тепла, выделяющиеся при реакции поликонденсации, $Q_{экз}$, Вт, по формуле:

$$Q_{экз} = q_{экз} \cdot M \cdot Z, \quad (22)$$

где $q_{экз}$ – теплота выделяемая в процессе отверждения связующего, Дж/кг; $q_{экз} = 4,19 \cdot 10^3$ Дж/кг [12].

$$Q_{экз} = 4190 \cdot 0,0015 \cdot 0,143 = 1,0 \text{ Вт}$$

$$Q_{эл} = 1309 - 1,0 = 1308 \text{ Вт}$$

Определяют мощность электронагревателей, $N_{эл}$, кВт, по формуле:

$$N_{эл} = \frac{Q_{эл}}{\eta \cdot 1000}, \quad (23)$$

где η – КПД электронагревателей; $\eta = 0,5 \div 0,6$ [10].

$$N_{эл} = \frac{1308}{0,5 \cdot 1000} = 2,6 \text{ кВт}$$

Второй период:

Определяют количество тепла необходимое на разогрев пресс – формы в начальный период, $Q_{пф}$, Дж, по формуле:

$$Q_{пф} = M_{пф} \cdot C_{пф} \cdot \Delta t, \quad (24)$$

где $M_{пф}$ – масса пресс-формы, кг;

$$M_{пф} = V \cdot \rho = H \cdot B \cdot L \cdot \rho = 0,4 \cdot 0,3 \cdot 0,4 \cdot 7850 = 377 \text{ кг}$$

$C_{пф}$ – теплоемкость стали пресс – формы, Дж/кг·град;

$$C_{пф} = 500 - 600 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{град}} [4];$$

Δt – разность температуры пресс – формы, °С;

$$\Delta t = t_2 - t_1,$$

$$t_2 = (10 \div 20) + t_{пер},$$

$$t_2=10+185=195^{\circ}\text{C}$$

$$t_1=20^{\circ}\text{C}.$$

$$\Delta t=195-20=175^{\circ}\text{C}$$

$$Q_{\text{пф}}=377 \cdot 500 \cdot (175-20)=29217500 \text{ Дж}$$

Определяют время разогрева пресс – формы перед началом прессования, $t_{\text{раз}}$ ч, по формуле:

$$t_{\text{раз}} = \frac{Q_{\text{пф}}}{Q_{\text{эл}} \cdot f - \frac{Q_{\text{пот}} + Q_{\text{бол}}}{2}} \cdot \frac{1}{3600}, \quad (25)$$

где f – поправочный коэффициент электронагревателя; $f=1,8 \div 2$ [12].

Определяют потери тепла на разогрев пресс – формы в единицу времени, $Q_{\text{пот}}$, Вт, по формуле:

$$Q_{\text{пот}}=Q_{\text{бок}}+Q_{\text{раз}}+Q_{\text{сп}}, (26)$$

$$Q_{\text{пот}}=658+475+97=1230 \text{ Вт}$$

$$t_{\text{раз}} = \frac{29217500}{1308 \cdot 2,0 - \frac{1230 + 45}{2}} \cdot \frac{1}{3600} = 4,1 \text{ ч}$$

Время разогрева пресс-формы 4,1 ч, что превышает норму (2,5 ч), значит необходимо увеличить мощность электронагревателей в 2 раза.

Практическая работа 4 Расчет основных деталей литьевой машины на прочность

Цель: Определить толщину стенки материального цилиндра и проверить ее на прочность.

Задачи:

1. Определить предел прочности при растяжении для марки стали материального цилиндра

2. Определить толщину стенки

3. Проверить на прочность полученную толщину стенки

Алгоритм выполнения работы:

1. Получить задание на выполнение практической работы:

-определить марку стали;

-определить удельное давление литья;

-определить толщину стенки;

-проверить на прочность полученную толщину стенки.

Пример выполнения практической работы 4

Определение толщины стенки материального цилиндра и проверка её на прочность

Определяют рабочую длину червяка, L , м, по формуле:

$$L = (11 \div 15) \cdot d, \quad (27)$$

где D – диаметр червяка, м.

$$L = 11 \cdot 0,05 = 0,55 \text{ м}$$

Определяют шаг между гребнями червяка, t , м, по формуле:

$$\begin{aligned} t &= (0,8 \div 1,2) \cdot D, \\ t &= 0,8 \cdot 0,05 = 0,04 \text{ м} \end{aligned} \quad (28)$$

Определяют глубину винтового канала в зоне загрузки, h_1 , м, по формуле:

$$\begin{aligned} h_1 &= (0,12 \div 0,16) \cdot D, \\ h_1 &= 0,12 \cdot 0,05 = 0,006 \text{ м} \end{aligned} \quad (29)$$

Определяют угол наклона винтовой линии, φ , град по формуле:

$$\varphi = \arctg\left(\frac{t}{\pi \cdot D_x}\right), \quad (30)$$

где D_x - переменный диаметр канала, м.

$$D_x = d - 2 \cdot h_1,$$

$$D_x = 0,05 - 2 \cdot 0,006 = 0,038 \text{ м}$$

$$\varphi = \arctg\left(\frac{0,04}{3,14 \cdot 0,038}\right) = 20 \text{ град}$$

Определяют толщину гребня, B_z , м по формуле:

$$B_z = (0,002 \div 0,003) \cdot D, \quad (31)$$

$$B_z = 0,002 \cdot 0,05 = 0,0001 \text{ м}$$

Определяют длину зоны дозирования, Z_3 , м по формуле:

$$Z_3 = (0,4 \div 0,6) \cdot L, \quad (32)$$

$$Z_3 = 0,5 \cdot 0,55 = 0,275 \text{ м}$$

Определяют глубину винтового канала в зоне дозирования, h_3 , м по формуле:

$$h_3 = 0,5 \cdot \left(d - \sqrt{d^2 - \frac{4 \cdot h_1 \cdot (d - h_1)}{i}} \right), \quad (33)$$

где i - степень сжатия материала; $i = 2,5$ [13].

$$h_3 = 0,5 \cdot \left(0,05 - \sqrt{0,05^2 - \frac{4 \cdot 0,006 \cdot (0,05 - 0,006)}{2,5}} \right) = 0,0047 \text{ м}$$

Определяют зазор между цилиндром и червяком, δ , м по формуле:

$$\delta = (0,002 \div 0,005) \cdot D, \quad (34)$$

$$\delta = 0,003 \cdot 0,05 = 0,00015 \text{ м}$$

Определяют толщину стенки материального цилиндра, B , см по формуле:

$$B = r \cdot \left(\sqrt{\frac{[G_p]}{[G_p] - 1,73 \cdot P_0} - 1} \right) + C, \quad (35)$$

где r – внутренний радиус цилиндра, см;

$$r = 0,5 \cdot d,$$

$$r = 0,5 \cdot 5,0 = 2,5 \text{ см}$$

G_p - допускаемое напряжение при растяжении стали, МПа; $G_p = 850 \text{ МПа}$ [4].

$$[G_p] = \frac{G_p}{n},$$

где n – коэффициент запаса прочности стали; $n = 3$ [4].

$$[G_p] = \frac{850}{3} = 283 \text{ МПа}$$

P_0 – удельное давление литья, МПа; $P_0 = 100 \text{ МПа}$;

C – прибавка на коррозию, см; $C = 0,05 \text{ см}$;

$$B = 2,5 \cdot \left(\sqrt{\frac{283}{283 - 1,73 \cdot 100}} - 1 \right) + 0,05 = 1,0 \text{ см}$$

Проверку на прочность осуществляют по формуле:

$$\frac{P_0 \cdot (R^2 + r^2)}{R^2 - r^2} \leq [G_p], \quad (36)$$

где R – наружный радиус цилиндра, см.

$$R = r + B;$$

$$R = 2,5 + 1,0 = 3,5 \text{ см}$$

$$\frac{100 \cdot (3,5^2 + 2,5^2)}{3,5^2 - 2,5^2} = 246 \text{ МПа}$$

$$246 \text{ МПа} < 283 \text{ МПа}$$

Следовательно, толщина стенки материального цилиндра выдержит давление расплава материала в цилиндре. Машина выбрана правильно.

Практическая работа 5 Расчет гидроцилиндра на прочность

Цель: Определить толщину стенки гидравлического цилиндра и проверить ее на прочность.

Задачи:

1. Определить предел прочности при растяжении для марки стали гидравлического цилиндра

2. Определить толщину стенки

3. Проверить на прочность полученную толщину стенки

Алгоритм выполнения работы:

1. Получить задание на выполнение практической работы:

-определить марки стали;

-определить давление гидравлической жидкости;

-определить толщину стенки;

-проверить на прочность полученную толщину стенки.

Пример выполнения практической работы 5

Определение толщины стенки гидроцилиндра и проверка её на прочность

Определяют внутренний диаметр гидроцилиндра, $D_{вн}$, м, по формуле:

$$D_{вн} = \sqrt{\frac{4 \cdot N_{ном}}{\pi \cdot Z \cdot P_{г.ж}}}, \quad (37)$$

где $N_{ном}$ - номинальное усилие гидроцилиндра, кН; $N_{ном} = 630$ кН;

$P_{г.ж}$ - давление гидрожидкости, кПа; $P_{г.ж} = 32$ МПа = 32000 кПа.

$$D_{вн} = \sqrt{\frac{4 \cdot 630}{3,14 \cdot 1 \cdot 32000}} = 0,16 м$$

Выбирают по ГОСТ внутренний диаметр гидроцилиндра - 160 мм.

ГОСТ 6540-68 (D, мм: 10, 12, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 320, 400, 500, 630, 800).

Определяют наружный диаметр гидроцилиндра, $D_{нар}$, м, по формуле:

$$D_{\text{нар}} = D_{\text{вн.ГОСТ}} \cdot \sqrt{\frac{[G_p]}{[G_p] - 1,73 \cdot P_{\text{г.ж.}}}}, \quad (38)$$

где $[G_p]$ – допускаемое напряжение при растяжении стали, МПа.

$$[G_p] = \frac{G_p}{n},$$

где G_p – предел текучести стали, МПа; $G_p = 970$ МПа [4];

n – коэффициент запаса прочности стали; $n = 2-4$ [4].

$$[G_p] = \frac{970}{3} = 323,3 \text{ МПа}$$

$$D_{\text{нар}} = 0,16 \cdot \sqrt{\frac{323,3}{323,3 - 1,73 \cdot 32}} = 0,18 \text{ м}$$

Принимают по ГОСТ наружный диаметр гидроцилиндра - 180 мм.

Определяют толщину стенки, δ , м, по формуле:

$$\delta = \frac{D_{\text{нар.ГОСТ}} - D_{\text{вн.ГОСТ}}}{2},$$

$$\delta = \frac{0,18 - 0,16}{2} = 0,01 \text{ м}$$

Проверяют полученную толщину стенки на прочность по формуле:

$$\frac{P_{\text{г.ж.}} \cdot (R^2 + r^2)}{R^2 - r^2} \leq [G_p], \quad (39)$$

$$R = \frac{D_{\text{нар.ГОСТ}}}{2} = \frac{0,18}{2} = 0,09 \text{ м}$$

$$r = \frac{D_{\text{вн.ГОСТ}}}{2} = \frac{0,16}{2} = 0,08 \text{ м}$$

$$\frac{32 \cdot (0,09^2 + 0,08^2)}{0,09^2 - 0,08^2} = 273 \text{ МПа}$$

$$273 \text{ МПа} < 323,3 \text{ МПа}$$

Условия прочности соблюдены, следовательно, толщина стенки гидроцилиндра выдержит давление гидравлической жидкости.

Практическая работа 6 Расчет производительности оборудования

Цель: Определить производительность оборудования по переработке полимерных материалов.

Задачи:

1. Определить производительность экструзионного оборудования (для производства рукавной пленки, листов и шлангов).

Алгоритм выполнения работы:

1. Получить задание на выполнение практической работы:

-определить массу погонного метра экструдата;

-определить скорость экструзии.

Пример выполнения практической работы 6

1.1 Определяют производительность экструдера для производства рукавной пленки, Q , кг/ч, по формуле:

$$Q=60 \cdot m \cdot v \cdot k, (40)$$

где m -масса одного погонного метра пленки, кг.

$$m=V_{\text{пл}} \cdot \rho,$$

где $V_{\text{пл}}$ - объём пленки, м³.

$$V_{\text{пл}}=2 \cdot a \cdot b \cdot L,$$

где a – ширина пленки, м; $a=0,6$ м;

b – толщина пленки, м; $b=0,150$ мкм= $0,150 \cdot 10^{-3}$ м;

$$V_{\text{пл}}=2 \cdot 0,6 \cdot 0,150 \cdot 10^{-3} \cdot 1,0=0,00018 \text{ м}^3$$

ρ – плотность материала, кг/м³; $\rho =920$ кг/м³[13].

$$m=920 \cdot 0,00018=0,170 \text{ кг}$$

v – скорость отвода изделия, м/мин; $v=29,0$ м/мин;

k – коэффициент использования оборудования.

$$Q=60 \cdot 0,170 \cdot 29 \cdot 0,92=274,9 \text{ кг/ч}$$

1.2 Определяют производительность экструдера для производства листов, Q , кг/ч, по формуле:

$$Q=60 \cdot m \cdot v \cdot k, (41)$$

где Y скорость приема изделия, м/мин;

k - коэффициент использования оборудования; $k = 0,92$;

g - масса 1 погонного метра листа, кг.

$$g = V \cdot \rho,$$

где V -объем листа, м³;

ρ - плотность материала, кг/м³.

$$V = 1,0 \cdot 1,2 \cdot 0,002 = 0,0024 \text{ м}^3$$

$$g = 0,0024 \cdot 1050 = 2,2 \text{ кг}$$

$$Q = 60 \cdot 2,2 \cdot 1,5 \cdot 0,92 = 182,16 \text{ кг/ч}$$

1.3 Определяют производительность экструдера для производства шлангов, Q , кг/ч, по формуле:

$$Q = 60 \cdot m \cdot v \cdot k, \quad (42)$$

где m - масса одного погонного метра шланга, кг.

$$m = V_{\text{шл}} \cdot \rho,$$

где $V_{\text{шл}}$ -объем шланга, м³.

$$V_{\text{шл}} = \left(\frac{\pi d_1^2}{4} - \frac{\pi d_2^2}{4} \right) \cdot L,$$

где d_1 – наружный диаметр шланга, м; $d_1 = 0,027$ м;

d_2 – внутренний диаметр шланга, м.

$$d_2 = d_1 - 2 \cdot \bar{b},$$

где \bar{b} – толщина стенки шланга, м; $\bar{b} = 0,001$ м [10];

$$d_2 = 0,027 - 2 \cdot 0,001 = 0,025 \text{ м}$$

$$V_{\text{шл}} = \left(\frac{3,14 \cdot 0,027^2}{4} - \frac{3,14 \cdot 0,025^2}{4} \right) \cdot 1 = 0,0002 \text{ м}^3$$

ρ – плотность материала, кг/м³; $\rho = 960$ кг/м³ [13];

$$m = 960 \cdot 0,0002 = 0,192 \text{ кг}$$

v – скорость отвода изделия, м/мин; $v = 2,0$ м/мин;

k – коэффициент использования оборудования.

$$Q = 60 \cdot 0,192 \cdot 2,0 \cdot 0,92 = 21 \text{ кг/ч}$$

Практическая работа 7 Сравнение технических характеристик по переработке полимерных материалов с параметрами, асчитанными в ходе практических работ, с выводом о возможности использования оборудования для изготовления конкретного изделия

Цель: Выбрать гидравлический пресс для изготовления конкретного изделия путем сравнения технических характеристик нескольких марок.

Задача: 1. Рассчитать усилие прессования.

Алгоритм выполнения работы:

1.Получить задание на выполнение практической работы:

- выбрать удельное давление прессования;
- рассчитать площадь проекции изделия на плоскость разъема формы;
- рассчитать усилие прессования;
- сравнить технические характеристики нескольких марок прессов по усилию прессования, размерам стола, ходу ползуна;
- выбрать гидравлический пресс для изготовления конкретного изделия.

Пример выполнения практической работы 7

Гидравлический пресс является основным оборудованием для изготовления детали «Кольцо прижимное».

На выбор пресса влияют усилия прессования, площадь изделия, удельное давление прессования, размеры стола пресса и др.

Определяют потребное усилие прессования, N, кН по формуле:

$$N=P_0 \cdot S \cdot m \cdot K, (43)$$

где P_0 – удельное давление прессования, кПа;

S – площадь проекции изделия на плоскость разъёма формы, м²;

m - гнездность формы; m =12;

K – коэффициент, учитывающий потери на трение; K=1,1.

$$S= \frac{\pi d^2}{4} - \frac{\pi d_1^2}{4}, \text{ м}^2$$

где d – наружный диаметр, м; $d = 0,039 \text{ м}$;

∂_1 – внутренний диаметр, м; $\partial_1 = 0,035\text{ м}$.

$$S = \frac{3,14 \cdot 0,039^2}{4} - \frac{3,14 \cdot 0,035^2}{4} = 0,0002\text{ м}^2$$

$$N = 30 \cdot 10^3 \cdot 0,0002 \cdot 12 \cdot 1,1 = 179 \text{ кН}$$

По найденному усилию прессования выбирают марку прессы ДБ 2424 усилием 250 кН., но так как пресс - форма имеет размеры большие чем размер стола на прессе ДБ 2424, то выбирают пресс марки ДБ 2428. Техническая характеристика выбранного прессы указана в таблице 1 [3].

Таблица 1 – Техническая характеристика прессы

Наименование параметров	Норма
Номинальное усилие прессы, кН	630
Максимальное расстояние между плитами прессы, мм.	800
Размеры стола, мм	560 × 500
Установленная мощность электродвигателей, кВт.	2,2
Габаритные размеры, мм	1544×1255×3236
Масса прессы, кг	3185

Чертежи изделий приведены в приложении А

Практическая работа 8 Сравнение технических характеристик по переработке полимерных материалов с параметрами, ассчитанными в ходе практических работ, с выводом о возможности использования оборудования для изготовления конкретного изделия

Цель: Выбрать термопластавтомат для изготовления конкретного изделия путем сравнения технических характеристик нескольких марок.

Задача: 1. Рассчитать объем отливки и усилие запираения формы.

Алгоритм выполнения работы:

1.Получить задание на выполнение практической работы:

- выбрать удельное давление литья;
- рассчитать площадь проекции изделия на плоскость разъема формы;
- рассчитать усилие запираения формы;
- сравнить технические характеристики нескольких марок машин по усилию запираения формы и объему отливки;
- выбрать термопластавтомат для изготовления конкретного изделия.

Пример выполнения практической работы 8

На выбор термопластавтомата влияют максимальный объём отливки, наибольшая площадь отливки, пластикационная производительность, быстроходность машины, время впрыска, удельное давление литья, усилие смыкания формы, расстояние между плитами и ход подвижной плиты, расстояние между колоннами в свету.

Основными параметрами термопластавтомата являются объём отливки и усилие смыкания формы.

Определяют объём отливки, $V_{отл}$, $см^3$, по формуле:

$$V_{отл} = \frac{M_{изд} \cdot m + M_{лит}}{\rho} \cdot \frac{1}{K}, \quad (44)$$

где $M_{изд}$ – масса изделия, г; $M = 31$ г;

m – гнёздность формы, шт; $m = 1$ шт;

$M_{лит}$ – масса литника, г; $M_{лит} = 2,0$ г;

ρ - плотность перерабатываемого материала, г/см³; $\rho = 1,05$ г/см³;

K – коэффициент использования мощности машины по объёму впрыска; $K = 0,6-0,8$.

$$V = \frac{31 \cdot 1 + 2,0}{1,05} \cdot \frac{1}{0,8} = 37 \text{ см}^3$$

Определяют усилие смыкания, N , кН, по формуле:

$$N = P_0 \cdot S \cdot m \cdot K, \quad (45)$$

где P_0 – удельное давление литья, кПа; $P_0 = 100$ МПа = 100000 кПа [12];

S – площадь проекции изделия на плоскость разъёма формы, м².

$$S = \frac{\pi \cdot d_1^2}{4} - \frac{\pi \cdot d_2^2}{4} - 3 \frac{\pi \cdot d_3^2}{4}, \text{ м}^2$$

где d_1 - наружный диаметр детали, м; $d_1 = 0,146$ м;

d_2 - внутренний диаметр детали, м; $d_2 = 0,120$ м;

d_3 - диаметр отверстия, м; $d_3 = 0,004$ м;

$$S = \frac{3,14 \cdot 0,146^2}{4} - \frac{3,14 \cdot 0,120^2}{4} - 3 \frac{3,14 \cdot 0,004^2}{4} = 0,006 \text{ м}^2$$

где K – коэффициент потерь на трение; $K = 1,1$.

$$N = 100 \cdot 10^3 \cdot 0,006 \cdot 1 \cdot 1,1 = 660 \text{ кН}$$

По рассчитанному объёму отливки и усилию смыкания выбирают литьевую машину марки Д 3130-125. Её техническая характеристика указана в таблице 2 [4].

Таблица 2 - Техническая характеристика

Параметры машины	Д 3130-125
Номинальное усилие запираения формы, кН	1000
Ход подвижной плиты, мм	320
Высота устанавливаемого инструмента, мм	
наибольшая	320
наименьшая	160
Расстояние между колоннами в свету, мм	
горизонтальное	400
вертикальное	320
Наименьшее время одного раскрытия и закрытия формы, с	4,0

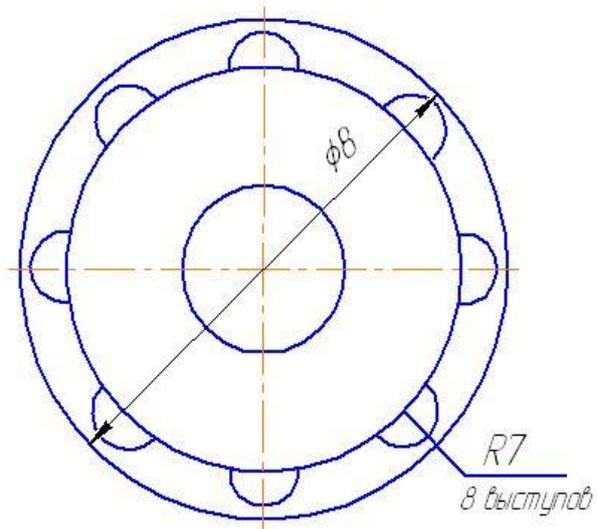
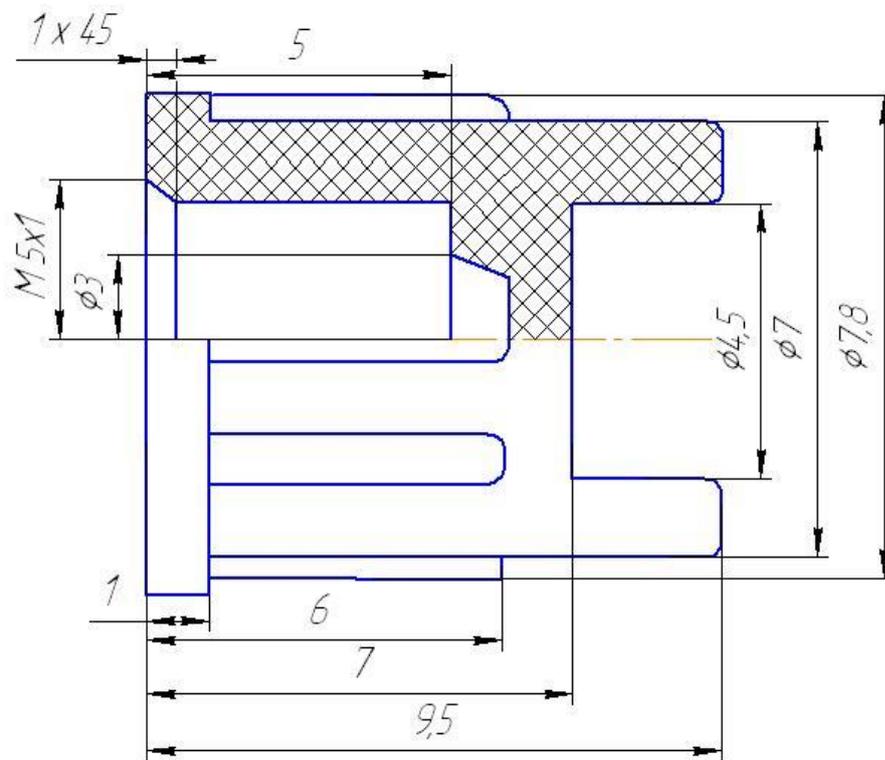
Наибольшее расстояние между подвижной и неподвижной плитами, мм	640
Номинальное давление рабочей жидкости, МПа	10 – 12,5
Номинальный объём впрыска за цикл, см ³	125
Теоретический объём впрыска за цикл, см ³	170
Номинальное давление литья, МПа	132
Объёмная скорость впрыска, см ³ /с	78
Диаметр пластицирующего червяка, мм	40
Частота вращения пластицирующего червяка, об/мин	20-200
Наибольший ход пластицирующего червяка, мм	160
Наибольшая пластикационная способность по полистиролу (теоретическая), кг/ч	75
Суммарная мощность электродвигателей, кВт	18,5
Суммарная мощность электронагревателей, кВт	5,5
Габариты машины, мм	
длина	5000
ширина	1042
высота	1800
Масса машины с гидроэлектрооборудованием, кг	4800

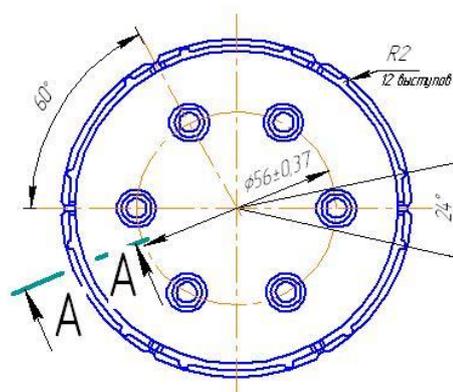
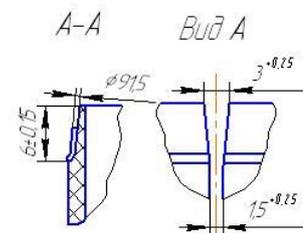
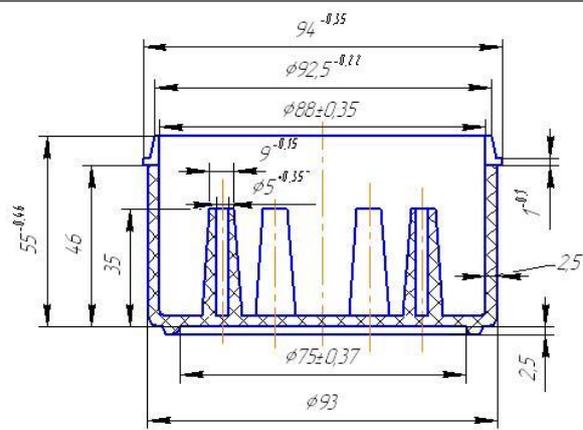
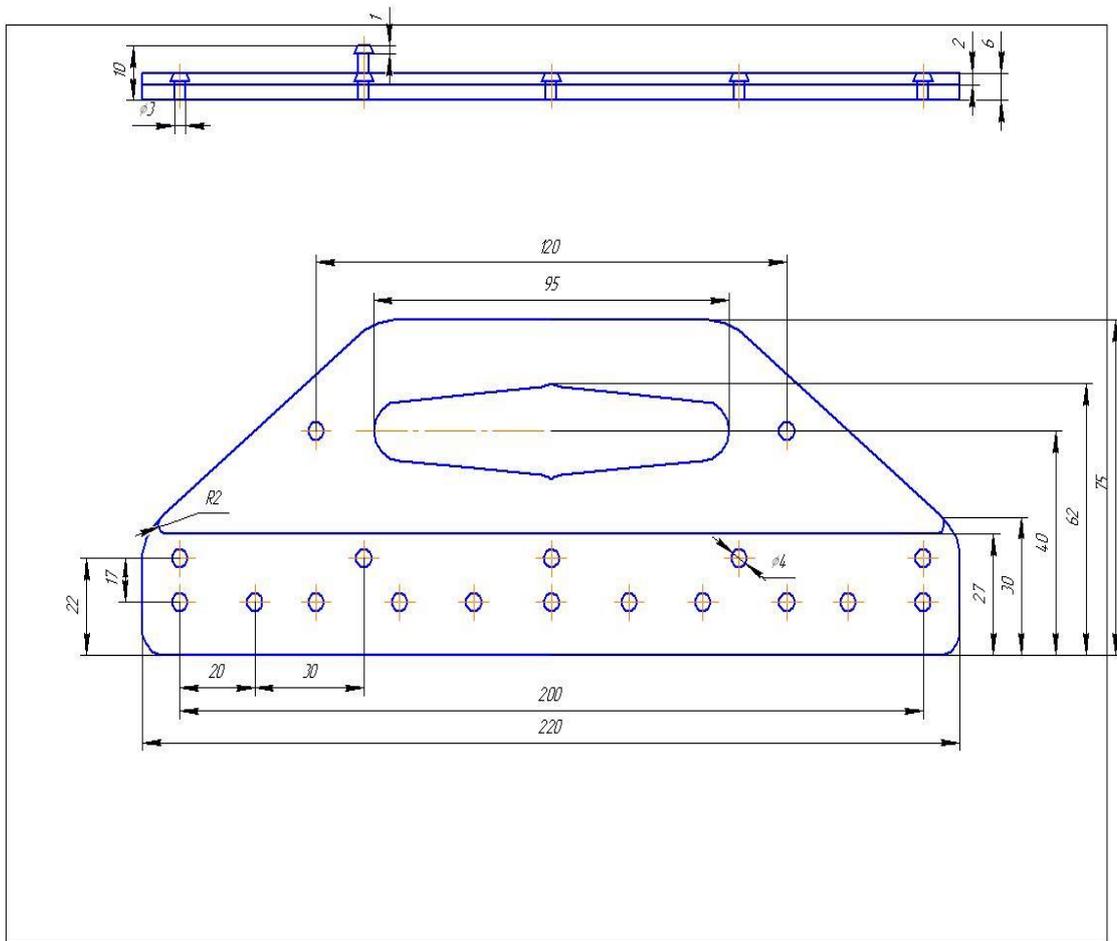
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

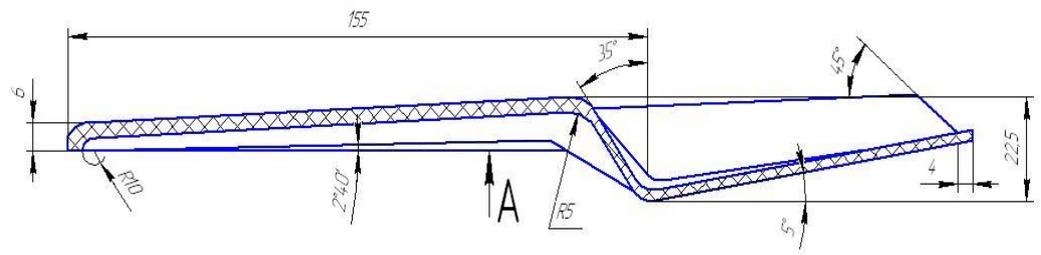
1. Баженов С.Л. Полимерные композиционные материалы: Научное издание/С.Л. Баженов, А.А. Берлин, А.А. Кульков, В.Г. Ошмян.- Долгопрудный: Издат. Дом «Интеллект», 2010.- 352с.
2. Крыжановский В.К., Кербер М.Л., Бурлов В.В., Паниматченко А.Д. Производство изделий из полимерных материалов: Учебное пособие.,-СПб.: Профессия,2008.
3. Лашинский А.А., Толчинский А.Р. Основы конструирования и расчета химической аппаратуры. Справочник.-Л.: Машиностроение,1970.
4. Оленев Б.А., Мордокович Е.М., Колошин В.Ф. Проектирование производств по переработке пластмасс. Москва: Химия 1982.
5. Освальд Т., Тунг Л.-ш; Грэмманн П. Дж. Литье пластмасс под давлением/ пер. с англ., под общ. редакц. д-ра техн.наук, проф. Э.Л. Калинчева.- СПб.: Профессия, 2008.
6. Полимерные композиционные материалы: структура, свойства, технология: Учеб. пособие / Под ред. А. А. Бермена. – СПб.: Профессия, 2009. – 560 с., ил.
7. Полимерные композиционные материалы: структура, свойства, технология: учеб пособие.- 4-е исп. и доп. изд./ под.ред. А.А. Берлина.- СПб.: ЦОП «Профессия», 2014.-592с., ил.
8. Технология полимерных материалов: учебное пособие/ А.Ф. Николаев, В.К. Крыжановский, В.В. Бурлов и др.; под общ.ред. В.К. Крыжановского. - СПб. :Профессия, 2008.
9. Шварц О., Эбелинг Ф.В., Фурт Б. Переработка пластмасс/под общ. ред. А.Д. Паниматченко - СПб. :Профессия, 2008.
10. Швецов Г.А., Алимова Д.У., Барышникова М.Д. Технология переработки пластических масс.- М.: Химия, 1988.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Чертежи изделий







Вид А

