Содержание:

1. Модернизация и расчёт литьевой формы……..3

1.1 Введение……..4

1.2 Работа формы……7

1.3 Совершенство конструкции формы аналога…….....8

1.4 Расчёт гнёздности формы…….…..8

1.5 Определение типоразмера оборудования для проектируемого инструмента…….....11

1.6 Определение номинального давления литья…….….12

1.7 Подбор литьевой машины……..…....12

1.8 Расчёт системы охаждения……..….14

2. Расчёт исполнительных размеров формообразующих элементов……..16

3. Расчёт на прочность…….....18

4. Механизм запирания формы…….....20

4.1 Кинематический расчёт механизма смыкания…… 22

4.2 Силовой расчет механизма смыкания……..…..24

4.3 Расчет толщин стенок гидроцилиндров запирания ……....27

5. Машина Д 3127 – 63……29

5.1. Назначение и область применения, техническая характеристика.30

5.2. Описание конструкции 32

5.3. Монтаж, техническое обслуживание и ремонт……...33

6.Расчеты параметров, подтверждающих работоспособность машины….34

6.1. Кинетические и технологические расчеты……...35

7.Список используемой литературы……...….55

Изм.	Лист	№ докум.	Подпис	Дата			
Разраб.			ь			Лит.	Лист	Листов
Провер.							2	
Реценз								
Н. Контр.								
Утверд.								

1. Модернизация и расчёт литьевой формы.

1.1. Введение.

Данное изделие: колпачок; материал: полипропилен марки «Каплен 01030». Изделие не габаритное, поэтому целесообразно использовать многогнёздную форму для литья под давлением.

Литьё под давлением – один из наиболее распространённых методов переработки пластмасс, состоящий в заполнении оформляющей полости формы через литниковый канал расплавом полимерного материала с последующим его уплотнением и фиксацией формы за счёт охлаждения или протекания химической реакции отверждения. Литьё под давлением позволяет получать сложной формы с арматурой, с элементами точных размеров, с минимальным объёмом.

Сущность процесса литья под давлением.

Термопласт из загрузочного бункера попадает в материальный цилиндр экструдера. Под действием температуры материал переходит в вязкотекучее состояние. Материал транспортируется шнеком в зону впрыска. Сопло узла впрыска смыкается с литьевой формой, и происходит впрыск материала в оформляющую полость замкнутой формы. После заполнения формы расплавом происходит его охлаждение под давлением, в результате чего увеличивается плотность и уменьшается объем, занимаемый полимером. Вследствие уменьшения объема через литники в форму продолжает поступать дополнительная порция расплава и давление в ней поддерживается постоянным. Таким образом, после окончания операции впрыска наступает некоторое равновесие давлений в цилиндре машины и в формующей полости, и течение переходит в медленное дополнительное нагнетание расплава (подпитку); последняя компенсирует уменьшение объема полимера в форме при его охлаждении (то есть способствует снижению усадки). Выдержка под давлением обычно продолжается до тех пор, пока расплав в центральной части впускного литника не охладится ниже температуры

текучести. Далее осуществляется отвод узла впрыска, выдержка на охлаждение без давления до температуры, при которой изделие не коробится в процессе выталкивания. Затем следует раскрытие формы, выталкивание готового изделия и набор новой дозы расплава.

Полимерное машиностроение занимает особое место среди других отраслей машиностроения благодаря широким межотраслевым связям и большому ассортименту выпускаемого оборудования, применяемого в самых различных сферах народного хозяйства: химической, нефтехимической, легкой пищевой, медицинской, электротехнической и других отраслях промышленности.

Переработка пластических масс представляет собой совокупность различных технологических процессов, с помощью которых исходный полимерный материал превращается в изделие с заранее заданными эксплуатационными свойствами.

Изготовление изделий из полимерных материалов осуществляется главным образом в результате проведения следующих технологических процессов: прессование, экструзия, литье под давлением, формование, пневмо- и вакуум формование, ротационное формование, каландрование.

Литьё под давлением включает в себя следующие основные технологические операции: подогрев материала (пластикацию), впрыск — заполнение формы, выдержка под давлением и выдержка на охлаждение (отверждение в случае литья реактопластов и резиновых смесей). Литьём под давлением изготавливают штучные изделия сложной формы из термопластов, реактопластов и резиновых смесей.

Процесс переработки осуществляется на серийно выпускаемых промышленностью литьевых машинах, состоящих из двух частей: механизма пластикации - впрыска и механизма запирания формы. Первая из этих частей служит для дозирования материала, его пластикации и впрыска расплава в форму. Вторая часть предназначена для крепления литьевой формы, её перемещения и удержания в сомкнутом состоянии.

Литьевые машины в соответствии с конструкцией механизма пластикации подразделяются на машины с поршневой и червячной пластикацией.

Необходимым инструментом для осуществления процесса литья является литьевая форма, конструкции, и размеры которой определяются изготавливаемым изделием. Обычно форма состоит из двух полуформ и охлаждается циркулирующим теплоносителем или нагревается электронагревательными элементами, расположенными в обеих полуформах. В одной из полуформ имеется конусное отверстие — центральный литниковый канал (литник).

Анализ работы литьевых машин показывает, что высокие технико-экономические показатели достигаются при сочетании прогрессивной конструкции узлов с оптимальными параметрами процесса формования. На производительность литьевой машины оказывают влияние технологические и конструктивные факторы. Производительность литьевой машины зависит от веса детали и продолжительности цикла формования. В свою очередь, продолжительность цикла формования зависит от температуры и свойств материала, а также от температуры конструкции формы. Свойства материала определяют температуру его переработки и удельное давление литья. Продолжительность охлаждения детали зависит от толщины и конфигурации

изделия, температуры материала и др.

Параметры литьевых машин определяются особенностями процессов и литья различных полимерных материалов, а также ассортиментом выпускаемых отливок. Основными параметрами технической характеристики литьевой машины являются: объём впрыска за один цикл, давление литья, скорость впрыска, пластикационная производительность, усилие запирания (смыкания) формы, расстояние между колонами прессовой части, максимального и минимальное расстояние между плитами, ход подвижной плиты, наибольшая площадь отливки. Эти параметры наиболее важны, поскольку они определяют возможность переработки того или иного материала, а также массу и размеры детали, которая может быть изготовлена на данной машине.

1.2. Работа формы.

Материал впрыскивается в форму через литниковую втулку, далее по центральному литниковому каналу материал попадает в разводящие канала, оттуда в оформляющую полость, образованную матрицей, знаком и съемником. Далее расплав охлаждается до температуры формоустойчивости при помощи системы термостатирования, состоящей из каналов, по которым циркулирует охлаждающая жидкость (вода).

После достижения температуры формоустойчивости за время, заранее рассчитанное конструктором, происходит размыкание формы по поверхности разъёма с помощью гидромеханической системы машины. Подвижная плита (11) отходит влево и форма размыкается. Литник остается на ловителе (15). Далее упор (19) сталкивается с плитой (13), передавая усилие через фланец (11) на обойму съемников (9), которая, в свою очередь, передает усилие на обоймы матриц (4,5). Это усилие заставляет пружину (24) расположенную в обоймах матриц, отщёлкнуть толкатель (16), который сбрасывает литник с ловителя, и литник свободно падает вниз. Затем упор

тянет плиту (13) влево, плита соединена с тягой (20), которая, в свою очередь соединена с обоймой съёмников (9), что позволяет раскрыть форму по плоскости между плитами (9) и (4). Знак (2) уходит влево, изделие остаётся на знаке, упираясь в съёмник (3). Когда знак полностью утопает, изделия свободно падает вниз. На фланце (7) установлен ограничитель (23), который позволяет форме раскрыться на необходимую для извлечения готового изделия и литника величину. Затем происходит смыкание формы. Для лучшего центрирования используется направляющая система, которая состоит из втулок и колонок. После смыкания форма готова для дальнейшего использования.

1.3. Совершенство конструкции формы аналога

Для данной формы проведено усовершенствование системы охлаждения.

Для уменьшения времени охлаждения изделия в форме, а, следовательно, для увеличения производительности производственного процесса подводим к месту наибольшей толщины отливки охлаждающую жидкость при помощи кольцевого канала. При этом, получаем симметрично расположенные, не сообщающиеся каналы охлаждения для крайних рядов отливок и центральный канал для, соответственно, центрального ряда отливок. В этом случае охлаждающая жидкость циркулирует в каждом канале отдельно, сохраняя заданную температуру, и изделия охлаждаются равномерно, что уменьшает общее время цикла.

1.4. Расчёт гнёздности формы.

$n_n = \min[n_{V_B}, n_A, n_{F_M}]$.

$n_{V_B} = \beta_{1*} V_B / (V_{1*} k_1) = 0{,}65 * 6{,}3 * 10^{-5} / (4{,}552 * 10^{-6} * 1{,}03) = 8{,}7 \approx 9$ шт.,

где V_1— объем одного изделия; k_1 — коэффициент объема литниковой системы в расчете на V_1 (для затвердевающих литников); β_1— коэффициент использования машины (0,75 для аморфных; 0,65 - для кристаллизующихся термопластов);

$n_A = A*\tau_ц / (\rho*k_{1*}V_1) = 0,0038*36 / (900*1,03*4,552*10^{-6}) = 33$ шт.,

где А – номинальная (по полипропилену) пластикационная производительность кг/с;

$\tau_ц$ – общее время технологического цикла; ρ - плотность материала кг/м^3;

$\tau_ц = \tau_м + \tau_т + \tau_п$, где $\tau_м$ – машинное время, с; $\tau_т$ – технологическое время, с;

$\tau_т = \tau_{выд} + \tau_{охл\ б/д}$,

где $\tau_{выд}$ – продолжительность выдержки полимера в форме под внешним давлением, с;

$\tau_{охл\ б/д}$ – продолжительность охлаждения изделия в форме без внешнего давления, с;

$\tau_п$. – продолжительность паузы между циклами, с.

$\tau_т$.=27,5 с., $\tau_п$=3,5 с. (из табл.1).

Технологическое время ($\tau_т$.) показывает продолжительность охлаждения до заданной температуры в центре изделия $\tau_и$, при которой возможно извлечение готового изделия.

Машинное время:$\tau_м = \tau_{см} + \tau_{впр} + \tau_{разм}$, где $\tau_{см}$ – время смыкания формы, с; $\tau_{разм}$ – время размыкания формы, с;

$\tau_{впр}$ – время впрыска, с.

Тогда:

$\tau_ц = \tau_{см}. + \tau_{впр} + \tau_{разм}. + \tau_{выд} + \tau_{охл\ б/д}. + \tau_п.$

Продолжительность пластикации полимера:

$\tau_{пл.} = \tau_{см.} + \tau_{разм} + \tau_{охл\ б/д.}$ Обозначив $C1 = \tau_{выд}/\tau_{т.}$ и $C2 = (\tau_{см.} + \tau_{разм})/\tau_{т.}$, получим:

$\tau_{см.} + \tau_{разм} = C2 \cdot \tau_{т}$; $\tau_{выд} = C1 \cdot \tau_{т}$; $\tau_{охл\ б/д.} = \tau_{т} \cdot (1-C1)$;

Из таблицы 1: C1=0,5 с., C2=0,15 с.;

Параметры и коэффициенты	Объем впрыска за цикл n $\cdot 10^6$, $м^3$						
16	32	63	125	250	500	1000	
C1	0,3-0,5	0,3-0,5	0,3-0,5	0,3-0,5	0,3-0,4	0,3	0,3
C2	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,14	0,11
tт, с	21	27,5	27,5	30	40	55	80
Расчетная минимально необходимая пластикационная способность qпл, кг/ч	5	7	14	25	33	43	60

$\tau_{охл\ б/д.} = 27,5 \cdot (1-0,5) = 13,75$;

ь

$\tau_{выд}$=0,5·27,5=13,75;

$\tau_{см.}$+ $\tau_{разм}$=0,15·27,5=4,125 с., тогда:

$\tau_{ц}$ = 4,125+1,2+13,75+3,5+13,75 = 36,325 с ≈ 36с.

$n_{Fм} = F_{мн} / (p_0 * f_и * k_2 * k_3) = 500*10^3 / (32*660,52*1,1*2,36 = 9,11 \approx 10$ шт.

$F_{МН}$ — номинальное усилие смыкания формы, развиваемое механизмом смыкания машины; p_0 — давление формования (для полипропилена — около 32 МПа); $f_и$ — площадь проекции изделия на плоскость разъема формы (без учета отверстий в изделии); k_2 – коэффициент учета площади литников в плане (k_2 = 1,1); k_3 – коэффициент использования максимального усилия смыкания (k_3 = 1,25 + 1,11).

n_n = 9 шт.

1.5. Определение типоразмера оборудования для проектируемого инструмента.

1.5.1. Определение объёма впрыска литьевой машины.

$V_в = 1,3*V_0$, где V_0 – объём отливки в $см^3$; 1,3 – коэффициент, учитывающий усадку отливки.

$V_в = 1,3*38,22 = 49,686$ $см^3$.

1.5.2. Определение высоты формы в направлении смыкания, h

h = 156 мм – по чертежу.

1.5.3. Определение минимально необходимого хода разъёма полуформ, s

ь

Минимально необходимый ход разъёма полуформ s, достаточный для того, чтобы изделие было вытолкнуто с неё и свободно упало в образовавшийся между полуформами разъём; не должен превышать max хода подвижной плиты машины S: S > s.

Минимально необходимый ход разъёма полуформ s определяется по формуле:

$s = 2h_и + l + e = 2*24 + 31 + 5 = 84$ мм,

где $h_и$ - высота изделия; *l*— длина литника в направлении смыкания формы; e — запас по ходу разъема (достаточный, чтобы изделие выпало из разъема, не зависнув при этом на полуформах).

1.5.4. Определение запаса по ходу разъёма, e

e = 5 мм, т.к. величину e принимают равной 2 – 10, если изделие падает преимущественно в первоначальном положении.

1.6. Определение номинального давления литья, $p_л$.

Давление литья для материала изделия определяем по (1, табл. 3, стр. 16)

$p_л = 100$ МПа.

Давление литья для материала изделия не должно превышать номинального давления литья в литьевой машине $P_л$.

1.7. Подбор литьевой машины.

По рассчитанным параметрам выбираем литьевую машину со следующими техническими характеристиками:

- Номинальное усилие запирания формы – 500 кН.
- Ход подвижной плиты при наибольшей высоте формы – 250 мм.

- Высота формы: наибольшая – 250 мм;
  наименьшая – 140 мм.
- Расстояние между колоннами в свету: горизонтальное – 320 мм;
  вертикальное – 250 мм.
- Номинальный объём впрыска за цикл 63 $см^3$.
- Номинальное давление литья – 132 МПа.

Произведём анализ выполнения условий соблюдения соотношений между параметрами формы и литьевой машины.

- Объём впрыска:

$V_в \geq 1{,}3V_o$; $63 > 49{,}686$ – условие выполняется.

- Высота формы в направлении смыкания:

$H_{min} < h < H_{max}$; $140 < 156 < 250$ – условие выполняется.

- Минимально необходимый ход разъёма полуформ:

$S > s$; $250 > 84$ – условие выполняется.

- Номинальное давление литья:

$P_л > p_л$; $132 > 100$ – условие выполняется.

- Расстояние между колоннами в свету.

Для монтажа формы на литьевую машину необходим, чтобы расстояние между колоннами в свету было больше максимального размера плит литьевой формы.

Максимальный размер плит литьевой формы 240 мм;

Расстояние между колоннами в свету: горизонтальное – 320 мм;
вертикальное – 250 мм.

Условие выполняется.

Подобранная литьевая машина по всем параметрам подходит для установки на неё данной литьевой формы.

1.8. Расчёт системы охлаждения.

Количество тепла $Q_м$ поступающего в единицу времени в форму от охлаждающихся в ней изделий, равно:

$Q_м = mc(T_р - T_к)/ \tau_ц = 0{,}0041*2{,}5*(453-333)/36 = 3{,}42*10^{-2}$ кДж/с,

где m — масса отливки, кг; c — теплоемкость термопласта, кДж/(кг*К); $\tau_ц$ — время цикла формования изделия, с; $T_р$ — температура поступающего в форму расплава, К; $T_к$ — температура, до которой охлаждаются изделия в форме, К.

Массовый расход охлаждающей воды G, кг/с, необходимый для отвода тепла $Q_м$, поступающего в форму с материалом, равен:

$G=Q_м/[c_в(T_{в,к}-T_{в,н})] = 286{,}6*10^{-3} /[4{,}2(338-333)] = 13{,}7*10^{-3}$ кг/с,

где $c_в$ - теплоемкость воды, кДж/(кг*К); $T_{в,н}$, $T_{в,к}$ - температура воды на входе и выходе из формы соответственно, К.

Скорость течения воды в каналах формы равна:

$\nu_в = 4G/(\rho_в \pi d^2) = 4*13{,}7*10^{-3} / 10^3*3{,}14*0{,}010^2 = 0{,}174$ м/с,

где $\rho_в$ — плотность воды, кг/м.

Количество тепла Q_F, которое способна отвести система охлаждения от формы в единицу времени, составляет:

$Q_F = Kf(T_ф - \widetilde{T}_в) = 0{,}741*0{,}035(353 - 335{,}5) = 45{,}4*10^{-2}$ кДж/с;

где K - коэффициент теплопередачи от изделия к охлаждающей среде, кДж/(м^2*м*К); f - площадь (для круглых каналов $f = \pi dl_\Sigma$) поверхности

ь

охлаждающих каналов, м2; l_{Σ} - суммарная длина каналов, м; $\tilde{T}_{в} = 0,5$ ($T_{в,к}+T_{в,н}$) - среднее значение температуры воды в форме, К.

Коэффициент теплопередачи К определяется тепловым сопротивлением стенки формы и коэффициентом теплоотдачи от формы к воде:

$K = [(\delta_{м}/\lambda_{м}) + (1/\alpha)]^{-1} = [(0,005/4,54*10^{-2}) + (1/0,807)]^{-1} = 0,741,$

где $\lambda_{м}$ - теплопроводность металла формы, кДж/(м*с*К); $\delta_{м}$ — характерное расстояние от изделия до канала системы охлаждения, м

При турбулентном течении жидкости в круглой трубе теплообмен определяется следующей критериальной зависимостью:

$Nu = 0,021Re^{0,8}Pr^{0,43} = 0,021*1933,3^{0,8}*2,4^{0,43} = 13,02;$

$Nu = \alpha d/\lambda_{в};$

$Re = (\nu / \nu_{в})d = (0,174/0,9*10^{-6})0,010 = 1933,3;$

$\alpha = Nu* \lambda_{в}/d = 13,02*0,62*10^{-3}/0,010 = 0,807,$

где для воды при температурах, близких к комнатной, Pr ≈ 2,4; $\lambda_{в}$ — теплопроводность воды, кДж/(м*с*К); $\nu_{в}$ - кинематическая вязкость воды, $м^2/с$.

Конструкция системы охлаждения удовлетворительна, работоспособна, если она отводит от формы количество тепла Q_F, не меньшее, чем поступает в форму с материалом $Q_М$, т.е. $Q_F \geq Q_М$; $45,4*10^{-2} > 3,42*10^{-2}$ – условие соблюдается.

ь

2. Расчёт исполнительных размеров формообразующих элементов.

ь

Определение возможности изготовления размеров изделия, требующего изготовления с определённой степенью точности.

$$\Delta_{\sum} = \Delta_s + \Delta_{изг} + \Delta_e = 0{,}32 + 0{,}27 + 0{,}1 = 0{,}69 \ \ мм;$$

Конструкторский допуск:

$$\delta_k = 1{,}1 \ \ мм.$$

$\Delta_{\sum} < \delta_k$ – изготовление данного размера с требуемой точностью возможно.

Частное поле рассеивания вследствие колебания усадки:

$$\Delta S = D_u * \frac{(S_{max} - S_{min})}{100} = 16 * \frac{(3{,}0 - 1{,}0)}{100} = 0{,}32 \ \ мм.$$

S_{max}, S_{min} – соответственно max и min значения усадки для материала изделия – [1, табл.3, стр.16]; D_u – размер изделия, подвергающегося усадке, мм.

Частное поле рассеивания вследствие неточности изготовления формы:

$\Delta_{изг} = \delta_ф = 0{,}27$;

$\delta_ф$ – поле допуска на соответствующий размер формообразующей детали, мм.

Частное поле рассеивания вследствие колебания толщины облоя :

$$\Delta_e = e_{max} - e_{min} = 0{,}3 - 0{,}3 = 0{,}1 \ \ мм.$$

e_{max}, e_{min} – соответственно max и min значения толщины облоя для данного материала изделия – [2].

Частное поле рассеивания вследствие колебания износа формы: считаем, что ремонтов не требуется, соответственно $\Delta_{изн} = 0$.

3. Расчёт на прочность.

При смыкании литьевая форма работает на сжатие, поэтому необходимо рассчитать напряжение смятия формы. Должно быть выполнено следующее

ь

условие: допустимое напряжение смятия должно быть больше расчетного напряжения:

$$P_{см} \leq [\sigma]_{см}.$$

$[\sigma]_{сж}$ – предельно допустимое напряжение на сжатие для материала оформляющего знака, МПа. Материал оформляющего знака – Сталь У8А, $[\sigma]_{см}$ = 750 МПа – (4, табл.16, стр.88).

(100 ≤ 750) МПа – условие выполняется.

ь

4. Механизм запирания формы.

Механизм запирания литьевой машины предназначен для перемещения литьевой формы, а также для удержания ее в сомкнутом состоянии при впрыске и формовании изделия. Конструктивные параметры и кинетика

ь

прессовой части литьевой машины определяются требуемой быстроходностью машины, технологическими параметрами процесса и геометрическими характеристиками изделия. Скорость смыкания-размыкания плит должна быть максимальной, а в конце хода должна снижаться для предотвращения удара полуформ.

На практике разработано и применяется большое число различных механизмов запирания, которые можно разделить на две группы: простые и комбинированные. В простых конструкциях механизмы перемещения плит и запирания формы совмещены, в комбинированных перемещение плиты осуществляется одним механизмом, а другой создает необходимое усилие смыкания формы (запирания).

По виду привода простые и комбинированные конструкции подразделяются на гидравлические, пневматические, гидромеханические, пневмомеханические и механические. Гидравлические и пневматические конструкции относятся к механизмам силового запирания, в которых усилие запирания является внешним по отношению к самому механизму. Гидромеханические, пневмомеханические и механические устройства являются механизмами кинематического запирания. В механизмах этого типа усилие запирания развивается за счет упругой деформации звеньев, создаваемой приводом. После прекращения действия силы, развиваемой ведущим звеном механизма, необходимое усилие запирания сохраняется в виде внутренней силы, являющейся результатом упругой деформации.

В современных конструкциях литьевого оборудования прессовые части пневматического, пневмомеханического и механического типов не нашли широкого применения из-за незначительности развиваемых ими усилий запирания. В литьевых машинах с малым объемом впрыска применение

ь

механических узлов запирания может быть оправдано ввиду их высокой быстроходности и малой энергоемкости.

Наиболее широкое распространение получили гидравлические и гидромеханические конструкции.

Привод у литьевой машины гидромеханический. Усилие запирания формы и движение подвижной плите сообщаются через рычажную систему, что позволяет получить значительные усилия запирания плит при небольших усилиях, развиваемых гидроцилиндром привода.

4.1. Кинематический расчёт механизма смыкания.

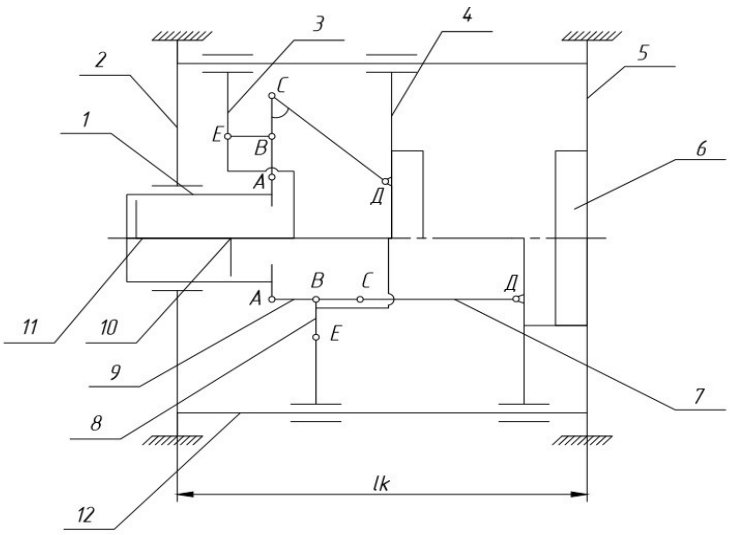


Рис.2.1 Кинематическая схема запирания.

Цифрами на схеме обозначены: 1 – гидроцилиндр запирания, 2 – условно неподвижная плита, 3 – промежуточная плита, 4 – подвижная плита, 5 – неподвижная плита, 6 – литьевая форма, 7 – рычаг, 8 – серьга, 9 – рычаг, 10 – поршень гидроцилиндра, 11 – шток, 12 – направляющие колонны.

Рабочая жидкость подаётся в гидроцилиндр 1. Шток 11 с поршнем 10 перемещаются вправо и тянут за собой, укрепленную на них, промежуточную плиту 3. Серьга 8 перемещаясь, выпрямляет рычаги 7, 9. Форма 6 смыкается. Рабочая жидкость подаётся в возвратную полость гидроцилиндра 1. Поршень 10 со штоком 11 перемещаются влево, увлекая за

ь

собой промежуточную плиту 3. Серьга, укрепленная на промежуточной плите, тянет за собой рычаги 7, 9и они складываются. Форма раскрывается. Плиты перемещаются по направляющим колоннам 12.

Принимаем:

AC = l1, АД = l2, AD = l1/2;

EB = lc = 50 мм – длина серьги;

$< \alpha = 25°$.

Sn = 250 мм – ход подвижной плиты при наибольшей высоте формы.

$$\begin{cases} AC + СД = Sn + СД*\sin\alpha, \\ СД = AC/\cos\alpha \end{cases} \text{ т.е. } \begin{cases} l1 + l2 = Sn + l2*\sin\alpha, \\ l2 = l1/\cos\alpha; \end{cases} \text{ следовательно}$$

$$l1 + l1/\cos\alpha = Sn + (l1/\cos\alpha)*\sin\alpha,$$

$$l1 + l1/\cos\alpha = Sn + l1*\operatorname{tg}\alpha,$$

$$l1 + (l1/\cos\alpha) - l1*\operatorname{tg}\alpha = Sn,$$

$$l1 = \frac{Sn}{1+\left(\frac{1}{cos\alpha}\right) - tg\alpha} = \frac{250}{1+\left(\frac{1}{\cos 25}\right) - tg\,25} = 152{,}71 \ \ мм.$$

$l2 = l1/\cos\alpha = 152{,}71/\cos 25 = 168{,}49$ мм.

$S_ц$ – ход цилиндра запирания.

$S_ц = EB + AB$, т.е.

$S_ц = lc + l1/2 = 50 + 152{,}71/2 = 126{,}35$ мм.

4.2. Силовой расчёт механизма смыкания.

ь

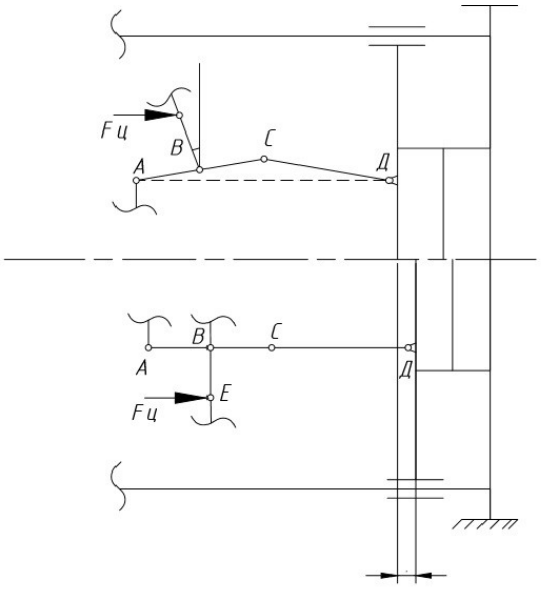


Рис. 2.2

Максимальные усилия в звеньях возникают только при входе в контакт двух полуформ.

В этом расположении рычаги механизма АС и СД параллельны горизонтальной оси машины, колонны растянуты. В момент запирания усилие с ведущего звена (штока) снимается. Соприкосновение плит формы происходит до того, как рычажная система займёт своё крайнее положение. Механизм рассчитывается в положении, когда литьевая форма входит в контакт и оси рычагов АС, СД расположены под небольшим углом (~3°) к их позиции в положении полностью замкнутой формы. Начиная с этого момента звенья механизма и колонны начинают испытывать деформацию.

Примем:

$$l1 \sim l2 = \frac{l1 + l2}{2} = \frac{152{,}71 + 168{,}49}{2} = 160{,}6 \ \ мм.$$

$F_{З_{смык}}$

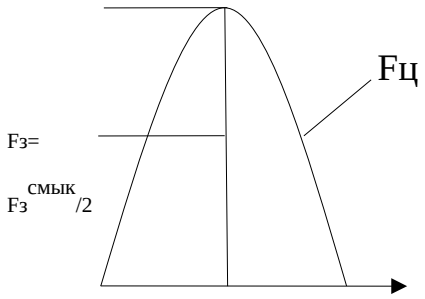


Рис.2.2.1

α^* - угол, при котором Fц = $Fц^{max}$.

Fц – усилие в гидроцилиндре.

Допускается $\alpha^* \sim \alpha_0/2$.

При условии: $\alpha = \alpha^* \sim \alpha_0/2$, $Fз = Fз^{смык}/2$, $Fц = Fц^{max}$. Необходимо определить усилие в гидроцилиндре смыкания.

1) Определение величины растяжения колонн.

   $Fз = Fз^{смык}/2$,

   $Fз^{смык}$ = 500 кН, следовательно, Fз = 500/2 = 250 кН.

   lк = $l1 + l2 + h_{max} + K$ – длинна колонн, где

   $h$max = 250 мм – наибольшая высота формы,

   K = 366,8 – длина необходимых конструкций (плит).

   lк = 160,6 + 160,6 + 250 + 366,8 = 938 мм.

   Закон Гука $[\sigma] = E * \varepsilon$, где

   $[\sigma] = \frac{\sigma}{k}$ – допускаемое напряжение для стали 45.

   σ = *785* МПа предел текучести для стали 45.

   k = 1,6 – коэффициент запаса.

   $[\sigma]$ = 785/1,6 = 490,625 МПа.

   E = 2*10^5 МПа – модуль упругости для стали 45.

   Δ - относительное удлиннение.

$$\begin{cases} \varepsilon = \frac{[\sigma]}{E}, \\ \varepsilon = \frac{\Delta}{l\kappa} \end{cases} \quad \text{следовательно } \Delta = \frac{[\sigma] * l\kappa}{E} = \frac{490{,}620 * 938}{2 * 10^5} = 2{,}8 \ \ мм.$$

ь

2) Определение α^*.

$l1 + l2 = l1*\cos\alpha_0 + l2*\cos\alpha_0 + \Delta$,

исходя из принятых допущений $l1 = l2$, следовательно

$\Delta = 2*l1*(1 - \cos\alpha_0)$, отсюда следует что, $\cos\alpha_0 = 1 - \frac{\Delta}{2*l1} = 1 - \frac{2,8}{2*160,6} = 0,9913.$

$\arccos 0,9913 = 7,6°$.

$\alpha^* = \alpha_0/2 = 3,8°$.

3) Рассмотрим шарнир Д.

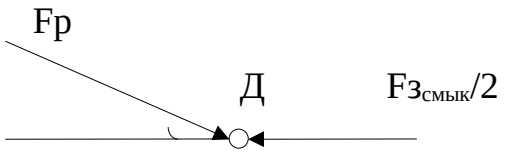


Рис. 2.2.2

$\sum F_{xi} = 0$,

$Fp*\cos\alpha^* = \frac{F_з^{max}}{2}$ – усилие рычага,

следовательно $Fp = \frac{F_з^{max}}{2*cos\alpha*} = \frac{500}{2*\cos 3,8} = 250,56 \ кН$.

4) Рассмотрим рычаги АС, СД.

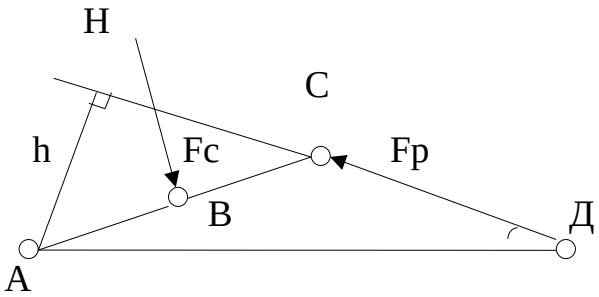


Рис.2.3.3

$\sum M_i = 0, \ m.e.$

$Fc*\left(\frac{1}{2}*AC\right) - Fp*h = Fc*\left(\frac{1}{2}*l1\right) - Fp*h = 0.$

Рассмотрим прямоугольный треугольник АНД:

$h = АД*\sin\alpha^* \sim 2*l1*\sin\alpha^*$.

Выполняя подстановку, получаем:

ь

$$Fc = \frac{Fp * 2 * l1 * \sin\alpha^*}{\frac{1}{2} * l1} = \frac{250,6 * 2 * \sin 3,8}{0,5} = 66,43 \ \ кН - усилие \ \ серьги.$$

5) Рассмотрим шарнир Е.

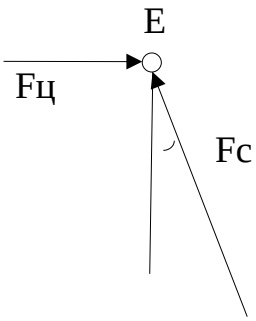


Рис.2.3.4

$$Fц = Fc * \sin\beta^* = 0$$

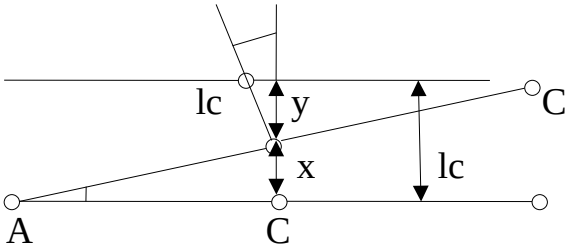


Рис. 2.3.5

Из рисунка 2.3.5 следует, что

$$x = \frac{l}{2} * \sin\alpha^* = \frac{160,6}{2} * \sin 3,8 = 5,32 \ \ мм.$$

$$y = lc - x = 50 - 5.32 = 44.68 \ \ мм.$$

$$\cos\beta^* = \frac{y}{lc} = \frac{44,68}{50} = 0,8936$$

$$\beta^* = 26,67°.$$

Подставляя значение угла в выражение для Fц, получаем

$$Fц = 66,43 * \sin 26,67 = 29,817 \ \ кН.$$

4.3. Расчёт толщин стенок гидроцилиндров запирания.

1) Расчёт толщины стенки гидроцилиндра ЛМА500 07.040.

а) Определение диаметра поршня гидроцилиндра.

$Fц = \pi * D_n^2 / 4) * pг$, где

$Fц = 29,817 \ \ кН$ – номинальное усилие гидроцилиндра.

$pг$ – 10 МПа – гидравлическое давление.

ь

$$Dn = \sqrt{\frac{Fц * 4}{pг * \pi}} = \sqrt{\frac{29{,}817 * 10^3 * 4}{10 * 10^6 * 3{,}14}} = 0{,}065 \ \ м.$$

Примем $Dn = 0{,}08 \ \ м$ (ГОСТ 6540-68).

б) Определение толщины стенки цигроцилиндра.

$$\delta 1 = \frac{1}{2} * Dn * \left(\sqrt{\frac{[\sigma]}{[\sigma] - 1{,}73 * pг}} - 1\right),$$

[σ] = 630 МПа – допускаемое напряжение для стали 40Х.

$$\delta 1 = \frac{1}{2} * 0{,}08 * \left(\sqrt{\frac{630}{630 - 1{,}73 * 10}} - 1\right) = 0{,}046 \ \ м.$$

Примем δ1=0,007 с учетом коррозии.

2) Расчёт толщины стенки гидроцилиндра ЛМА500 07.051.

а) Определение внутреннего диаметра D2 гидроцилиндра.

$$Fp = \left(\pi * \frac{Dn^2 + 2 * \delta 1^2}{4} * pг\right), \text{ где}$$

Fp = 0,1*$Fц$ = 0,1*29,817 = 2,982 кН – усилие раскрытия гидроцилиндра.

рг = 10 МПа – гидравлическое давление.

$$D2 = \sqrt{\frac{Fp * 4}{pг * \pi} + \left(Dn^2 + \left(2 * \delta 1\right)^2\right)} = \sqrt{\frac{2{,}98 * 10^3 * 4}{10 * 10^6 * 3{,}14} + \left(0{,}08 + 2 * 0{,}07\right)^2} = 0{,}095 \ \ м.$$

Примем $D2$ = 0,105 м с учетом прибавки на коррозию.

б) Определение толщины стенки гидроцилиндра.

$$\delta 2 = \frac{1}{2} * Dn * \left(\sqrt{\frac{[\sigma]}{[\sigma] - 1{,}73 * pг}} - 1\right),$$

$[\sigma]$ = 630 МПа – допускаемое напряжение для стали 40 Х.

$$\delta 2 = \frac{1}{2} * 0{,}105 * \left(\sqrt{\frac{630}{630 - 1{,}73 * 10}} - 1\right) = 0{,}0084 \ \ м.$$

Примем $\delta 2$ =0,02 м с учётом того, что в цилиндре размещаются болты для креплеия.

ь

5. Машина Д 3127 – 63

5.1. Назначение и область применения, техническая характеристика.

Машина - термопласт автомата Д 3127-63 предназначена для производства изделий из термопластичных полимерных материалов

способом литья под давлением. Он позволяет изготавливать высококачественные изделия с высокой степенью точности из самых различных материалов.

Процесс литья под давлением ведут на литьевых машинах при температуре литьевого цилиндра 160 — 280°С (в зависимости от применяемого материала) выдавливанием расплавленной пластмассы в охлаждённую форму, где материал остывает и отверждается.

Для расширения технологических возможностей литьевых машин помимо традиционного литья применяются способы интрузии, а также совмещение литья и прессования.

Основные отличия интрузионного формования заключаются в том, что операция пластикации и впрыска совмещены и начальная стадия заполнения формы происходит при вращающемся, но неподвижном в осевом направлении шнеке. Окончательное заполнение формы происходит при поступательном перемещении шнека без вращения. Последующие стадии аналогичны обычному литью. Интрузионный способ позволяет получать отливки большего объема, чем номинальный объём впрыска литьевой машины, на 30-35 %. Изделия изготовленные данным методом применяются в различных отраслях промышленности: химической, машиностроительной, в пищевой промышленности, а также в медицине. Данный метод переработки эффективен и высокотехнологичен, что позволяет изготавливать изделия большими партиями, т.е. налаживать массовое производство.

Техническая характеристика.

- номинальное усилие запирания	100 тн

инструмента	
- наименьшее время запирания и раскрытия инструмента не более	3,0 сек.
- номинальный объем впрыска за цикл	63 см 3
- теоретический объем впрыска за цикл	88 см 3
- номинальное давление литья	132 МПа
- температура цилиндра	260 °С
- температура материала	180 °С
-суммарная мощность обогрева	5,4 кВт.
- число зон обогрева материального цилиндра	3 и сопло
- мощность гидродвигателя	4 кВТ
- усилие закрытия формы	1,0 МН
- ход подвижной плиты	250 мм
- наибольшее расстояние между подвижной и неподвижной плитами	630 мм
- регулировка расстояния между подвижной и неподвижной плитами	140 мм
- расстояние между колонами в свету: по горизонтали	 320 мм

по вертикали	250 мм
- время впрыска материала в форму	1,4 сек
- габариты машины: Длина Ширина Высота	 3490 мм 1000 мм 825 мм
- масса машины	2235 кг

5.2. Описание конструкции.

Литьевая машина Д 3127-63 состоит из следующих основных узлов

1.Механизм запирания.

2.Материальный цилиндр.

3.Гидроцилиндр прижима.

4.Загрузочная воронка.

5. Механизм впрыска

6. Гидродвигатель.

7. Станина.

5.3. Монтаж, техническое обслуживание и ремонт.

ь

Выверка и установка машины в продольном и поперечном направлениях производится с помощью уровней, базирующихся на двух верхних или нижних колоннах при разведённых плитах.

Точность установки машины 0,02 мм на 1000 мм длины.

Машина выставляется с помощью анкерных и отжимных болтов. Правильность установки выверки машины контролируется путем проверки совпадения мундштука с литниковой втулкой пресс-формой по симметричности отпечатка.

Выверив машину, фундаментные болты залить бетоном. После затвердевания бетона следует затянуть гайки фундаментных болтов ,проверяя положение машины по уровню. Затянув болты, необходимо произвести окончательную отделку фундамента.

Перед началом эксплуатации необходимо смазать все трущееся поверхности: все подшипниковые узлы, сальниковые узлы скольжения подвижных плит по направляющим колоннам, шарниры механизма запирания смазывать солидолом «Ж» ГОСТ 1033-79 один раз в смену.

Ремонт осуществляется в соответствии с годовым графиком планово-предупредительного ремонта исходя из выбранного ресурса машины.

6. Расчеты параметров, подтверждающих работоспособность машины.

6.1. Кинематический и технологический расчеты.

Расчёт циклограммы литьевой машины.

Материал - полипропилен.

Тц = Тм + Тт, где

Тм - машинное время;

Тт - технологическое время;

Тм = Тсм + Твпр + Тразм, где

Тсм - время смыкания формы;

Твпр - время впрыска;

Тразм - время размыкания формы.

Тт = Твыд + Тохл.б/д, где

Твыд - время выдержки материала в форме под внешним давлением;

Тохл.б/д - время охлаждения материала в форме без давления.

$T_T = 0{,}084 \cdot (\delta^2/\alpha) \cdot \lg\left(0{,}785 \cdot \frac{t\,M - t\,\Phi}{t\,T - t\,\Phi}\right)$, где

δ - толщина детали;

$\delta = \frac{V}{S}$, где

S - площадь литья, $см^2$;

V - объём впрыска, ‹:м3 ;

$\delta = \frac{125}{350} = 0{,}003$ м;

α - коэффициент теплопроводности,

α = 1,3-10‘7 $м^2/с$;

$t_Ф$ - температура формы, $t_ф$= 25°С;

$t_М$ - температура впрыскиваемого материала,

$t_М$ = 180 °С;

$t_Т$ - заданная температура, до которой охлаждается изделие,

$t_Т$ = 60°С,

$$T_Т = 0{,}084 \cdot (\delta^2/\alpha) \cdot \lg\left(0{,}785 \cdot \frac{t\,M - t\,\Phi}{t\,T - t\,\Phi}\right) = 26 \text{ сек.}$$

$$M_1 = \frac{T\ \ ВЫД}{Tm},$$

M_1 = 0,3 ÷ 0,5, M_1 = 0,3;

$T_{ВЫД}$ = 0,3 • 28 = 7,8 сек;

$T_{ОХЛ.Б/Д}$ = $T_Т$ - Твыд = 26 - 7,8 = 18,2 сек.

$T_{ПЛ}$ = $T_{ОХЛ.Б/Д}$ + $T_{СМ}$ + $T_{РАЗМ}$ = 18,2 + 1,7 = 19,9 сек.

$T_Ц$ = $T_{СМ}$ + $T_{РАЗМ}$ + $T_{ВПР}$ + $T_{ВЫД}$ + $T_{ОХЛ.Б/Д}$;

$T_Ц$ = 1,7 + 1,4 + 26 + 1 = 30,1 сек.

$T_Ц$ =1,7 + 1,4 + 26 + 1 = 30,1 сек.

Расчёт необходимой пластикационной производительности механизма.

ь

$Q = \frac{V}{T\,ПЛ}$ -; V - объем отливки;

$Q = \frac{125 \cdot 0{,}0000001 \cdot 3600}{19{,}9} = 0{,}0225$ м^3/ч;

Быстроходность машины (количество холостых циклов за 1 час).

$N = \frac{3600}{T\,м} = \frac{3600}{5{,}1} = 705{,}9$

Число циклов машины за 1 час.

$N_{ЧАС} = \frac{3600}{Tц} = \frac{3600}{30{,}1} = 119{,}6$

Среднерасчетный объём отливки:

Vp = 0,75V = 0,75•125 = 93,75 см^3.

Количество материала, перерабатываемого за год.

$Q_{ГОД} = \frac{27 \cdot 0{,}0001 \cdot T \cdot V \cdot y}{Tm + 3600 / N} = \frac{27 \cdot 0{,}0001 \cdot 125 \cdot 4268 \cdot 1207}{26 + \frac{3600}{705{,}9}}$ ¿ ¿ = 52,2 т/год.

Ориентировочный выбор диаметра червяка.

$D = \sqrt[3]{\frac{4}{\pi} \cdot V \cdot \frac{k}{k1}}$, где

k = 1 - коэффициент определяемый утечками;

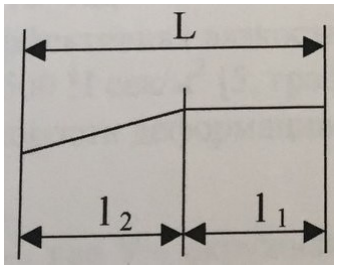
k1 = 2,25 - отношение хода шнека к диаметру шнека.

$D=\sqrt[3]{\frac{4}{\pi}\cdot 125\cdot\frac{1}{2,25}}$ = 4,1 см.

Принимаем D = 40 мм = 0,04 м.

Конкретизация геометрии червяка

группа шнека – 3



1. Размеры зоны загрузки:

1_1 = (4÷5) • D = 4D = 4•0,004 = 0,160 м

h_1 = (0,11 ÷ 0,13) D= 0,13D = 0,13 • 0,04 = 0,0058 м

2. Размеры зоны сжатия:

$1_2 = Z_{ПЛ}$ •sin φ = 1,49•sin φ17^0 = 0,43 м

$h_{2ВХ}$ = 0,13•D = O,13•0,04 = 0,0058 м

$h_{2ВЫХ}$ = 0,065 • D = 0,065 • 0,04 = 0,0026 м

3. Длина L

ь

L = 160 + 430 = 590 мм = 0,59 м.

<u>Расчёт фактической производительности червяка.</u>

$Q = \alpha \cdot n - \beta \frac{\Delta p}{м}$, где

$Q_1 = \alpha \cdot n$ – прямой вынужденный поток,

α - const прямого потока,

n - частота вращения червяка,

n = 80 об/мин;

$Q_2 = \beta \frac{\Delta p}{м}$, - обратный поток по винтовому каналу червяка;

β - const обратного потока,

Δp - перепад давления на одном витке,

$\Delta p = 10^7$ Па,

$м$ - эффективная вязкость расплава,

$м$ = 1500 Н • сек/м2 [5, график зависимости $м$ от γ],

γ - скорость деформации,

ь

$\gamma = \frac{V}{h}$, где V - окружная скорость

$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{60} = \frac{\pi \cdot 0{,}04 \cdot 80}{60} = 0{,}167$м/сек.

h – глубина канала в зоне дозирования

$\gamma = \frac{V}{h} = \frac{0{,}167}{0{,}0026} = 64{,}23 \ \frac{1}{сек} \Rightarrow м = 1500$ Н • сек/м^2

$\alpha = \frac{\pi \cdot m \cdot D \cdot h \left(\frac{t}{m} - l\right) \cdot \cos^2 \varphi}{2}$, где

m - заходность червяка, m = l,

t - шаг червяка, t = 0,04 м,

l - ширина гребня нарезки червяка

$l = 0{,}1 \cdot D = 0{,}1 \cdot 0{,}04 = 0{,}004$ м.

φ - угол подъема винтовой линии червяка,

$\varphi = 17°$,

$\alpha = \frac{\pi \cdot 1 \cdot 0{,}04 \cdot 2{,}6 \cdot 0{,}001 \left(\frac{0{,}04}{1} - 0{,}004\right) \cdot \cos^2 17}{2} = 5{,}3 \cdot 10^{-6}$ м^3,

$\alpha \cdot n = 5{,}3 \cdot 10^{-6} \cdot 80 = 0{,}026$ м^3/час;

$\beta = \frac{m \cdot h^3 \left(\frac{t}{m} - l\right) \cdot \sin\varphi \cdot \cos\varphi}{12 \cdot Lcp}$,

$Lcp = L - l_1 = 0{,}590 - 0{,}160 = 0{,}43$ м.

ь

.

$$\beta = \frac{1 \cdot (2{,}6 \cdot 0{,}001)^3 \left(\frac{0{,}04}{1} - 0{,}004\right) \cdot \sin 17° \cdot \cos 17°}{12 \cdot 0{,}43} = 0{,}033 \cdot 10^{-9}\ м^3,$$

$$\beta \frac{\Delta p}{м} = \frac{0{,}033 \cdot 10^{-9} \cdot 10^8}{1500} = 0{,}079 \cdot 10^{-2}\ м^3/ч$$

$Q = 0{,}026 – 0{,}00079 = 0{,}025\ м^3/ч$

Расчет мощности привода червяка на вращение .

$W = W_1 + W_2$;

W_1 - мощность, расходуемая на смещение стенки цилиндра относительно канала нарезки,

$$W_1 = \frac{B}{H}(4 \cdot V_X{}^2 \cdot V_Z{}^2) \cdot m_0 \cdot \left(\frac{V}{H}\right)^{(n-1)} \cdot z_д \cdot F_Z + \frac{V Z}{2} \cdot B \cdot H \cdot \Delta p ;$$

B – ширина канала червяка,

$B = (t - q)\cos\varphi = (0{,}04 – 0{,}004) \cdot \cos 17^0 = 0{,}034$ м;

t- шаг нарезки канала червяка,

$t = 0{,}04$ м;

q - ширина гребня нарезки,

$q = 0{,}004$ м;

φ - угол подъёма винтовой нарезки червяка,

$\varphi = 17^0$;

H - высота канала в зоне дозирования,

H = 0,058 м;

$Vx = V \cdot \sin\varphi = 0,167 \cdot \sin 17^0 = 0,048$ м/с;

$Vz = V \cdot \cos\varphi = 0,167 \cdot \cos 17° = 0,159$ м/с;

V - окружная скорость,

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{60} = \frac{\pi \cdot 0,04 \cdot 80}{60} = 0,167 \text{ м/с.}$$

D - диаметр червяка,

n - число оборотов червяка,

n = 80 об/мин;

Постоянные величины уравнения Аррениуса:

$n = 0,404$; $m_0 = 5,55 \cdot 10^{-2}$ Па•с;

E = 47300 Дж/моль; R = 8,314 Дж/моль •K,

$$Z_Д = \frac{L\partial}{\sin\varphi} = \frac{0,16}{\sin 17} = 0,54 \text{ м;}$$

$L\partial$ - длина зоны дозирования,

$L\partial$ = 0,16 м;

$F_Z = \exp\left(\frac{E}{R \cdot T_Ц}\right) = \exp\left(\frac{47300}{8{,}314 \cdot 453}\right) = 284627{,}9$;

$T_Ц$ – температура стенки цилиндра,

$T_Ц$ = 453 К;

Δр – перепад давления,

Δр = 10^7 Па;

$W_1 = \frac{0{,}034}{0{,}058}(4 \cdot 0{,}048^2 \cdot 0{,}159^2) \cdot 5{,}55 \cdot 10^{-2}\left(\frac{0{,}167}{0{,}058}\right)^{(0{,}404-1)} \cdot 0{,}54 \cdot 284627{,}9 +$

$\frac{0{,}159}{2} \cdot 0{,}034 \cdot 0{,}058 \cdot 10^7 = 1658$ Вт = 1,7 кВт;

W_2 – мощность, расходуемая на сдвиг в зазоре между гребнем нарезки и стенкой цилиндра.

$W_2 = V \cdot \left(\frac{V}{\Delta}\right)^n \cdot m_0 \cdot \exp\left(\frac{E}{R \cdot T_Ц}\right) \cdot Z_Д \cdot q \cdot \cos\varphi$;

$\Delta = 0{,}002 \cdot D = 0{,}002 \cdot 0{,}04 = 8 \cdot 10^{-5}$ м;

$W_2 = 0{,}167 \cdot \left(\frac{0{,}167}{8 \cdot (10\,\text{^}\,-5)}\right)^{0{,}404} \cdot 5{,}55 \cdot 10^{-2} \cdot \exp\left(\frac{47300}{8{,}314 \cdot 453}\right) \cdot 0{,}54 \cdot 0{,}004 \cdot \cos 17^0$

= 41,1 Вт = 0,04 кВт;

W = 1,7 + 0,04 = 1,74 кВт.

<u>Подбор гидродвигателя привода червяка.</u>

ь

Аксиально-поршневой гидродвигатель МГ 153а [3, с. 143]

Номинальный крутящий момент:

$M = 25$ Н • м.

Скорость вращения n = 1800 об/мин = 30 об/сек.

$N_Ф = M \cdot \omega \cdot \eta = M \cdot 2\pi \cdot n \cdot \eta$,

η – КПД редуктора, $\eta = 0{,}85$;

$N_Ф = 25 \cdot 2\pi \cdot 30 \cdot 0.85 = 4$ кВт.

Расчёт основных размеров гидроцилиндра впрыска.

$$F_{впр} = P_л \cdot \frac{\pi \ dr\wedge 2}{4} = 2\ P_г \cdot \frac{\pi}{4}(D^2 - d^2)$$

$d = 70$ мм $= 70 \cdot 10^{-3}$ м.

$$132 \cdot 10^6 \cdot \frac{\pi \cdot \ 0{,}04\wedge 2}{4} = 2 \cdot 10 \cdot 10^{6} \cdot \frac{\pi}{4}(D^2 - 0{,}07^2),$$

$$D^2 = \frac{132 \cdot 0{,}04\wedge 2}{2 \ \cdot 10} + 0{,}07^2 = 0{,}01546$$

$D = 0{,}152$ м.

F - усилие, развиваемое гидроцилиндром запирания.

Наибольшее значение усилия, развиваемое гидроцилиндром для запирания формы, соответствует деформации равной $0{,}67\sum\Delta l$.

$P = 2 \cdot 0{,}67\ Q(tg\alpha_i + tg\beta_i)$,

$$\beta_i = \arccos \frac{(k+1)(k-0{,}33k1)}{k(k+1)-0{,}33kk1}$$

$\alpha_i = k \cdot \beta_i$,

$k = \frac{l2}{l1} = \frac{2 \cdot 11{,}4}{2 \cdot 9{,}7} = 1{,}2$; $k_1 = \frac{\sum \Delta l}{l1} = \frac{1}{194} = 0{,}0051.$

$\sum \Delta l = 0{,}01\ Q_{mc} = 0{,}01 \cdot 100 = 1$ мм,

$$\beta_i = \arccos \frac{(1{,}2+1)(1{,}2-0{,}33 \cdot 0{,}0051)}{1{,}2(1{,}2+1)-0{,}33 \cdot 1{,}2 \cdot 0{,}0051} = 2{,}05^0$$

$\alpha_i = k \cdot \beta_i = 1{,}2 \cdot 2{,}05 = 2{,}47^0$

$P = p \cdot n = 10{,}4 \cdot 1{,}35 = 14$ т, где n – запас.

Так как у нас две симметрично расположенные рычажные системы, то усилие, приходящееся на одну рычажную систему P = 7 т.
Наибольшее значение усилия, развиваемое гидроцилиндром запирания:

$F = P \cdot \sin \varphi$;

$F = P \cdot \sin 30^0 = 7 \cdot 0{,}5 = 3{,}5$ т.

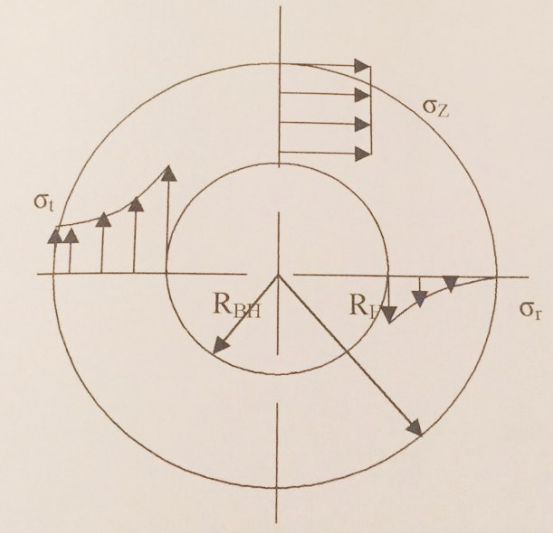
<u>Определение диаметра гидроцилиндра запирания.</u>

$d_ц = 1{,}3 \sqrt{F/P} = 1{,}3 \sqrt{\frac{3500}{50 \cdot 10\wedge 5}} = 11$ см = 0,11 м,

P – давление жидкости в гидроцилиндре запирания.

$P = 50$ кг/см^2 $= 50 \cdot 10^5$ Па.

Расчет цилиндра пластикации под внутренним давлением



$\frac{Dн}{Dвн} = \frac{90}{40} = 2{,}25 > 1{,}2$ – толстостенный сосуд,

по уравнению Лапласа: $\sigma_r = \frac{P \ Rвн^2}{Rн^2 - Rвн^2} (1 - \frac{Rн^2}{R^2})$, Н/м^2

Тангенциальное напряжение:

$\sigma_t = \frac{P \ Rвн^2}{Rн^2 - Rвн^2} (1 + \frac{Rн^2}{R^2})$,

Rн = 0,045 м; Rвн = 0,02 м;

P - внутренние давление, $P = 132 \cdot 10^6$ Па;

R - радиус исследуемого волокна,

$\sigma_{r\,max} = \frac{P \ Rвн^2}{Rн^2 - Rвн^2} (1 - \frac{Rн^2}{R^2}) = -P = -132 \cdot 10^6$ Па,

ь

$$\sigma_{r\,min} = \frac{P \cdot R_{вн}^2}{R_н^2 - R_{вн}^2}\left(1 - \frac{R_н^2}{R^2}\right) = 0;$$

$$\sigma_{t\,max} = \frac{P\ R_{вн}^2}{R_н^2 - R_{вн}^2}\left(1 + \frac{R_н^2}{R^2}\right) = P\,\frac{R_н^2 + R_{вн}^2}{R_н^2 - R_{вн}^2} = 132 \cdot 10^6\ \frac{0{,}045^2 + 0{,}02^2}{0{,}045^2 - 0{,}02^2} = 1969 \cdot 10^5$$

Па;

$$\sigma_{t\,min} = \frac{P\ R_{вн}^2}{R_н^2 - R_{вн}^2}\left(1 + \frac{R_н^2}{R^2}\right) = \frac{2P\ R_{вн}^2}{R_н^2 - R_{вн}^2}$$

$$\sigma_{t\,min} = \frac{2 \cdot 132 \cdot 10^6 \cdot 0{,}02^2}{0{,}045^2 - 0{,}02^2} = 649 \cdot 10^5\ \text{Па};$$

$$\sigma_z = \frac{P \cdot R_{вн}^2}{R_н^2 - R_{вн}^2} = \frac{132 \cdot 10^6 \cdot 0{,}02^2}{0{,}045^2 - 0{,}02^2} = 324{,}5 \cdot 10^5\ \text{Па};$$

Наибольшим является $\sigma_{t\,max,}$ возникающее на внутренней поверхности толстостенного сосуда.

$\sigma_{t\,max} < [\sigma_p]$;

$[\sigma_p] = 2400 \cdot 10^5$ Па – сталь 38Х2МЮА. [1]

Расчет червяка на кручение.

$$\tau_{кр} = \frac{97500 \cdot N \cdot i \cdot \eta}{n_p \cdot \varphi};$$

N – мощность привода червяка, N = 4 кВт;

i- передаточное число привода,

η – механический КПД привода, η = 0,8.

$$i = \frac{np}{n\,дв} = \frac{1800}{80} = 22{,}5\ ;$$

$n_р$ – скорость вращения ротора двигателя,

$n_р$ = 1800 об/мин,

Wp – полярный момент сопротивления в опасном сечении (в зоне загрузки).

$$Wp = 0{,}2 \cdot d_в{}^3 = 0{,}2 \cdot 0{,}028^3 = 4{,}5 \cdot 10^{-6}\ м^3\ ;$$

$d_В$ – внутренний диаметр в зоне загрузки.

$$d_В = 40 - 2 \cdot 5{,}8 = 28 \cdot 10^{-3}\ м\ ;$$

$$\tau_{кр} = \frac{97500 \cdot 4 \cdot 22{,}5 \cdot 0{,}8}{1800 \cdot 4{,}5} = 866{,}6 \cdot 10^5\ Па\ ;$$

$[\tau_{кр}] = 1700 \cdot 10^5$ Па – сталь 38ХМЮА.

Червяк должен обладать достаточной жесткостью на кручение.

Угол закручивания червяка:

$$\varphi = \frac{M\,кр \cdot l}{E' \cdot \rho p}\ ,\ где$$

$M\,кр$ = 487 Н• м;

l – длина червяка, l = 0,59 м;

E’ – модуль упругости стали на кручение, E’= 8,3 • 10^{10} Па;

$\rho_p = 0,1 \cdot d_в^{\,4} = 0,1 \cdot 2,8^{\,4} = 6,1$ см^4 =6,1 • 10^{-8} м^4;

$$\varphi = \frac{4870 \cdot 59}{8,3 \cdot 10^5 \cdot 6,1} = 5675 \cdot 10^{-5} = 0,057^0.$$

Расчет резьбы гайки от усилия впрыска.

$$\sigma_u = 0,115 \cdot \frac{к \cdot P}{d1' \cdot S} < [\sigma_u];$$

к - коэффициент предварительной затяжки;

P - усилие впрыска, P = 165800 Н:

S- шаг резьбы. S = 0,002 м;

«if диаметр отверстия гайки.

d_1‘ = 0.081 м.

$$\sigma_u = 0,115 \cdot \frac{1,3 \cdot 165800}{0,081 \cdot 0,002} = 1458 \cdot 10^5 \text{ Па};$$

$[\sigma_u]$ = 3400• 10^5 Па – сталь 40ХМЮА. [1]

Расчёт резьбы сопла от давления литья.

к = 1.3 - коэффициент предварительной затяжки.

$\sigma_u = 0{,}115 \bullet \frac{к \bullet P}{d1' \bullet S} < [\sigma_u];$

$P = Рл \bullet \frac{\pi \bullet d1^2}{4} = 132 \bullet 10^6 \bullet \frac{\pi \bullet 0{,}033^2}{4} = 112840$ Н.

d_1‘ = 0,033 м, S = 1,5 $\bullet 10^{-3}$ м;

$\sigma_u = 0{,}115 \bullet \frac{1{,}3 \bullet 112840}{0{,}033 \bullet 0{,}0015} = 3361 \bullet 10^5$ Па $< [\sigma_u]$;

$[\sigma_u] = 3400 \bullet 10^5$ Па – сталь 40ХМ39.

<u>Расчёт резьбы на срез и на смятие.</u>

$\sigma_u = 0{,}115 \bullet \frac{к \bullet P}{d1' \bullet S}$, где

к - коэффициент предварительной затяжки,

к = 1,3;

Р - усилие, действующее на резьбу;

$P = \frac{F впр}{2}$; $F_{впр} = Рл \bullet \frac{\pi \bullet dr^2}{2}$;

$F_{впр} = 132 \bullet 10^6 \bullet \frac{\pi \bullet 0{,}04^2}{2} = 165800$ Н.

$P = \frac{165800}{2} = 82900$ Н ;

d_1‘ – диаметр отверстия гайки,

d_1‘ = 0,052 м,

S – шаг резьбы; $S = 0{,}2 \cdot 10^{-2}$ м.

$$\sigma_u = 0{,}115 \cdot \frac{1{,}3 \cdot 82900}{0{,}052 \cdot 0{,}2 \cdot 10^{-2}} = 1191 \cdot 10^5 \text{ Па};$$

$\sigma_u < [\sigma_u]$;

$[\sigma_u] = 1750 \cdot 10^5$ Па – сталь 45. [1]

Расчет упорного подшипника.

$$Р_{подш} = Р_{пог} \cdot \frac{\pi \cdot d r^2}{2};$$

$Р_{пог} = 10$ МПа $= 10^6$ Па ;

$$Р_{подш} = 10^6 \cdot \frac{\pi \cdot 0{,}04^2}{2} = 12000 \text{ Н};$$

Принимаем шариковый упорный одинарный подшипник №8313,

$C = 104000$ Н, $C_0 = 254000$ Н.

$C_р = \left(\frac{C}{P}\right) P$; $\left(\frac{C}{P}\right)$ находим по Lн и n.’

n = 80 об/мин, Lн = 5 лет.

$$\left(\frac{C}{P}\right) = 4{,}5;$$

$C_р = 4,5 \cdot 12000 = 54000$ Н ;

$C_р < C = 104000$ Н.

$Рстатич = Р л \cdot \frac{\pi \cdot d r^2}{2} = 132 \cdot 10^6 \cdot \frac{\pi \cdot 0,04^2}{2} = 165800$ Н;

$Рстатич < C_0 = 254000$ Н.

Подшипник проходит по статической грузоподъемности.

Расчет шлицевого соединения Д6*28*34.

$[M кр] = \Psi \cdot z \cdot h \cdot l \cdot r_{ср} \cdot [\sigma_{см}]$;

$\sigma_{см} = \frac{M\ кр}{\Psi \cdot z \cdot h \cdot l \cdot r\,ср} \le [\sigma_{см}]$, где

Ψ – коэффициент, учитывающий неравномерность распределения усилия по рабочей поверхности шлицов.

Ψ = 0,75 ;

z - количество шлицевых соединений,

z = 6 ;

l – рабочая длина шлицов,

l = 0,058 м,

h – рабочая высота шлицов,

$r_{ср}$ - средний радиус шлицов,

$$r_{ср} = \frac{D+d}{4} = \frac{0,\ 034\ +0,028}{4} = 0,0155 \text{ м.}$$

$$Мкр = 97400\frac{4}{80} = 4870 \text{ кг} \cdot \text{см} = 487 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$h = \frac{D-d}{2} = \frac{0,\ 034-\ 0,028}{2} = 0,003 \text{ м};$$

$$\sigma_{см} = \frac{487}{0,75 \cdot 6 \cdot 0,0155 \cdot 0,058 \cdot 0,003} = 401 \cdot 10^5 \text{ Па};$$

$[\sigma_{см}] = 1000 \cdot 10^5$ Па – соединение неподвижное, боковые поверхности шлицов подвергнуты термообработке.

<u>Расчет шлицевого соединения Д8*42*48.</u>

$\Psi = 0,75$; $z = 8$; $l = 0,007$ м;

$$h = \frac{D-d}{2} = \frac{0,\ 048-\ 0,042}{2} = 0,003 \text{ м};$$

$$r_{ср} = \frac{D+d}{4} = \frac{0,\ 048 \mp\ 0,042}{2} = 0,0225 \text{ м};$$

$$\sigma_{см} = \frac{487}{0,75 \cdot 8 \cdot 0,003 \cdot 0,07 \cdot 0,0225} = 172 \cdot 10^5 \text{ Па};$$

Расчет цилиндра механизма впрыска под внутренним давлением.

$\frac{D_н}{D_{вн}} = \frac{149}{125} = 1{,}18 < 1{,}2$ – тонкостенный сосуд ;

$\frac{\sigma 1}{R1} + \frac{\sigma 2}{R2} = \frac{P}{S'}$ - уравнение Лапласа,

P = 10^7 Па – внутреннее давление,

S' - толщина стенки цилиндра,

$S' =$ 0,012 м ;

σ_1 – меридиальное напряжение,

σ_2 – кольцевое напряжение,

R_1 – радиус кривизны образующей цилиндра,

R_2 – радиус кривизны поверхности, перпендикулярной к меридиальному.

$R_1 = \infty$; $\frac{\sigma 1}{R1} = 0$;

$\sigma_2 = \frac{P \cdot R}{S'}$, $R = \frac{Dc}{2} = 0{,}07$ м ;

$\sigma_2 = \frac{10^7 \cdot 0{,}07}{0{,}012} = 583 \cdot 10^5$ Па ;

ь

$$\sigma_1 = \frac{P \cdot R}{2\ S'} = \frac{583\ \cdot 10^5}{2} = 292 \cdot 10^5 \text{ Па};$$

$$\sigma_э = \sqrt{\frac{1}{2}\ [\ (\sigma 1\ -\sigma 2\ )2\ +\ (\sigma 1\ -\sigma 3\ )2\ +\ (\sigma 2\ -\sigma 3\ )2\ ]} < [\sigma_р];$$

$$\sigma_з = 0;$$

$$\sigma_э = \sqrt{\frac{1}{2}\ [\ (292\ \cdot 10^5 -\ 583\ \cdot 10^5\ )2\ +\ (293\ \cdot 10^5)2\ +\ (583\ \cdot 10^5)2\ ]} =$$

$504 \cdot 10^5$ Па;

$[\sigma_р] = 1400 \cdot 10^5$ Па – сталь 45.

7. Список используемой литературы:

1. Пантелеев А.П., Шевцов Ю.Н., Горячев И.А. Справочник по проектированию оснастки для переработки пластмасс. -М: Машиностроение, 1986, 400 стр.

2. Казанков Ю.В. Курс лекций по дисциплине "Технические и компьютерные основы проектирования формующего инст¬румента". М.: 2003.

3. Казанков Ю.В., Миронов В.А., Макаров М.С. Расчет и конст¬руирование формующего инструмента. /МИХМ-М., 1986.- 84 стр.

4. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя, 1980, 728 стр..