

ЗМІСТ

	с.
ВСТУП	7
1 ЗАГАЛЬНОТЕХНІЧНА ЧАСТИНА	8
1.1 Аналіз властивостей пластмасових деталей, що працюють в умовах підвищених температур	8
1.2 Методи дослідження теплостійкості пластмас	9
2 КОНСТРУКТОРСЬКО - ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	14
2.1 Пристрій для визначення теплостійкості пластмас	14
2.2 Принципи роботи пристрою	14
2.3 Розрахунки точнісних характеристик пристрою	17
2.3.1 Розрахунок похибки прикладання зусилля навантаження	17
2.3.2 Розрахунок похибки вимірювання деформації	21
2.3.3 Розрахунок похибки вимірювання температури	23
2.4 Розрахунок механізму підймання підвісок	23
2.4.1 Вибір електродвигуна	24
2.4.2 Кінематичні розрахунки	25
2.4.3 Розрахунок крутних моментів	27
2.4.4 Розрахунок на міцність найбільш навантаженої ступені	28
2.4.5 Визначення діаметра валів та вибір підшипників	31
2.4.6 Розрахунок фрикційної запобіжної муфти	32
2.5 Технологія виготовлення пластмасових зразків для дослідження теплостійкості пластмас	35
2.5.1 Призначення та конструкція деталей	35
2.5.2 Визначення типу виробництва	36

					КП 085.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.5.3	Аналіз технологічності деталей та обґрунтування способу виготовлення	36
2.5.4	Розрахунок кількості деталей в партії	37
2.5.5	Розробка технологічного процесу	38
2.5.6	Конструювання прес-форми	49
3	СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА	62
3.1	Опис структурної схеми	62
3.2	Математичне моделювання	66
4	БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ	70
4.1	Охорона праці при роботі з електричним обладнанням	70
4.2	Забезпечення здорових та безпечних умов праці (БЖД)	73
	ВИСНОВКИ	76
	ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	77
	ДОДАТОК А	79
	ДОДАТОК Б	80
	ДОДАТОК В	81

					КП 085.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Пластмаси різних марок з кожним роком знаходять все ширше застосування в різних галузях народного господарства. Для грамотного і ефективного їх примінення потрібно вміти точно і достовірно визначати фізико-механічні властивості останніх. У вирішенні цієї задачі дуже важлива роль відводиться приладобудуванню.

Класична область використання точних приладів – отримання даних про фізико-механічні параметри матеріалів з допомогою відповідних методів вимірювання. Новим стимулом для розвитку приладобудування стало підвищення вимог до якості інформації і звільнення людини-оператора від одноманітних повторюваних робіт. Прилади стали одним з вирішальних факторів народного господарства. Відбувається перехід від класичного вимірювального приладу до системи збору і обробки інформації. Більшість приладів, в тому числі і спроектований в даній бакавській роботі, можна розглядати як таку систему.

					<i>КП 085.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 ЗАГАЛЬНОТЕХНІЧНА ЧАСТИНА

1.1 Аналіз властивостей пластмасових деталей, що працюють в умовах підвищених температур

Пластмасами називаються матеріали на основі синтетичних або природних та полімерів. При нагріванні вони можуть розмякшуватись, а при наступному охолодженні під тиском здатні формуватись у деталі складної форми. Пластмаси дуже широко застосовуються у різних галузях народного господарства: у машинобудуванні, приладобудуванні, електротехнічній галузі, будівництві та ін. Порівняно з традиційними конструкційними матеріалами, такими, наприклад, як метали, одним із недоліків пластмас є їх невисока теплостійкість, що може обмежувати область їх використання в умовах підвищених або високих температур.

Теплостійкістю називається верхня межа області температур, де пластмаса у навантаженому стані може чинити опір впливу температури без зміни форми.

На практиці часто виникає необхідність визначати граничні температури застосування пластмасових деталей, обумовлені їх розм'якшенням при підвищених робочих температурах. Такі задачі приходится вирішувати, наприклад, при проектуванні пластмасових деталей для вузлів і механізмів двигунів внутрішнього згорання, приладів, що працюють в середовищі з високими температурами, газотранспортного обладнання (шестірні, втулки, корпуси, трубопроводи, ізолятори, поршневі кільця та інші конструкційні елементи). Для цих та подібних деталей потрібно оцінювати здатність полімерного матеріалу зберігати експлуатаційні властивості при роботі в умовах підвищених температур.

По теплостійкості конструкційні пластмаси умовно поділяють на чотири групи:

					КП 085.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Пластмаси з низькою теплостійкістю до 100⁰С (поліетилени ПЕ різних марок, полістироли та ін.).
- Пластмаси із середньою теплостійкістю від 100⁰С до 200⁰С (поліпропілени ПП, поліаміди ПА та ін.).
- Пластмаси з високою теплостійкістю від 200⁰С до 300⁰С (амінопласти, поліфеніленсульфіди (ПФС), хлоровані поліефіри та ін.).
- Пластмаси з надвисокою теплостійкістю понад 300⁰С (наприклад, тривала робоча температура полібензимидазола РВІ може досягати 310⁰С, а температура короточасного використання може досягати 500⁰С). Полібензимидазол РВІ є одним із найбільш теплостійких полімерних матеріалів, але вартість також одна з найвищих серед пластмас.

При дослідженні полімерних матеріалів іноді користуються таким показником, як термостійкість. На відміну від теплостійкості термостійкість характеризує верхню межу робочих температур в тих випадках, коли працездатність полімера визначається його стійкістю до хімічних перетворень матеріалу.

1.2 Методи дослідження теплостійкості пластмас

Однією з найважливіших експлуатаційних властивостей, що пред'являються до виробів з пластмас, є їх теплостійкість. Під цим терміном розуміють здатність матеріалу (в даному випадку пластмас) зберігати жорсткість при підвищенні температури і при одночасній дії навантаження. Це одна з найважливіших експлуатаційних властивостей, що пред'являються до виробів з пластмас.

					КП 085.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для визначення граничних (максимальних) температур, при яких можуть експлуатуватись пластмаси у зв'язку з їх розм'якшенням при зростанні температури, розроблено багато методик. Частина з них оснований на визначенні границі стабільності механічних властивостей конструкційних пластмас, яка часто лежить значно нижче температури плавлення. Теплостійкість і є тим параметром, який визначає границю стабільності конструкційних пластмас. Існує кілька методів визначення області температур, за яких відбуваються суттєві зміни механічних властивостей полімерів. Для вимірювань теплостійкості найширше застосування отримали два методи – визначення теплостійкості по Віка та теплостійкості по Мартенсу.

Визначення теплостійкості пластмас по Мартенсу згідно ГОСТ 21341-2014.

Суть методу згідно з ГОСТ 21341-2014 полягає у визначенні температури, при якій зразок, що нагрівається з постійною швидкістю і знаходиться під дією постійного згинального моменту, деформується на задану величину.

Схема пристрою для визначення теплостійкості по Мартенсу показана на рис. 1.1.

Вантаж на важелі встановлюють так, щоб напруження згину $\sigma_{зг}$ в матеріалі зразка дорівнювали $5 \pm 0,5$ МПа. Пристрій для нагрівання пластмасового зразка повинен забезпечити рівномірне підвищення температури із швидкістю $(50 \pm 5)^\circ$ в годину починаючи з $(25 \pm 5)^\circ$. В момент, коли деформація зразка досягне $6 \pm 0,1$ мм, відмічається температура. Ця температура і буде **теплостійкістю по Мартенсу**.

					КП 085.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

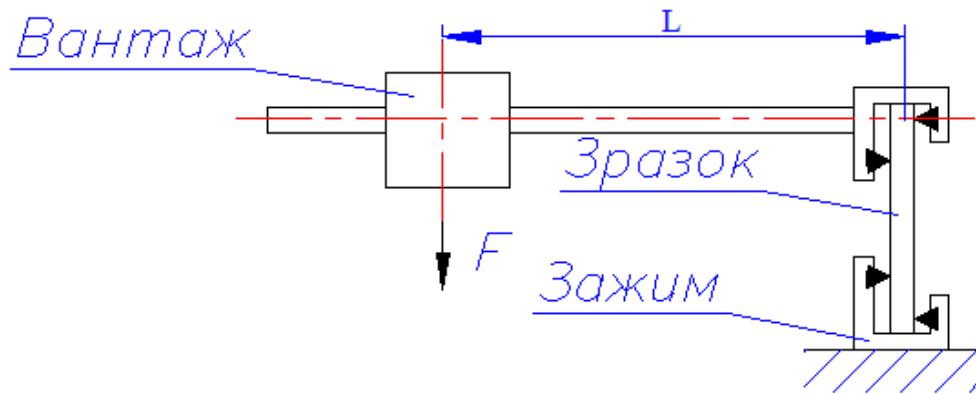


Рисунок 1.1 - Схема пристрою для визначення теплостійкості по Мартенсу

Визначення теплостійкості пластмас по Віка згідно ГОСТ 15088-83.

Суть методу згідно з ГОСТ 15088-83 полягає у визначенні температури, при якій стандартний циліндричний індентор під дією постійного навантаження проникає в досліджуваний зразок, який нагрівають з постійною швидкістю в рідкому середовищі, на глибину 1 мм.

					КП 085.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Схема вимірювань показана на рис. 1.2.

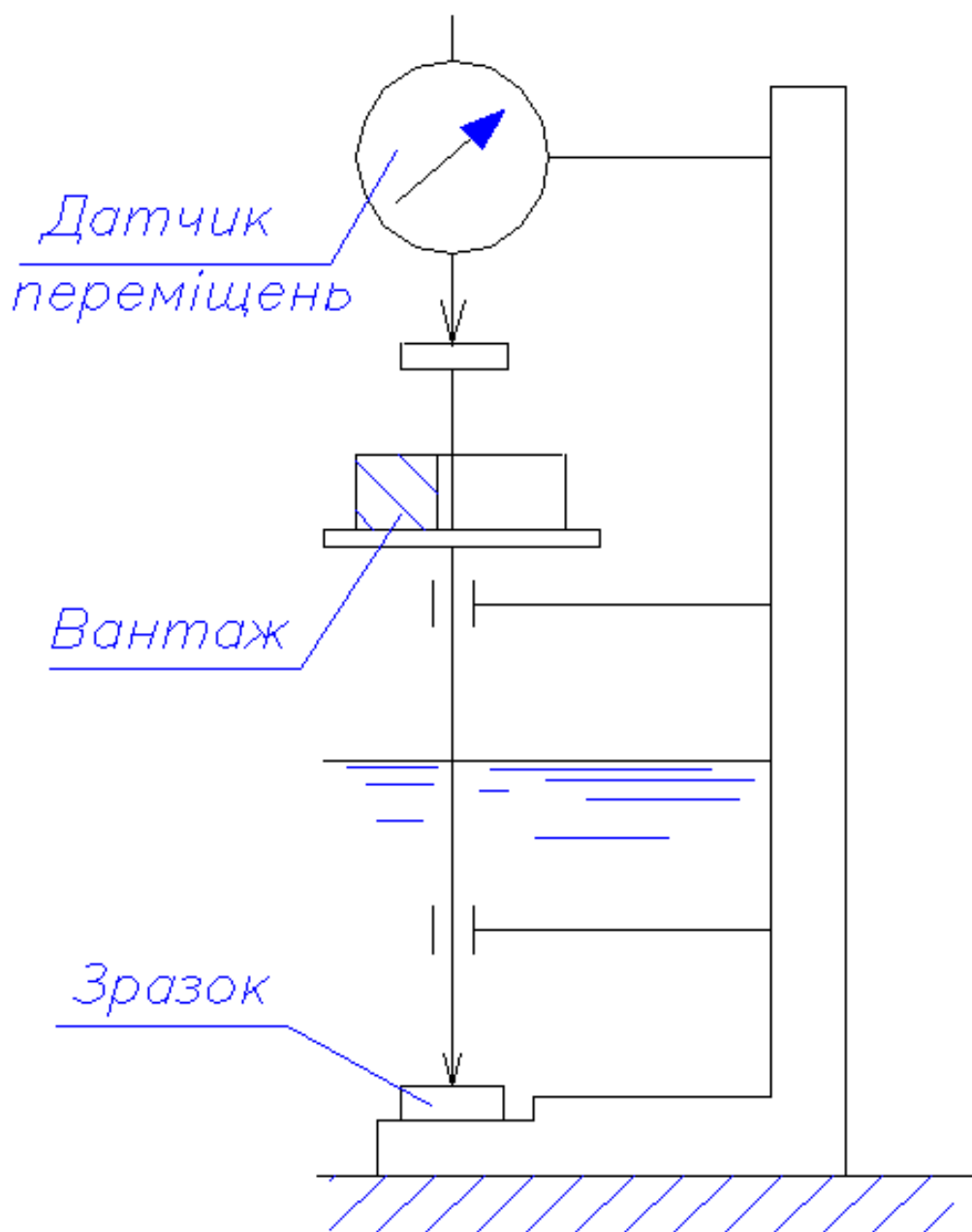


Рисунок 1.2 - Схема пристрою для визначення теплостійкості по Віка

Досліджуваний зразок розміщують на основі штативу під індентором навантаженого стрижня. Індентор циліндричної форми із загартованої нержавіючої сталі довжиною 3 мм та площею поперечного перерізу $(1,000 \pm 0,015) \text{ мм}^2$ прикріплений до нижнього кінця металевого

					КП 085.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

стрижня. Нижня поверхня індентора повинна бути перпендикулярна до осі стрижня. Будь-яка точка поверхні індентора повинна знаходитись на відстані не менше 3 мм від краю досліджуваного зразка.

Пристрій із зразком занурюють в теплопередаюче середовище. Дослідження починають при температурі теплопередаючого середовища на 50°C нижчій очікуваної температури розм'якшення. Якщо очікувана температура розм'якшення нижча 75°C , можна починати дослідження при температурі середовища 20°C . Через 5 хвилин відмічають покази вимірювального пристрою або встановлюють вимірювальний пристрій на нульову відмітку, після чого встановлюють вантажі на несучу пластину у відповідності із способом дослідження: $(10 \pm 0,1)$ Н для способу А, або (50 ± 1) Н для способу В.

Температуру термостата рівномірно підвищують із швидкістю $(50 \pm 5)^{\circ}\text{C}/\text{годину}$ або $(120 \pm 10)^{\circ}\text{C}/\text{годину}$, інтенсивно перемішуючи рідину в процесі дослідження.

Температура, при якій індентор проникає у зразок на глибину $(1,00 \pm 0,01)$ мм і буде температурою розм'якшення по Віка даного зразка.

					КП 085.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 КОНСТРУКТОРСЬКО - ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Пристрій для визначення теплостійкості пластмас

На основі аналізу технічного завдання в якості прототипу розроблюваного пристрою прийнята установка із схемою вимірювання по ГОСТ 15088 (ISO 306, DIN 53460, ASTM D1525) для визначення теплостійкості по Віка. Це дасть можливість отримати досить універсальну установку для визначення теплостійкості пластмас при деформаціях згину та при зануренні індентора в зразок при розм'якшенні останнього (так званий процес пенетрації). При цьому можна буде застосувати зразки різних типорозмірів при різних рівнях навантаження як рекомендується в згаданих вище стандартах.

2.2 Принципи роботи пристрою

Принцип роботи пристрою полягає у деформуванні (або розмякшенні) зразка під дією постійного навантаження в умовах лінійного наростання його температури. Температура, при якій деформація зразка досягає заданої величини, називається **теплостійкістю пластмаси T_{tc}** і є основним показником, який визначається.

Кінематична схема спроектованого пристрою показана на рис.2.1.

На відміну від відомих прототипів, на даному пристрої можна визначити теплостійкість як при згині, так і при стиску (пенетрації) завдяки універсальному предметному столику. На спроектованому пристрої досліджується одночасно три зразки, що значно підвищує продуктивність вимірювання та економічність установки. Процес визначення теплостійкості в новій конструкції повністю автоматизований, а оператор потрібний тільки для заміни зразків.

					КП 085.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

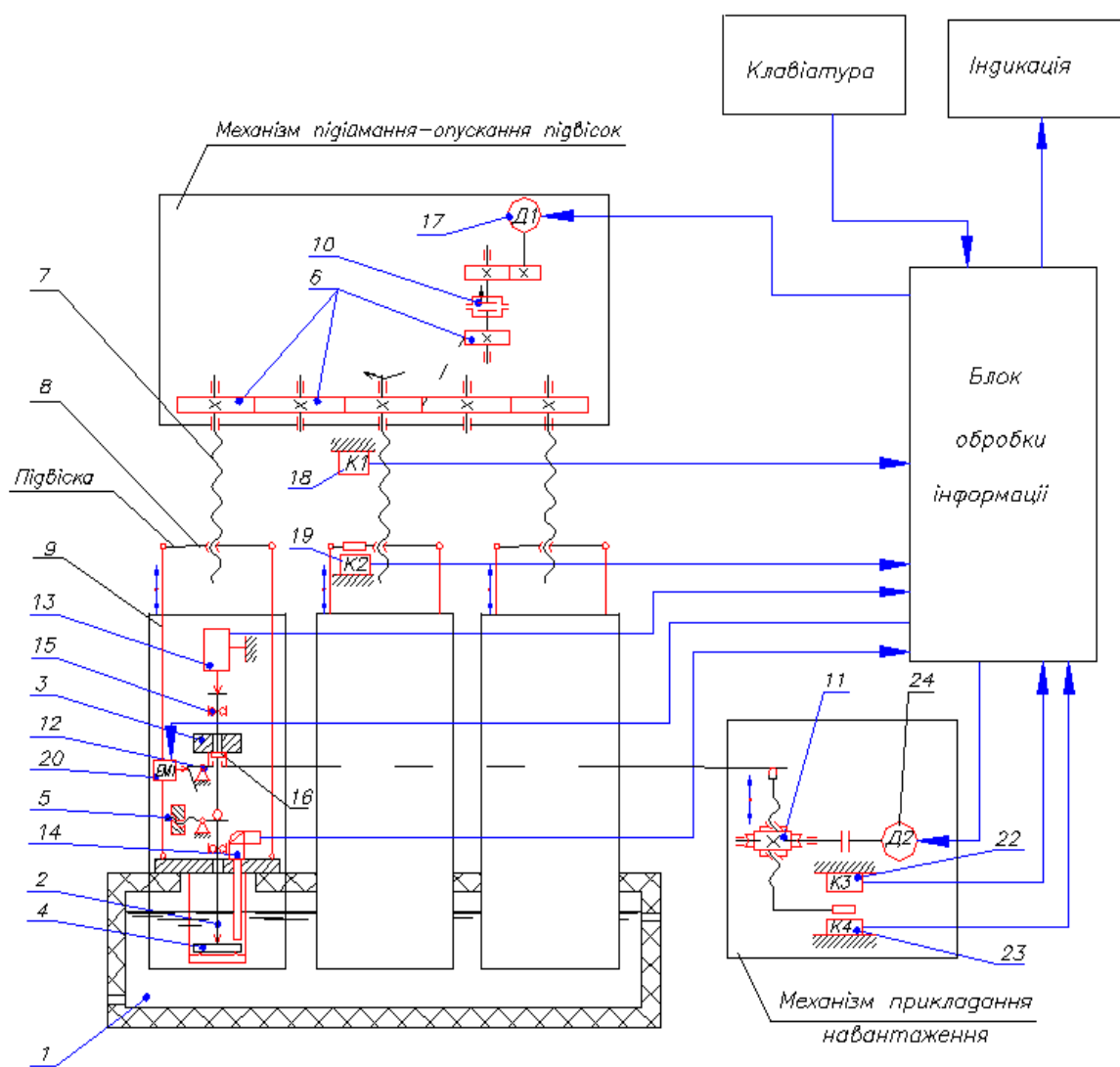


Рисунок 2.1 – Кінематична схема пристрою для визначення теплостійкості пластмас

До трьох зразків досліджуваної пластмаси 4, які розміщені в термокамері 1, через штоки 2 із змінним індентором з допомогою вантажів 3 прикладається задана величина навантаження. Термокамера заповнена теплоносієм, наприклад, високотемпературною рідиною поліетилсиліконовою марки ПЭС-5 ГОСТ 13004-67, або

					КП 085.00.00.000 ПЗ		Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

високотемпературним рідким мастилом “Вапор”, що мають температуру кипіння більше 250⁰С.

Прикладання навантаження відбувається з допомогою електродвигуна 24 та черв'ячного редуктора 11 з важільним механізмом. Після прикладання навантаження температура в термокамері 1 починає рівномірно наростати із швидкістю 50⁰ С в годину або 120⁰ С в годину (в залежності від марки пластмаси і згідно з вимогами ГОСТ 15088. Наростання температури забезпечується серійним термостатом (на схемі не показаний), який трубопроводом під'єднаний до термокамери. Деформація зразків визначається індуктивними датчиками 13, а температура – термопарами 14.

Для підвищення чутливості механізму навантаження штоки 2 змонтовані в роликових напрямних 15.

Маса кожного штока зрівноважується важелем 5. Навантаження здійснюється накладанням вантажів 3 на тарілку 16, нерухомо закріплену на штокові 2. Знімають та прикладають навантаження автоматично до цих трьох зразків з допомогою важеля 12, зв'язаного з механізмом прикладання навантаження виконаного у вигляді черв'ячно-гвинтового редуктора 11.

Поскільки час визначення теплостійкості досить великий і складає для різних пластмас від 0,5 год. до 2 год., то для підвищення продуктивності установки вирішено одночасно досліджувати три зразки одночасно. При цьому в установці передбачено стільки ж аналогічних по конструкції вимірювальних позицій підвісок.

Для того, щоб автоматизувати процес визначення теплостійкості пластмас в даній установці спроектований електромеханічний привід підймання-опускання підвісок із зразками. Він складається з електродвигуна 17, зубчастих передач 6 і трьох передач гвинт-гайка 7, з

					КП 085.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

допомогою яких обертовий рух зубчастих коліс перетворюється в поступовий рух траверс 8, які через троси 9 підіймають і опускають у темокамеру 1 три підвіски із зразками 4. Величина переміщення підвісок і реверсування електродвигуна здійснюється з допомогою кінцевих вимикачів К1 і К2, положення яких можна регулювати.

Для автоматичного утримування важеля 12 у піднятому стані (зразки розвантажені) при заміні зразків, конструкцією установки в кожній підвісці передбачені електромагнітні фіксатори 20. Підпружинений сердечник цього електромагніта автоматично утримує важіль 12 у верхньому припіднятому стані при заміні зразків. Управління електромагнітами здійснюється регульованими вимикачами 22 і 23, які також визначають діапазон переміщення важеля 12 і реверсують електродвигун 24.

Форма і розміри зразків і інденторів для досліджень узгоджені з рекомендаціями ГОСТ 15088 та ГОСТ 12021 і у конкретному випадку вибираються в залежності від марки досліджуваного полімерного матеріалу.

2.3 Розрахунки точнісних характеристик пристрою

2.3.1 Розрахунок похибки прикладання зусилля навантаження

Схема механізму навантаження показана на рис. 2.2

В процесі визначення теплостійкості зразок навантажується постійним зусиллям, яке визначається вагою змінного вантажу P . Вага вантажів може бути різною і залежить від виду досліджень.

					КП 085.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

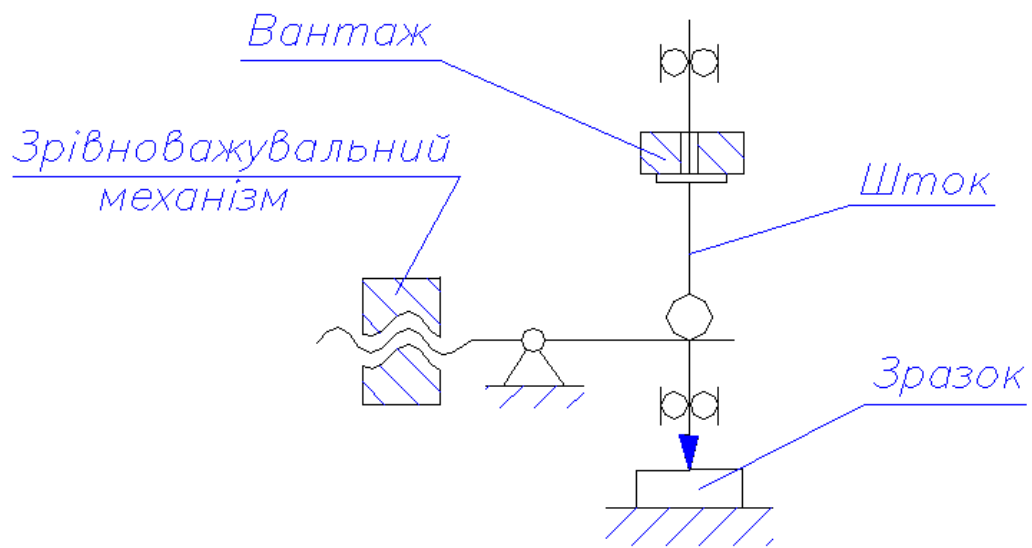


Рисунок 2.2 - Схема механізму навантаження

Вага штока зрівноважується спеціальним зрівноважувальним механізмом і на точність прикладання зусилля не впливає. Тоді сумарна відносна похибка прикладання буде визначатись по формулі:

$$\delta_N^{\Sigma} = \sqrt{\delta_{p\max}^2 + \delta_{\text{напр}}^2}, \quad (2.1)$$

де $\delta_{p\max}$ – максимальна відносна похибка ваги вантажу, %;

$\delta_{\text{напр}}$ – похибка, викликана тертям в роликових напрямних

$$\delta_{p\max} = \frac{\Delta P}{P_{\min}} \cdot 100\% = \pm \frac{0,2}{10} \cdot 100\% = \pm 2\% \quad (2.2)$$

					КП 085.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\delta_{p \min} = \frac{\Delta P}{P_{\max}} \cdot 100\% = \pm \frac{1}{50} \cdot 100\% = \pm 2\% \quad (2.3)$$

В даній конструкції передбачені дві роликові напрямні по 3 ролики в кожній. Ролики являють собою стандартні однорядні підшипники кочення 6025 із внутрішнім діаметром $d=5\text{мм}$ і зовнішнім діаметром $D=16\text{мм}$. Згідно з експериментальними даними власний момент тертя вказаного підшипника в момент зрушення при відсутності попереднього натягу рівний:

$$T_{mp.підш.} = 6 \cdot 10^{-3} \text{ Н}\cdot\text{м}$$

Тоді для його подолання потрібно прикласти силу $F'_{підш.}$ вздовж осі штока (рис.2.3)

$$F'_{підш.} = \frac{T_{mp.підш.}}{D/2} = \frac{6 \cdot 10^{-3}}{16/2} = 0,75 \cdot 10^{-3} \text{ Н}$$

					КП 085.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

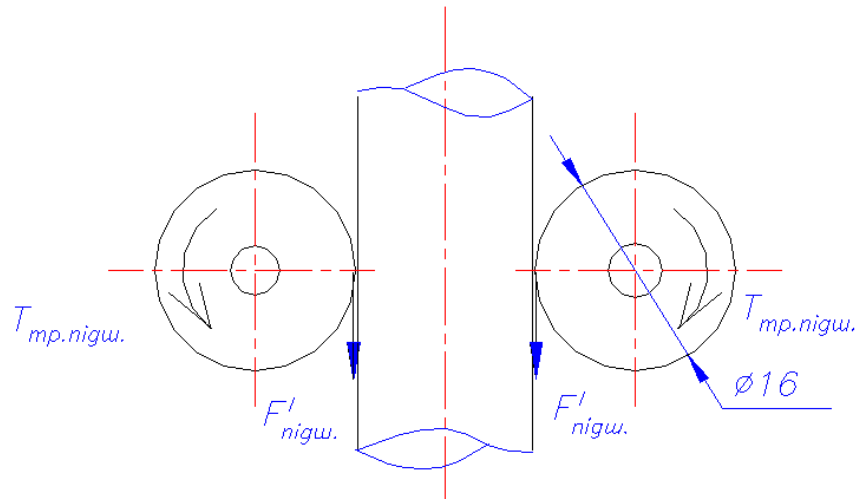


Рисунок 2.3 – Розрахунок сил тертя в роликів напрямних

Сумарна осьова сила, що затрачується на подолання тертя в роликів напрямних (дві напрямні по три пішипники)

$$F_{нпгш} = 6 \cdot F'_{нпгш} = 6 \cdot 0,075 \cdot 10^{-3} = 4,5 \cdot 10^{-3} \text{ Н}$$

Відносна похибка навантаження із сторони напрямних $\delta_{напр}$ буде мати максимальне значення при прикладанні найменшого вантажу $P_1 = 1,20 \text{ Н}$

$$\delta_{напр. \max} = \frac{F_{нпгш}}{P_1} \cdot 100\% = \frac{4,5 \cdot 10^{-3}}{1,2} \cdot 100\% = 0,3\% \quad (2.4)$$

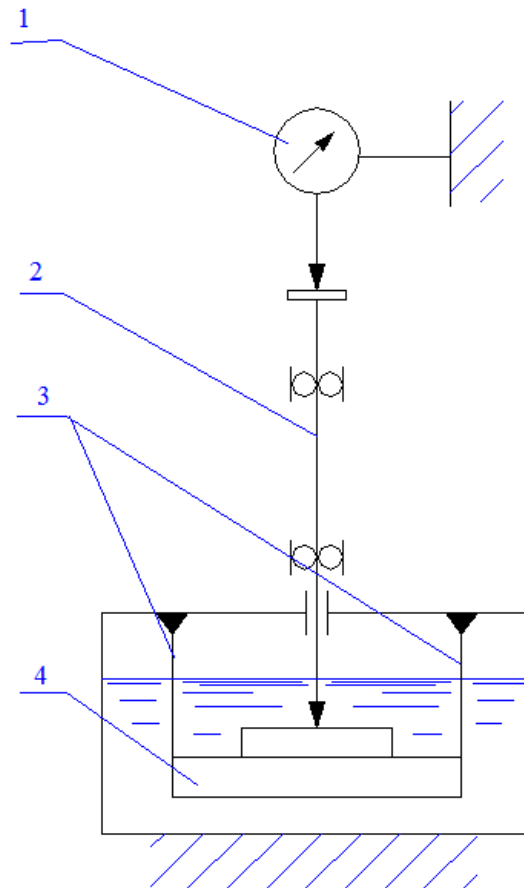
					КП 085.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Тоді максимальна відносна похибка навантажувального механізму спроектованого приладу:

$$\delta_{N \max}^{\Sigma} = \sqrt{2^2 + 0,3^2} = \pm 2,02\%$$

2.3.2 Розрахунок похибки вимірювання деформації

Схема вимірювання деформації зразків представлена на рис.2.4.



1 - індуктивний датчик; 2 – шток; 3 – стержні; 4 – балка.

Рисунок 2.4 – Схема вимірювання деформації

					КП 085.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На величину сумарної похибки будуть впливати:

- похибка індуктивного датчика 1 та електронної системи;
- повзучість від напруження стиску штока 2, розтягу двох стержнів 3 та згину балки 4;
- температурні деформації самого зразка, стержнів 3 та частини штока 2, яка занурена у ванну з теплоносієм.

В спроектованому пристрої застосований індуктивний давач лінійних переміщень RM 10-T-KA-S2A131.222 фірми «Eddylab GmbH» з наступними технічними характеристиками:

- Діапазон вимірювання 0... 5 мм.
- Абсолютне вимірювання переміщення.
- Роздільна здатність 0,01 мм.
- Тривалий термін експлуатації — до 100 мільйонів циклів.

Відносна похибка вимірювання такого датчика рівна $\delta_{\varepsilon} = 0,3\%$.

Прогин балки 4 від робочого навантаження за період одного дослідження не змінюється і тому на похибку вимірювання деформації не впливає, а повзучість балки 4, стрижнів 3 та штоку 2 від відповідних напружень настільки мала навіть при максимальному навантаженні $P_{max}=50\text{Н}$, що нею нехтуємо.

Температурні деформації стрижнів 3 та штоку 2 зводимо до мінімуму шляхом виготовлення їх з матеріалів з однаковими коефіцієнтами теплового розширення. Фактичні температурні деформації визначаються при повірці установки згідно з рекомендаціями ГОСТ 1202 та ГОСТ 15088-83. Якщо їх величина перевищує 0,01мм, то вона алгебраїчно додається до величини деформації зразків. Що стосується теплового розширення пластмасового зразка в напрямку вимірювання деформації, то згідно з методикою дослідження теплостійкості по ГОСТ

					КП 085.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

15088, таке розширення в похибку вимірювання не включається і є складовою частиною максимальної деформації зразка.

Таким чином, похибка вимірювання деформації буде залежати від похибки датчика лінійних переміщень

$$\delta_{\varepsilon} = \pm 0,3\%;$$

2.3.3 Розрахунок похибки вимірювання температури

Температура кожного зразка вимірюється своєю хромель-копелевою термопарою ХК по ГОСТ 6616 з діапазоном вимірювання від -50°C до $+300^{\circ}\text{C}$. Термопара розміщена максимально близько до зони деформації. Тоді сумарна похибка вимірювання температури буде залежати тільки від похибки термопари, яка рівна $\delta_t^{\Sigma} = \pm 0,21\%$.

2.4 Розрахунок механізму підймання підвісок

Розрахункова схема показана на рис. 2.5.

Вихідні дані:

- вага кожної підвіски разом з максимальним вантажем $P_1 = P_2 = P_3 = 150 \text{ Н}$;

швидкість вертикального переміщення підвісок приймається $V_1 = V_2 = V_3 = V = 5 \text{ мм/с}$;

- термін служби передач – 5000 год.

					КП 085.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

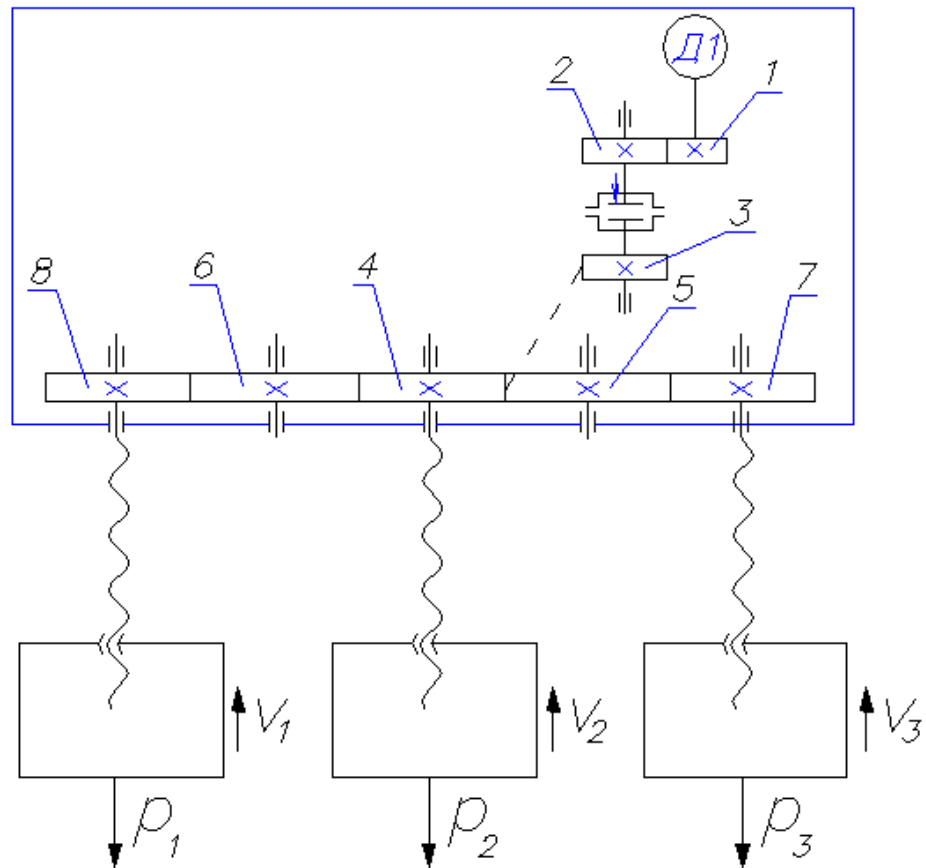


Рисунок 2.5 – Розрахункова схема механізму підймання підвісок

2.4.1 Вибір електродвигуна

Мінімальну розрахункову потужність електродвигуна $N_{p,min}$ визначаємо по формулі:

$$N_{p,min} = N_{p(p1)} + N_{p(p2)} + N_{p(p3)},$$

					КП 085.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $N_{p(1)}$; $N_{p(2)}$; $N_{p(3)}$ – відповідно розрахункові потужності, необхідні для переміщення ввєрх вантажів P_1 , P_2 , P_3 (підвісок) із швидкістю V .

$$N_{p(1)} = N_{p(2)} = \frac{P_{1,3} \cdot V}{\eta_{цил}^4 \cdot \eta_{підш}^4 \cdot \eta_{муф} \cdot \eta_{гв}},$$

де $\eta_{цил}$ – к.к.д. циліндричної зубчастої передачі, приймаємо $\eta_{цил}=0,9$;

$\eta_{підш}=0,9$ – к.к.д. пари підшипників кочення;

$\eta_{муф}$ – к.к.д. фрикційної муфти, приймаємо $\eta_{муф}=0,75$;

$\eta_{гв}=0,4$ – к.к.д. гвинтової пари із самогальмівною різьбою.

Тоді:

$$N_{p(1,3)} = \frac{150 \cdot 5 \cdot 10^{-3}}{0,9^4 \cdot 0,99^4 \cdot 0,75 \cdot 0,4} = 3,8 \text{ Вт};$$

$$N_{p(2)} = \frac{P_2 \cdot V}{\eta_{цил}^2 \cdot \eta_{підш}^2 \cdot \eta_{муф} \cdot \eta_{гв}} = \frac{150 \cdot 5 \cdot 10^{-3}}{0,9^2 \cdot 0,99^2 \cdot 0,75 \cdot 0,4} = 3,15 \text{ Вт};$$

$$N_{p.\min} = 3,8 + 3,8 + 3,15 = 10,7 \text{ Вт}.$$

Вибираємо електродвигун змінного струму загального призначення УАД-60 із наступними характеристиками: $N_{дв}=20$ Вт; $n_{дв}=1280$ об/хв; $U=220$ в; $I=0,23$ А.

2.4.2 Кінематичний розрахунок

Загальне передатне відношення:

					КП 085.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$i_{заг} = \frac{n_{об}}{V} = \frac{1280}{5 \cdot 60} = 4,27 об / мм = 26,8 \frac{рад}{мм}.$$

Приймаємо крок кожного з трьох ходових гвинтів $t=2$ мм (різьба $T_r10 \times 2$). Тоді передатне відношення гвинтової передачі:

$$i_{гв} = \frac{2\pi}{t} = \frac{2\pi}{2} = \pi \frac{рад}{мм};$$

$$i_{1-4} = \frac{i_{заг}}{i_{гв}} = \frac{26,8}{\pi} = 8,54.$$

Розбиваємо $i_{заг}$ по ступенях.

Приймаємо $i_{1-2}=3,1$. Тоді,

$$i_{3-4} = \frac{i_{1-4}}{i_{1-2}} = \frac{8,54}{3,1} = 2,75.$$

Для забезпечення однакової лінійної швидкості V усіх трьох підвісок передатне відношення $i_{4-7}=i_{4-8}=1$ (зубчасті колеса 6 і 5 тільки збільшують міжцентрові віддалі і на передатні відношення не впливають).

Знаходимо числа зубів коліс. З конструктивних міркувань в якості передатного механізму від двигуна Д до гвинтів приймаємо зубчасті прямозубі передачі.

Приймаємо для шестірні 1: $z_1=36$.

Тоді $z_2=z_1 \cdot i_{1-2}=36 \cdot 3,1=111,6$. Приймаємо $z_2=112$.

З конструктивних міркувань приймаємо стандартний модуль всіх зубчастих передач $m=0,8$ мм. Результати аналогічних кінематичних і геометричних розрахунків всіх зубчастих коліс приведені в табл. 2.1.

					КП 085.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.1 - Параметри зубчастих коліс

Параметр	Позначення	Зубчасті колеса					
		1	2	3	4	5,6	7,8
Число зубів	z	36	112	40	112	112	112
Фактичне переда-тне відношення	i	$i_{1-2}=3,1$		$i_{3-4}=2,8$			
				$i_{4,7}=i_{4-8}=1$			
Модуль, мм	m	0,8					
Ділильний діаметр, мм	d	28,8	89,6	32	89,6	89,6	89,6
Діаметр виступів, мм	$d_a=d+2m$	30,4	91,2	33,6	91,2	91,2	91,2
Ширина вінця, мм	b	8	6	8	6	8	6
Міжосьова віддаль, мм	$a_o=0,5x(d_1+d_2)$	59,2		60,8		89,6	
						89,6	

Швидкості обертання валів:

$$n_1 = n_{os} = 1280 \text{ об/хв}; \quad \omega_1 = \frac{\pi n_1}{30} = 134 \text{ рад/с};$$

$$n_{2,3} = \frac{n_1}{i_{1-2}} = \frac{1280}{3,1} = 412,9 \text{ об/хв}; \quad \omega_{2,3} = \frac{\pi n_{2,3}}{30} = 43,2 \text{ рад/с};$$

$$n_{n..8} = \frac{n_3}{i_{3-4}} = \frac{412,9}{2,8} = 147,5 \text{ об/хв}; \quad \omega_{n..8} = \frac{\pi n_{2,3}}{30} = 15,45 \text{ рад/с}.$$

2.4.3 Розрахунок крутних моментів

Обертовий момент на валу кожного з трьох ходових гвинтів із різьбою Т_г10х2 при рівномірному русі підвісок вверх визначаємо по формулі:

					КП 085.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$T_{зв} = P_{1,2,3} \cdot \frac{d_2}{2} \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi),$$

де $P_{1,2,3} = 150 \text{ Н}$ – вага кожної із трьох підвісок;

$d_2 = 9 \text{ мм}$ – середній діаметр різьби;

α - кут підйому різьби, $\alpha = \operatorname{arctg}(p/\pi d_2) = 4,49^\circ$

$\varphi = \operatorname{arctg} \frac{0,15}{\cos \frac{30^\circ}{2}} = 9,7^\circ$ - кут тертя в різьбі, де $f = 0,15$ – коефіцієнт тертя

між матеріалом стелевого гвинта та сталевий гайки, $\rho = 30^\circ$ – кут профілю витка трапециїдальної різьби.

$$T_{зв} = 150 \cdot \frac{9}{2} \operatorname{tg}(4,49 + 9,7) = 153 \text{ Н} \cdot \text{мм}$$

Обертові моменти на зубчастих колесах.

$$T_4 = 2 \frac{T_{зв}}{\eta_{цил}^2 \cdot \eta_{підш}^2 \cdot i_{n-8}} + \frac{T_{зв}}{\eta_{підш}} = \frac{2 \cdot 153}{0,9^2 \cdot 0,99^2 \cdot 1} + \frac{153}{0,99} = 539,9 \text{ Н} \cdot \text{мм};$$

$$T_{2,3} = \frac{T_4}{\eta_{цил} \cdot \eta_{підш} \cdot \eta_{мф} \cdot i_{3-4}} = \frac{539,9}{0,9 \cdot 0,99 \cdot 0,75 \cdot 2,8} = 288,5 \text{ Н} \cdot \text{мм};$$

$$T_1 = \frac{T_{2,3}}{\eta_{цил} \cdot i_{1-2}} = \frac{288,5}{0,9 \cdot 3,1} = 103,4 \text{ Н} \cdot \text{мм}.$$

2.4.4 Розрахунок на міцність найбільш навантаженої ступені

Згідно з виконаними вище розрахунками найбільш навантаженою є друга ступінь передачі. Виконаємо розрахунок на міцність зубів зубчастого зачеплення z_3, z_4 . Оскільки передача відкрита, то основним

					КП 085.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

розрахунком для неї є розрахунок на втомну міцність за напруженнями згину.

Вибір матеріалів зубчастих коліс.

Вибираємо для шестірні і колеса Сталь 45 із термообробкою поліпшенням.

Для шестірні:

- твердість поверхні зубів HB_3 , 300;
- границя міцності $\delta_{\sigma 3}=890$ МПа

Для колеса:

- твердість поверхні зубів HB_4 , 260;
- границя міцності $\delta_{\sigma 4}=890$ МПа

Допустимі напруження на згин визначаємо по формулі:

$$[\sigma]_F = \frac{\sigma_F \lim_{\sigma} \cdot K_{FC} \cdot K_{FL}}{S_F},$$

де $\sigma_F \lim_{\sigma}$ – границя витривалості при згині для базового числа циклів навантаження N_{FO} .

$$\sigma_{F \text{ див } 3} = 1,8HB_3 = 1,8 \cdot 300 = 540 \text{ МПа};$$

$$\sigma_{F \text{ lim } 4} = 1,8HB_4 = 1,8 \cdot 260 = 468 \text{ МПа},$$

$K_{FC}=0,98$ – для реверсивних передач;

$S_F=2,2$ – коефіцієнт запасу;

K_{FL} – коефіцієнт довговічності визначається по формулі:

					КП 085.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$K_{FL} = \sqrt{\frac{N_{FO}}{N_{FE}}},$$

де $m_F=6$ – при $HV < 350$;

$$N_{FO}=4 \cdot 10^6$$

N_{FE} – еквівалентне число циклів навантаження

$$N_{FE} = 60 \cdot c \cdot n_3 \cdot L = 60 \cdot 1 \cdot 412,9 \cdot 5000 = 1,2 \cdot 10^8,$$

де $c=1$ – число коліс, яке знаходиться у зачепленні з даним колесом;

$n=412,9$ – число обертів шестірні;

L – довговічність в год., приймаємо $L=5000$ год.

$$N_{FE4} = 60 \cdot c \cdot n_4 \cdot L = 60 \cdot 3 \cdot 147,5 \cdot 5000 = 1,3 \cdot 10^8.$$

Як видно, $N_{FO} < N_{FE}$, тому $K_{FL}=1$. Тоді допустимі напруження на згин:

$$[\sigma]_{F3} = \frac{540 \cdot 1 \cdot 1}{2,2} = 245,5 \text{ МПа};$$

$$[\sigma]_{F4} = \frac{468 \cdot 1 \cdot 1}{2,2} = 212,7 \text{ МПа}.$$

Перевірка зубів на втомний згин.

Перевірку виконуємо по формулі:

$$\sigma_F = Y_F \cdot Y_\varepsilon \cdot Y_\beta \cdot \frac{\omega_{Fl}}{m} \leq [\sigma]_F,$$

					КП 085.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де Y_F – коефіцієнт форми зубів, вибираємо в залежності від z і ступеня точності передачі, $Y_{F3}=3,7$, $Y_{F4}=3,61$

$Y_\varepsilon=1$; $Y_\beta=1$ – відповідно коефіцієнт перекриття і нахилу зубів;

ω_{Ft} – питома колова сила.

$$\omega_{Ft} = \frac{F_{Ft}}{b} K_{F\alpha} \cdot K_{F\beta} \cdot K_{FV} = \frac{2 \cdot T_3}{d_3 \cdot b} K_{F\alpha} \cdot K_{F\beta} \cdot K_{FV},$$

де $K_{F\alpha}$ - коефіцієнт розподілу навантаження між зубами, в прямозубих рахують, що навантаження передається однією парою зубів.

$K_{F\beta}$ - коефіцієнт розподілу навантаження по ширині зубів, при постійному навантаженні, $HB < 350$ і $V < 15$ м/с можна приймати $K_{F\beta}=1$.

$K_{FV}=1,08$ – коефіцієнт, що враховує динамічне навантаження, вибираємо по таблиці в залежності від $V=0,5\omega_2 \cdot d_2=0,5 \cdot 121 \cdot 15,6 \cdot 10^{-3}=0,944$ м/с, і ступені точності передачі (приймаємо 7-му).

$$\omega_{Ft} = \frac{2 \cdot 288,5}{32 \cdot 8} \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,08 = 3 \frac{H}{мм};$$

$$\sigma_{F4} = 3,61 \cdot 1 \cdot 1 \cdot \frac{3}{0,8} = 13,5 МПа < [\sigma]_{F3} = 212,7 МПа.$$

Міцність на втомний згин забезпечена.

2.4.5 Визначення діаметра валів та вибір підшипників

Максимальним обертовим моментом навантажений вал другої ступені передачі з колесами 2 і 3. Розрахуємо мінімальний діаметр вала з умови тільки на кручення по формулі:

					КП 085.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$d_{\min} = k_3 \sqrt[3]{\frac{T_{2,3}}{0,2[\tau]_{кр}}},$$

де $T_{2,3} = 288,5 \text{ Н}\cdot\text{мм}$ – крутний момент на валу;

$[\tau]_{кр}$ – допустимі напруження на кручення для сталевих валів при попередніх розрахунках рекомендується приймати понижені значення $[\tau]_{кр} = 30 \text{ МПа}$;

$k = 1,1$ – коефіцієнт, що враховує послаблення вала отвором під шрифт.

$$d_{\text{в. min}} \geq 1,13 \sqrt[3]{\frac{288,5}{0,2 \cdot 30}} = 3,5 \text{ мм.}$$

З конструктивних міркувань приймаємо $d_{\text{в}} = 10 \text{ мм}$. Оскільки діаметр вала вибраний із великим запасом по міцності, то подальші розрахунки на згин не виконуємо. Всі інші вали також приймаємо рівними $d = 10 \text{ мм}$.

По діаметру вала приймаємо стандартні підшипники із внутрішнім діаметром 10 мм. Для валів із ходовими гвинтами приймаємо радіально-упорні кулькові підшипники №36100 ГОСТ 831-75, які мають кут контакту $\alpha = 12^\circ$. Для всіх інших валів – радіальні кулькові однорядні №100 ГОСТ 8338-75.

2.4.6 Розрахунок фрикційної запобіжної муфти

Муфта змонтована на валу зубчастих коліс 2 і 3 і призначена для захисту від поломок механізму підймання підвісок при нештатних ситуаціях – різке перевантаження, заклинювання та ін.

					КП 085.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахункова схема муфти показана на рис. 2.6.

Вихідні дані для розрахунку:

- обертовий момент, що передається муфтою – $T_{2,3}=288,5 \text{ Н}\cdot\text{мм}$;
- внутрішній і зовнішній діаметри поверхні тертя – $d=10 \text{ мм}$; $D=28 \text{ мм}$;
- матеріал поверхні тертя дисків – Сталь по пресованому асбесті, коефіцієнт тертя $f=0,3$;
- кількість поверхонь тертя – $i=2$.

Визначимо мінімальне зусилля стиску пружини F_{np} , яка притискає фрикційні диски між собою.

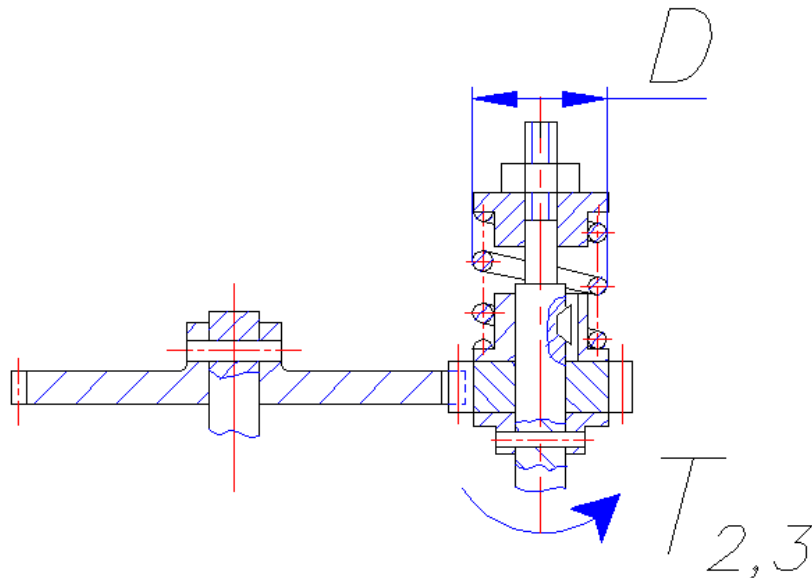


Рисунок 2.6 – Муфта фрикційна запобіжна

					КП 085.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначимо мінімальне зусилля стиску пружини F_{np} , яка притискає фрикційні диски між собою.

Момент сили тертя, що виникає між фрикційними дисками:

$$T_{np} = F_{np} \cdot f \cdot R_{cp} \cdot i \geq T_{2,3},$$

Звідси

$$F_{np} = \frac{k \cdot T_{2,3}}{R_{cp} \cdot f \cdot i} = \frac{1,15 \cdot 288,5}{9,5 \cdot 0,3 \cdot 2} = 58,2 \text{ Н},$$

де $k=1,15$ – коефіцієнт запасу по зчепленню;

$$R_{cp} = \frac{D + d}{4} = \frac{28 + 10}{4} = 9,5 \text{ мм} – \text{середній радіус тертя};$$

$f=0,3$ – коефіцієнт тертя;

$i=2$ – кількість поверхонь тертя.

Перевіримо матеріал фрикційних асбестових накладок муфти по питомому тиску:

$$p = \frac{4 \cdot F}{\pi \cdot (D^2 - d^2)} = \frac{4 \cdot 58,2}{\pi \cdot (28^2 - 10^2)} = 0,108 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2} < [p] = 0,3 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2},$$

де $[p]=0,3$ МПа – допустимий питомий тиск на поверхні тертя для пари сталь-пресований асбест.

В якості пружини для спроектованої муфти виберемо стандартну циліндричну пружину стиску 7039-2025 ГОСТ 13165-67, яка має наступні характеристики:

- зовнішній діаметр $D=22$ мм;

					КП 085.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- діаметр дроту $d=2,0$ мм;
- максимальне зусилля стиску $P_3=130$ Н;
- висота пружини під осьовим навантаженням $P_3 = 21$ мм.

2.5 Технологія виготовлення пластмасових зразків для дослідження теплостійкості пластмас

2.5.1 Призначення та конструкція деталей

В роботі спроектований технологічний процес виготовлення пластмасових зразків по кресленнях КРБ 085.00.00.001 та КРБ 085.00.00.002 (Додатки А та Б) . Ці деталі використовуються в якості зразків для дослідження теплостійкості пластмас в рідинному середовищі в діапазоні температур від $+25^{\circ}\text{C}$ до $+200^{\circ}\text{C}$. Розміри деталей узгодженні з ГОСТ 12021-75 (теплостійкість при згинанні) та ГОСТ 15088 (теплостійкість по Віка).

Виходячи з функціонального призначення деталей основні вимоги щодо точності їх виготовлення стосуються розмірів поперечного перерізу. Стандартами рекомендуються досить великі допуски на товщину і ширину зразків: $\pm 0,3$ мм. Усі інші розміри вільні.

Слід відмітити, що такі зразки, при необхідності, можуть використовуватись і при інших видах досліджень (наприклад, визначення модуля пружності при згинанні, повзучості при стиску та ін.).

В якості матеріалу зразків прийнятий поліамід ПА6 литтєвий, з якого найчастіше виготовляють деталі конструкційного призначення. Для цього матеріалу характерна здатність до великих деформацій в широкому діапазоні температур, досить висока міцність та стійкість проти зношування.

					КП 085.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.5.2 Аналіз технологічності деталей та обґрунтування способу виготовлення

Деталі мають нескладну геометричну форму. Вони можуть виготовлятися методом механічної обробки з блочного капролону або методом лиття під тиском на термопластавтоматах. Враховуючи досить значну програму випуску (6000 шт. кожної деталі), доцільно виготовляти їх високопродуктивним методом лиття під тиском на термопластавтоматах. Це буде вигідно з точки зору собівартості деталей, якості готової продукції та продуктивності праці.

Одним із недоліків методу лиття під тиском є невисока точність отриманих пластмасових деталей (як правило не вище 8-9 квалітету). Це пояснюється усадкою розплавленої пластмаси після охолодження в прес-формі, яка для поліаміду, наприклад, може досягати 1-2%. Але допуски на розміри поперечного перерізу деталей згідно із кресленнями не перевищують $\pm 0,2$ мм, що значно перевищує значення величини усадки, яка в даному випадку складає $\delta = 0,01 \times 10 = 0,1$ мм.

Виготовлення пластмасових зразків методом лиття під тиском вирішує і ще одне важливе питання при розробленні техпроцесу – вибір заготовки. При літті під тиском термопластів вихідним матеріалом (в даному випадку «заготовкою») завжди служить полімерний матеріал у вигляді гранул з максимальним розміром 4...5 мм.

2.5.3 Визначення типу виробництва

Вихідні дані:

Річна програма випуску кожної деталі $N=6000$ шт.

Дійсний річний фонд часу $F_d=1800$ год.

					КП 085.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\text{Такт випуску деталей } T_B = F_d \cdot \frac{60}{N} = \frac{1800 \cdot 60}{6000} = 18,6 \text{ хв.}$$

Таблиця 2.2 – Дані укрупненого нормування операцій

№	Операція	$T_{шк}, \text{ хв}$
1	Сушіння поліаміду в сушільній шафі	0,24
2	Виготовлення литтям на термопластавтоматі	0,244
3	Зачистка литників	0,045
4	Термообробка	0,34

Число операцій : $n=4$.

Сумарний штучно-калькуляційний час

$$\Sigma T_{шк} = 0,869 \text{ хв.}$$

Середній штучний час

$$T_{шт.ср} = \frac{\Sigma T_{шк}}{n} = \frac{0,869}{4} = 0,22 \text{ хв.}$$

Коефіцієнт серійності

$$K_c = \frac{T_B}{T_{шт.ср}} = \frac{18,6}{0,22} = 84,5 > 20.$$

Отже виробництво мілкосерійне.

2.5.4 Розрахунок кількості деталей в партії

Періодичність запуску-випуску деталей $a=10$ днів. Число робочих днів у році $F=253$.

					КП 085.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахункова кількість деталей у партії

$$n = \frac{N \cdot a}{F} = \frac{6000 \cdot 10}{253} = 237 \text{ шт}$$

Оскільки малі партії деталей на термопластавтоматі виготовляти недоцільно, приймаємо чотири партії по 1500 шт. деталей одного типорозміру в партії, або по $1500 \cdot 4 = 6000$ шт. деталей чотирьох типорозмірів.

Розрахункове число змін на обробку партії деталей на дільниці

$$C_p = \frac{T_{\text{шт}} \cdot n}{480 \cdot 0,8} = \frac{0,667 \cdot 6000}{480 \cdot 0,8} = 10,4$$

Приймаємо 10,5 робочих днів в одну зміну.

2.5.5 Розробка технологічного процесу

Вибір обладнання

Найбільш поширеним і в той же час одним із найбільш прогресивніших і високопродуктивних методів виготовлення пластмасових деталей з термопластичних полімерних матеріалів є литво під тиском на термопластавтоматах (ТПА). Марка термопластавтомата визначається об'ємом відливки та зусиллям змикання пресформи.

Об'єм деталі КРБ 085.00.00.001 (див. Додаток А):

$$V_1 = L \cdot b \cdot h = 11,5 \cdot 1 \cdot 0,4 = 4,6 \text{ см}^3$$

Об'єм деталі КРБ 085.00.00.001-01 (Додаток А):

					КП 085.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$V_2 = v \cdot b \cdot h = 11,5 \cdot 1 \cdot 0,6 = 6,9 \text{ см}^3$$

Об'єм деталі КРБ 085.00.00.002 (Додаток Б):

$$V_3 = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot h = \frac{\pi \cdot 0,5^2}{4} \cdot 0,8 = 0,157 \text{ см}^3$$

Об'єм деталі КРБ 085.00.00.002-01 (Додаток Б):

$$V_4 = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot h = \frac{\pi \cdot 1^2}{4} \cdot 0,3 = 0,236 \text{ см}^3$$

Планується одночасно відливати чотири деталі (два круглі зразки, два призматичні) в чотиримісній формі.

Тоді сумарний об'єм виробів:

$$V_{\Sigma} = (V_1 + V_2 + V_3 + V_4) = 11,89 \text{ см}^3$$

ТПА вибирають порівнянням необхідних та номінальних значень основних параметрів обладнання.

Об'єм відливки

$$V_{\text{відл.}} = \frac{V_{\Sigma} \cdot k_1}{\beta_1} \leq V_{\text{ТПА}},$$

де V_{Σ} і $V_{\text{ТПА}}$ – відповідно об'єм виробів і номінальний об'єм вприску ТПА;

k_1 – коефіцієнт, що враховує об'єм ливникової системи, $k_1 = 1,2$;

					КП 085.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

β_1 — коефіцієнт використання машини, який враховує збільшення об'єму полімера в розплавленому стані порівняно з його об'ємом у виробі, для кристалічних полімерів $\beta_1 = 0,6 \dots 0,7$

$$V_{\text{відл}} = \frac{11,86 \cdot 1,2}{0,6} = 23,78 \text{ см}^3$$

Приймаємо ТПА моделі ДБ 3124-32П з об'ємом вприску $V=32 \text{ см}^3$

Основні технічні характеристики вибраного ТПА приведені нижче.

Технічні характеристики ТПА ДБ 3124-32П

1. Діаметр шнека	26 мм
2. Номінальний об'єм вприску	32 см ³
3. Номінальний тиск литва (в матеріальному циліндрі)	112 МПа
4. Номінальна об'ємна швидкість вприску	47 см ³ /с
5. Номінальне зусилля запирання форми	250 кН
6. Висота форми:	
найбільша	250 мм
найменша	125 мм
7. Найбільша відстань між плитами	400 мм
8. Хід рухомої плити (при найбільшій висоті інструменту)	200 мм
9. Найбільший хід виштовувача	146 мм
10. Відстань між колонками	
по горизонталі	250 мм
по вертикалі	200 мм

Перевіримо вибраний ТПА по зусиллю змикання пресформи.

$$P_0 = 0,1q \cdot F_{\text{пр.сум.}} \cdot k_2 \cdot k_3 \leq P_{\text{ном.ТПА}}$$

					КП 085.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

P_0 – мінімально необхідне зусилля змикання;

q – тиск розплавленої пластмаси в оформляючому гнізді пресформи, $q=32$ МПА;

$F_{\text{пр.сум}}$ – сумарна площа проекції виробів на площину роз'єму пресформи, виходячи з креслень деталей (Додатки А, Б) та елементарних геометричних розрахунків

$$F_{\text{пр.сум}}=0,196+0,785+11,5\cdot 2=29,9 \text{ см}^2,$$

$k_2=1,1$ – коефіцієнт, що враховує використання максимального змикання плит на 80...90%,

$P_{\text{ном.ТПА}}=250$ кН – номінальне зусилля змикання ТПА.

$$P_0=0,01\cdot 32\cdot 29,9\cdot 1,1\cdot 1,25 = 13,156 \text{ кН} < P_{\text{ном.ТПА}} = 250 \text{ кН}$$

По зусиллю змикання вибраний ТПА працює із значним запасом.

Технологічний процес виготовлення пластмасових зразків.

Однією з характерних особливостей полімерних матеріалів є те, що їх властивості змінюються в залежності від технології виготовлення.

Типовий процес виготовлення пластмасових деталей литвом під тиском складається з наступних операцій:

- 1) підготовка сировини;
- 2) литво під тиском;
- 3) зачистка литників;
- 4) термообробка

					КП 085.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Підготовка сировини

Підготовка сировини полягає у видаленні адсорбованої полімерним матеріалом вологи. Вилучення вологи проводиться у вакуумній шафі при тиску 10 мм рт.ст. і температурі 80-90°C на протязі 24 годин, враховуючи час завантаження і вивантаження. Кінцева волога в контрольних пробах повинна складати не більше 0,3%.

В якості обладнання найчастіше використовуються сушильні шафи власного виробництва, які дають можливість нагрівати робоче середовище до температури 100...150°C та обладнані витяжкою. Також є сушильні шафи промислового виробництва. Для даного техпроцесу приймаємо шафу власного виробництва з робочим об'ємом, що дозволяє одночасно завантажити не менше 50 кГ полімерного матеріалу на партію деталей 6000 шт. по 1500 шт. кожного типорозміру.

Основний час сушки сировини

$$T_c = \frac{23,5 \cdot 60}{6000} = 0,235 \text{ хв.}$$

Допоміжний час T_g , час обслуговування $T_{\text{обсл}}$ та час відпочинку $T_{\text{від}}$ в одному випадку рівні нулю.

Тоді штучний час $T_{\text{шт}} = T_c = 0,235 \text{ хв.}$

Штучно-калькуляційний час підготовки сировини.

$$T_{\text{шк}} = T_{\text{шт}} + \frac{T_{\text{нз}}}{n} = 0,235 + \frac{30}{6000} = 0,24 \text{ хв.}$$

де $T_{\text{нз}}$ - підготовчо-заклучний час, необхідний для завантаження сировини в шафу та її розвантаження, з практики приймаємо 30 хв.

n – 6000 шт. – кількість деталей, які можна виготовити з однієї партії.

					КП 085.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Литво під тиском і циклограма відливки.

Режим пластифікації матеріалу встановлюється, як правило, на основі табличних даних, отриманих дослідним шляхом, в залежності від технологічних властивостей матеріалу пластмасових деталей і їх конфігурації. Дуже часто режим литва уточнюється після перших відливок деталей.

Перед тим, як перейти до циклограми відливки, доцільно відмітити деякі технологічні фактори, які впливають на міцність виготовлених деталей.

Найбільш суттєвий вплив на міцність деталей із термопластів в основному мають температура матеріального циліндра, питомий тиск лиття, витримка відливки під тиском і температура форми.

З підвищенням температури матеріального циліндра ТПА границя міцності при розтягу - стиску, питома ударна в'язкість термопластів здебільшого зменшуються.

З підвищенням питомого тиску границя міцності при розтягу - стиску і статичному прогині термопластів збільшуються. Із збільшенням витримки під тиском границя міцності при розтягу - стиску, статичному прогині і питома ударна в'язкість термопластів збільшуються.

При затвердінні термопластів підвищений тиск чинить позитивний вплив, оскільки сприяє більш щільній упаковці в процесі охолодження. Але збільшувати тиск можна лише до певного значення, після якого знову починає знижуватись міцність матеріалу деталі.

З підвищенням температури форми границя міцності при розтягу та статичному прогині термопластів збільшується, а питома ударна в'язкість зменшується.

					КП 085.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Із збільшенням часу витримки деталі у формі при охолодженні границя міцності при розтягу, статичному прогині, стиску та питома ударна в'язкість збільшується, окрім поліетилену, в якого питома ударна в'язкість зменшується. З підвищенням швидкості руху інжекційного плунжера (швидкості впорскування) границя міцності при розтягу, стиску, статичному прогині, питома ударна в'язкість термопластів збільшується.

Основна задача при виборі режиму литва під тиском зводиться до отримання деталі, яка б мала комплекс якостей, необхідних для її успішної і надійної роботи в процесі експлуатації.

Циклограма відливки зразків з поліаміду ПА6 приведена в табл. 2.3.

Таблиця 2.3 – Циклограма роботи ТПА при виготовленні деталей КП 085.00.00.001 та КП 085.00.00.001

Робочий цикл (в сек.)		
А=53		
Початок циклу		Кінець циклу
Б=33		В=20
Г=18	Д=15	

А – загальний час циклу; Б – час «Форма закрита»; В – час «Форма відкрита»; Г – час «Шнек вперед»; Д - час охолодження відливки.

Початком циклу вважають момент, коли шнек починає переміщуватись в напрямі сопла. Час охолодження форми в закритому стані складається із суми: час «поршень вперед», і «час охолодження» відливки.

					КП 085.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Загальний час – це час перебування форми в закритому і відкритому станах.

Нагрів матеріалу протікає по трьох зонах матеріального циліндра ТПА з постійним підвищенням температури.

Температура третьої зони задається на 20-30°C вище температури плавлення матеріалу для забезпечення потрібної текучості, яка забезпечує хороше заповнення прес-форми.

Приймаємо наступну температуру по зонах матеріального циліндра:

— 1 зона - 190°C

— зона - 220°C

— зона - 230°C

Тиск лиття приймаємо 140 МПа.

Температура пресформи в процесі лиття підтримується в границях 70...80°C з допомогою термостата ТС – 24.

Згідно з циклограмою відливки основний час відливки однієї деталі при роботі в автоматичному режимі:

$$T_o = \frac{53}{60,4} = 0,22 \text{ хв.}$$

Допоміжний час T_g при автоматичному режимі роботи пресформи

$$T_g = 0$$

Час обслуговування робочого місця і час на перерви, відпочинок та власні потреби приймаємо рівним 8% від T_o .

$$T_{\text{обсл}} + T_{\text{від}} = 0,08 \cdot T_o = 0,08 \cdot 0,22 = 0,0176 \text{ хв.}$$

Тоді штучний час відливки однієї деталі:

					КП 085.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$T_{шт} = T_o + T_g + T_{обсл} + T_{відл} = 0,22 + 0,0176 = 0,237 \text{ хв.}$$

Штучний калькуляційний час:

$$T_{шк} = T_{шт} + \frac{T_{нз}}{n},$$

де $T_{нз}$ – підготовчо-заклучний час, який потрібний для установки – зняття пресформи при виготовленні партії деталей та наладки ТПА, з практики приймається $T_{нз}=45$ хв.;

$n=6000$ – кількість деталей всіх типорозмірів в одній партії

$$T_{шк} = 0.237 + \frac{45}{6000} = 0,244 \text{ хв.}$$

Зачистка литників.

Оскільки конструкторською прес-форми не передбачено автоматичне відрізання ливникової системи від готових виробів (це призводить до ускладнення конструкції і підвищення вартості прес-форми і економічно доцільно тільки при великих партіях деталей - 50 тис. шт. в рік і більше), в технологічному маршруті передбачена операція по ручному відрізанні литників з допомогою кусачок.

Для зачистки чотирьох деталей (1 відливка) потрібно приблизно 10 с.

Тоді основний час $T_o = \frac{10}{4} = 2,5 \text{ с} = 0,04 \text{ хв.}$

Суму ($T_g + T_{обсл} + T_{відл}$) приймаємо рівною 10% від T_o

$$T_g + T_{обсл} + T_{відл} = 0,1 \cdot T_o = 0,1 + 0,04 = 0,004 \text{ хв.}$$

					КП 085.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Штучний час:

$$T_{\text{шт}} = T_o + T_g + T_{\text{обсл}} + T_{\text{відл}} = 0,4 + 0,004 = 0,044 \text{ хв.}$$

Штучно-калькуляційний час для зачистки литників :

$$T_{\text{шк}} = T_{\text{шт}} + \frac{T_{\text{н.з}}}{n} = 0,044 + \frac{10}{6000} = 0,044 + 0,016 = 0,045 \text{ хв.}$$

Термообробка.

Термічна обробка полімерних матеріалів є одним з важливих процесів всього комплексу переробки пластмас.

Навіть тоді, коли від пластмасової деталі не вимагається високої міцності або зносостійкості, все ж для зняття внутрішніх напружень, які утворюються при виготовленні будь-якої пластмасової деталі литтям під тиском, необхідно застосувати термообробку.

Слід відмітити, що відповідною термообробкою термопластичних кристалічних полімерних матеріалів, наприклад поліамідів, можна підвищити густину, твердість, молекулярну вагу, границю міцності при розтягу, стиску, питому ударну в'язкість, зносостійкість і стабільність геометричних розмірів деталей в процесі їх експлуатації.

Термообробка служить одним із найбільш доступних методів регулювання структури деталей конструкційного позначення із полімерів, оскільки охолодженням деталі в прес-формі практично неможливо досягти бажаного розміру вторинних надмолекулярних структур.

Поліамідні зразки для забезпечення стабільності розмірів та зменшення внутрішніх напружень після відливки повинні піддаватись нормалізації. Цей вид термообробки полягає в нагріві полімера до температури на 20-30°C вище температури розмякшення матеріалу T_c із

					КП 085.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

наступним повільним охолодженням. В даному процесі пропонується нормалізація кип'ятінням у воді. Вона полягає в наступному: деталі завантажують у ванну з водою при кімнатній температурі і тоді температура повільно приблизно на протязі 2 годин підвищується до 100°C.

Витримка при цій температурі складає 4 години. Процес термообробки закінчується охолодженням температури деталей також на протязі 2 годин.

Передбачаємо, що у ванну за один раз можна завантажити четверту частину партії деталей (1500 шт.). Таким чином на їх термообробку потрібно 8 годин. Основний час на операції термообробки:

$$T_o = \frac{(4+2+2) \cdot 60}{1500} = 0,32 \text{ хв.}$$

Для даної операції: $(T_g + T_{\text{обсл}} + T_{\text{відл}} = 0$

Тоді штучний час:

$$T_{\text{шт}} = T_{\text{обсл}} + T_o = 0,32 \text{ хв.}$$

Штучно-калькуляційний час:

$$T_{\text{шк}} = T_{\text{шт}} + \frac{T_{n.з}}{n} = 0,32 + \frac{30}{1500} = 0,34 \text{ хв.}$$

Тут $T_{n.з} = 0,5$ год – підготовчо-заключний час, необхідний для завантаження і розвантаження партії деталей; $n = 1500$ шт – кількість одночасно оброблюваних деталей.

					КП 085.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В додатках приведені робочі креслення зразків та операційні карти технологічного процесу виготовлення одного із зразків КРБ 085.00.00.001. Техпроцес виготовлення інших трьох зразків, що виготовляються одночасно в чотиримісній формі, абсолютно аналогічний.

2.5.6 Конструювання прес-форми

Опис конструкції.

При конструюванні прес-форми потрібно дотримуватись деяких перерахованих нижче вимог.

В першу чергу, геометрична форма та розміри пластмасових деталей, що виготовляються, повинні відповідати заданим на кресленні. Деталі не повинні піддаватись додатковій обробці, за винятком видалення ливників і зачистки їх слідів. Конструкція прес-форми повинна бути автоматизована, робота на ній надійна і безпечна, а собівартість деталей мінімальна.

Оскільки маса зразків невелика, то для того, щоб максимально завантажити ТПА, конструкція прес-форми виконується багатомісною для відливки одразу чотирьох типорозмірів зразків.

Конструкція форми показана на рис.2.7. Вона складається з двох частин: нерухомої і рухомої. Нерухома частина складається з правої плити 1, плити 2 і ливникової втулки 3. Рухома частина складається з корпусу 4, матриці 5 і виштовхувальної системи, яка в свою чергу являє собою упор 7, виштовхувачі 8 і пружини 9. Поверхні, які безпосередньо контактують з розплавленою пластмасою, хромуються і поліруються до шорсткості 0,16мкм. Після замикання прес-форми між оформляючими поверхнями утворюються порожнини, де формуються деталі. В матриці окрім оформляючих поверхонь виконані ливникові канали для підводу розплаву

					КП 085.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

полімеру і розточений зворотній конус «а», завдяки якому центральний ливник утримується в лівій частині форми при її розкритті. В прес-формі передбачені напрямні колонками 11, які центрують дві півформи при їх змиканні.

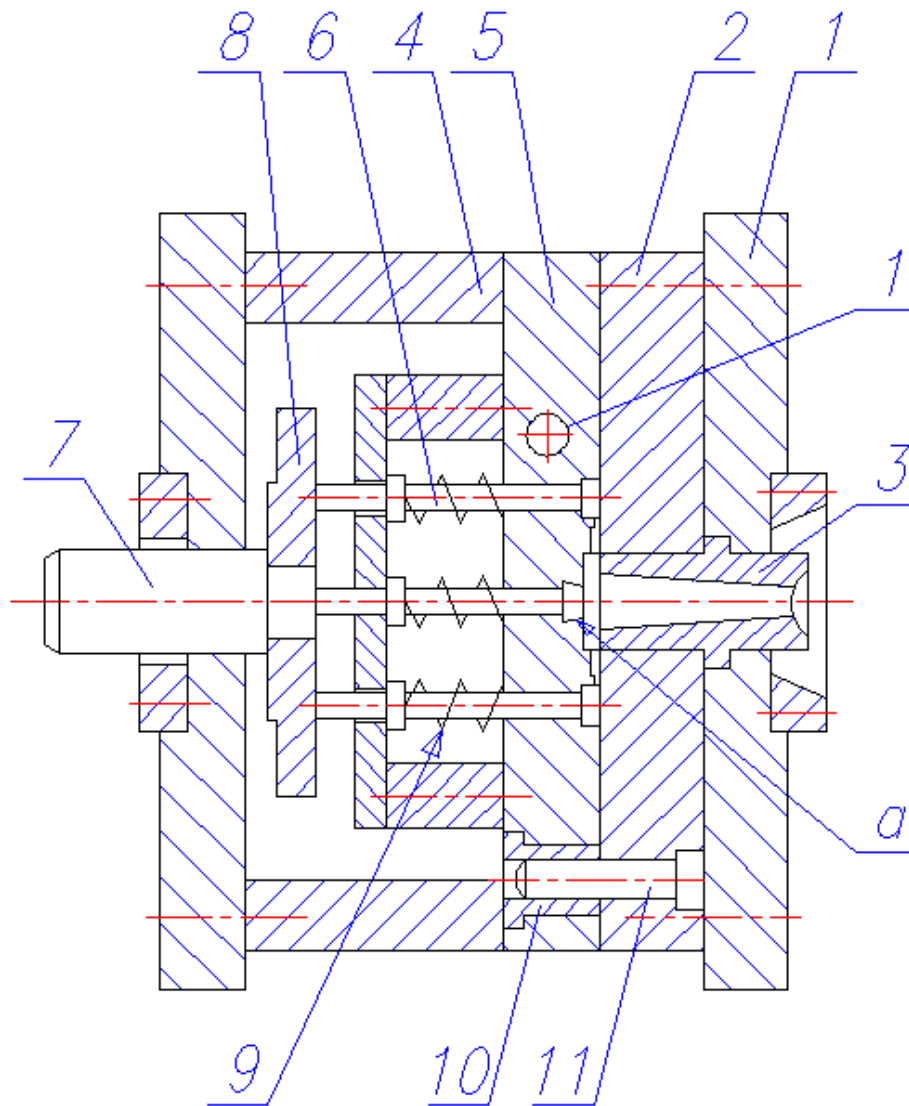


Рисунок 2.7 – Конструкція прес-форми

Для охолодження деталей в формі в її конструкції передбачена система регулювання температури. Вона являє собою мідні трубки 12, які змонтовані в спеціальних проточках в матриці 5 і залиті для кращого

					КП 085.00.00.000 ПЗ		Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

контакту оловом. Трубки закінчуються штуцерами, з допомогою яких система охолодження прес-форми під'єднується до термостата.

Нижче приводиться принцип роботи і опис кінематичної взаємодії деталей форми в процесі відливки.

На початку циклу переміщенням вузла вприску литтєвої машини, сопло підводиться до замкнутої форми і притискається до сферичної поверхні ливникової втулки. Полімерний матеріал (поліамід) попередньо нагрівається електронагрівачами до в'язкотекучого стану. Після цього переміщенням шнека вперед створюється тиск, при якому розплав із заданою температурою поступає в центральний ливниковий канал, а потім в порожнини, які оформляють деталь, заповнює їх і ущільнює відливку.

Після заповнення ливникових каналів і формуючих порожнин матриці подача розплаву в форму не припиняється. Під високим тиском відбувається досилка додаткових порцій розплаву полімеру для компенсації зменшення його об'єму внаслідок охолодження і ущільнення відливки.

Напруження стиску в незатверділій серцевині викликають розтягуючі напруження в зовнішньому шарі.

При застиганні матеріалу у впускному каналі доступ розплаву в формуючу порожнину припиняється. По мірі охолодження без тиску відбувається усадка пластмасових деталей, яка створює можливість безперешкодного виштовхування їх з матриці.

При розмиканні форми пластмасові деталі, завдяки наявності зворотного конуса «а», залишаються в лівій рухомій частині форми. При подальшому переміщенні ліворуч упор 7 наїжджає на нерухомий шток на ТПА і отримує разом із всією системою виштовхування відносний рух праворуч.

					КП 085.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Центральний виштовхувач при цьому виштовхує зворотній конус з матриці, а бокові виштовхувачі виштовхують відлиті деталі з формуючих порожнин матриці.

Під час змикання виштовхувачі та упор 7 під дією пружин 10 повертаються у вихідне положення. Рухома і нерухома частини форми змикаються, після чого цикл повторюється.

Розрахунок розмірів формоутворюючих елементів прес-форми.

Розміри формоутворюючих елементів залежать від допуску на розміри виробу та усадки матеріалу виробу. Методика розрахунку гладких формоутворюючих елементів приведена в ГОСТ 15997-70.

Розраховуємо розміри формуючої поверхні матриці для виготовлення зразка за кресленням КРБ 085.00.00.002.

а) Діаметр гнізда матриці D_m розраховується по формулі:

$$D_m = D_{max} + D_{max} \cdot 0,01 S_{max} - T_n,$$

де D_{max} – найбільший граничний розмір виробу на кресленні

$$D_{max} = 5 \text{ мм};$$

S_{max} – найбільша усадка пластмаси, $S_{max} = 2\%$ для ПА6;

T_n – допуск на розмір виробу, $T_n = 0,3 \text{ мм}$.

$$D_m = 5 + 5 \cdot 0,01 \cdot 2 - 0,3 = 4,8 \text{ мм}$$

Приймаємо: $D_m = 4,8 \text{ Н9}$, (рис.2.8).

					КП 085.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

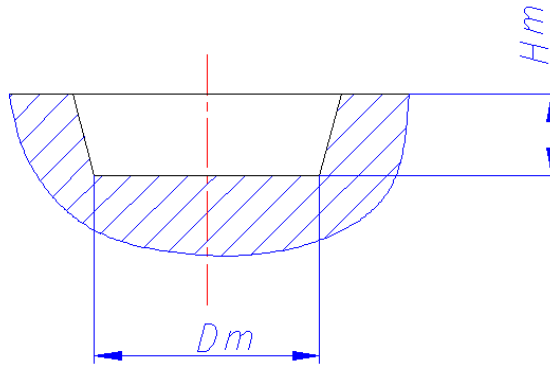


Рисунок 2.8 – Розміри робочої поверхні матриці

б) Глибину гнізда H_m розраховуємо по формулі:

$$H_m = H_{max} \cdot 0,01S_{cp} - 0,5(T_n + T_\phi)$$

де H_{max} - найбільший граничний розмір виробу, $H_{max}=8,2$ мм;

S_{cp} – середня усадка пластмаси для ПА6, $S_{cp} = \frac{S_{max}+S_{min}}{2} = \frac{2+1}{2} = 1,5\%$;

T_n – допуск на розмір виробу, $T_n = 0,3$ мм;

T_ϕ – допуск на розмір формоутворюючих елементів, $T_\phi = 0,036$ мм (по Н9).

$$H_m = 8,2 + 8,2 \cdot 0,01 \cdot 1,5 - 0,5(0,4 + 0,036) = 8,105 \text{ мм}$$

По рекомендаціях приймаємо $H_m = 8,1h9$.

в) Перевіримо, чи буде при розрахованих вище розмірах матриці, досягатись задана в кресленні деталей КРБ 085 .00.00.002 точність розмірів готового виробу, отриманого литтям під тиском.

Для розміру D_m перевірку виконуємо по формулі :

					КП 085.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$T_n \geq T_s + T_\phi + 2T_y;$$

де T_n – допуск на розмір виробу, $T_n = 0,3$ мм;

T_s – частина допуску на розмір виробу, яка враховує коливання усадки пластмаси, $T_s = D \cdot 0,01(S_{max} - S_{min}) = 5 \cdot 0,01(2 - 1) = 0,05$ мм;

T_y – частина допуску на розмір виробу, яка враховує ухил поверхні формоутворюючого елемента, матриці $T_y = H \cdot \operatorname{tg} \alpha = 8 \cdot \operatorname{tg} 10 = 0,02$ мм; тут $H=8$ мм – висота елемента, що оформляється з ухилом, $\alpha = 10^\circ$ – кут конуса формоутворюючої поверхні.

$$T_n = 0,3 \geq 0,05 + 0,03 + 2 \cdot 0,02 = 0,12$$

Як видно, умова досягнення точності розміру виробу при литті під тиском виконується.

Аналогічну перевірку виконуємо для розміру H_m .

$$T_n \geq T_s + T_\phi;$$

$$T_n = 0,4 \text{ мм};$$

$$T_s = H \cdot 0,01(S_{max} - S_{min}) = 8 \cdot 0,01(2 - 1) = 0,08 \text{ мм};$$

$$T_\phi = 0,036 \text{ мм};$$

$$T_n = 0,4 > 0,08 + 0,036 = 0,116$$

Розміри формоутворюючих елементів для інших зразків розраховуються по аналогічних формулах.

					КП 085.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок ливникової системи.

а) Центральний ливниковий канал, рис.2.9.

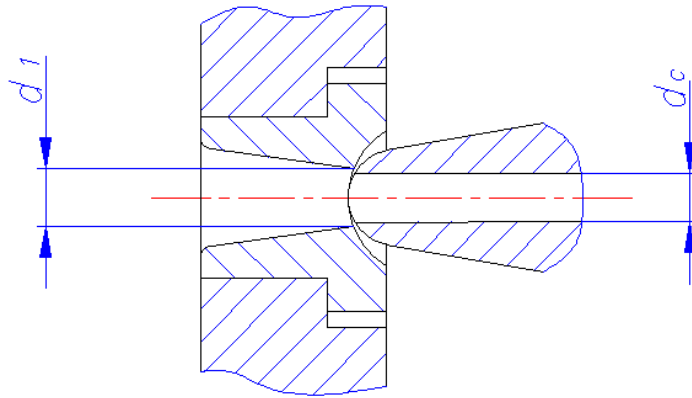


Рисунок 2.9 – Розміри ливникового каналу

Розрахунковий діаметр на вході в центральну литникову втулку визначаємо по формулі:

$$d_p = 0,2 \sqrt{\frac{V_n}{\pi \cdot \sigma \cdot \tau}},$$

де V_n – об'єм вприску, згідно з розрахунками $V=14\text{см}^3$;

σ – середня швидкість руху матеріалу в ливниковій втулці, приймаємо $\sigma = 300\text{см/с}$;

$\tau = 3\text{с}$ – час вприску, згідно з техпроцесом.

$$d_p = 0,2 \sqrt{\frac{14}{\pi \cdot 300 \cdot 3}} = 0,02 \text{ мм}$$

					КП 085.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У випадку, коли $d_p < d_c$, на практиці приймається

$$d_1 = d_c + (0,4 \dots 0,6) \text{ мм},$$

де $d_c = 3 \text{ мм}$ – діаметр сопла ТПА ДБ3124-32П.

Тоді

$$d_1 = 3 + 0,4 = 3,4 \text{ мм}$$

б) Розвідні канали

Приймаємо трапецевидну форму поперечного перерізу розвідних каналів, рис.1.10.

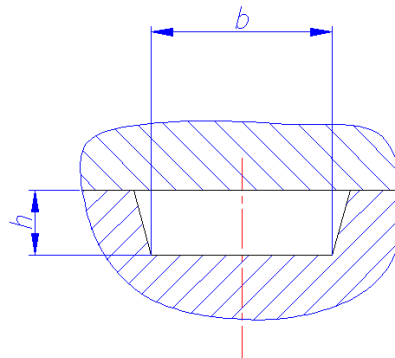


Рисунок 2.10 – Переріз розвідних каналів

Висоту каналу визначаємо по формулі :

$$h = 0,5d_G \sqrt{\frac{\pi(1 + \sin\alpha + k\cos\alpha)}{(k + \tan\alpha)^2 \cdot \cos\alpha}},$$

					КП 085.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де d_G – еквівалентний діаметр каналу не круглого перерізу, визначається по графіку в залежності від маси виробу, довжини шляху розплавленої пластмаси в розвідному каналі, приймаємо $d_G = 4$ мм;

$\alpha = 10^\circ$ – ухил бокових стінок;

$k - \frac{b}{h}$ - приймаємо $k=1,1$.

Тоді

$$h = 0,5 \cdot 4 \sqrt{\frac{\pi(1 + \sin 10^\circ + \cos 10^\circ)}{(1 + \tan 10^\circ)^2 \cdot \cos 10^\circ}} = 4,5 \text{ мм}$$

$$b = h = 4,5 \text{ мм}$$

в) Впускний канал (живильник).

Випускні канали мають велике значення при литті під тиском. Від їх розмірів і розміщення у великій степені залежить якість виробу.

Форма живильника на рис.2.11.

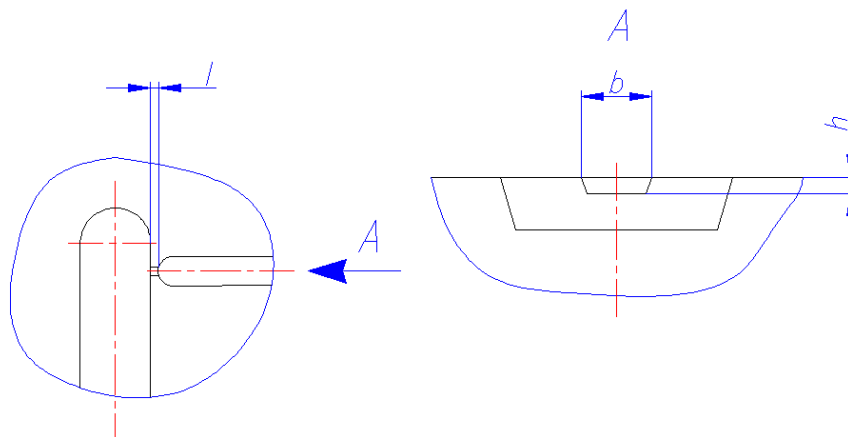


Рисунок 2.11 – Розміри впускних каналів

Розмір h визначаємо по формулі:

					КП 085.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$H = \frac{2V_n}{S_n},$$

де V_n – об'єм виробу для найбільшого по об'єму зразка, $V_n = 6,9 \text{ см}^3$;

S_n – площа поверхні виробу, для того ж найбільшого зразка, $S_n = 38 \text{ см}^2$.

$$\text{Тоді } h = \frac{2 \cdot 6,9}{38} = 0,36$$

По рекомендаціях : $h=b=0,5 \text{ мм}$, а $l = 0,6 \text{ мм}$.

Розрахунок системи термостабілізації прес-форми.

Діаметр і кількість каналів охолодження визначаються з умов підтримання в деталях форми, які контактують із розплавом пластмаси, постійного і рівномірного температурного поля. Приблизний розрахунок рівняння теплового балансу для перевірки прийнятих значень діаметра і кількості каналів охолодження виконуються наступним чином.

Кількість тепла

$$Q_1 = G_b(t_1 - t_2),$$

де G_b – вага відливки, $G_b = V_n \cdot q = 23,78 \cdot 1130 \cdot 10^{-6} = 0,026 \text{ кг}$,

(тут $V_n = 23,78 \text{ см}^3$ – об'єм відливки, $q = 1130 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ – густина поліаміду ПА6);

$C = 0,5 \frac{\text{ккал}}{\text{кг} \cdot \text{град}}$ – теплоємність пластмаси ПА6;

$t_1 = 230^\circ\text{C}$ – температура розплавленої пластмаси;

$t_2 = 75^\circ\text{C}$ – температура пресформи.

$$Q_1 = 0,026 \cdot 0,5(230 - 75) = 2,015 \text{ ккал}$$

					КП 085.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Тепло Q_2 , що передається в навколишнє середовище, складається із втрат зовнішньої і робочої поверхонь форми за рахунок теплообміну та теплового випромінювання. Приблизно можна вважати, що втрати тепла Q_2 складають 50% від кількості тепла Q_1 , що підводиться до форми:

$$Q_2 = 0,5Q_1 = 0,5 \cdot 2,015 = 1 \text{ ккал}$$

Різниця між Q_1 і Q_2 визначає ту кількість тепла Q_3 , яку повинна забрати у формоутворюючих деталей прес-форми система охолодження за один цикл.

$$Q_3 = Q_1 - Q_2 = 2,015 - 1 = 1,015 \text{ ккал}$$

Така кількість теплоти Q_3 рівна

$$Q_3 = (t_k - t_n)V,$$

де $(t_k - t_n)$ – різниця між температурою води на вході і виході форми;

V – об'єм води, що пропускається через систему охолодження за один цикл.

Тоді, прийнявши різницю $(t_k - t_n) = 1^\circ\text{C}$, визначимо кількість літрів води, яку потрібно пропустити по каналу охолодження матриці на протязі одного циклу

$$V = \frac{Q_3}{(t_k - t_n)} = \frac{1,05}{1} = 1,015 \text{ л}$$

Приймемо діаметр каналу охолодження $d = 8 \text{ мм}$ і кількість каналів – один.

					КП 085.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для перевірки можливості пропуску води на протязі 1 хвилини через один канал заданого діаметру скористаємось наступною залежністю:

$$\frac{V}{T} \leq \frac{V_m}{n},$$

де $T=53\text{с}=0,88\text{ хв.}$ – тривалість циклу відливки;

$V_m = 6\text{л}$ – кількість води в літрах, що пропускає канал охолодження діаметром 8 мм;

$n=1$ – кількість каналів у прес-формі

Тоді

$$\frac{1,015}{0,88} < \frac{6}{1}, \text{ або } 1,15 < 6$$

Умова виконується.

Визначення необхідної кількості обладнання.

Розрахуємо коефіцієнт використання обладнання (термопластавтомату ДБЗ124-32П).

Розрахункова кількість обладнання

$$m_q = \frac{T_{\text{шк}}}{T_{\text{в}}},$$

де $T_{\text{в}} = 18,6$ – такт випуску;

$T_{\text{шк}} = 0,244 \cdot 4 = 0,976$ – штучно-калькуляційний час обробки деталі з врахуванням одночасної відливки чотирьох деталей.

$$m_q = \frac{0,976}{18,6} \approx 0,052, \text{ приймаємо } m_q = 1$$

					КП 085.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Коефіцієнт завантаження:

$$\eta_3 = \frac{m_q}{m_{np}} = \frac{0,05}{1} = 0,05,$$

Коефіцієнт використання обладнання за основним часом

$$\eta_o = \frac{T_o}{T_{шт}},$$

де $T_o = 0,22$ хв. – основний час;

$T_{шт} = 0,244$ хв. – штучно-калькуляційний час.

$$\eta_o = \frac{0,22}{0,244} = 0,9$$

Розрахунок свідчить про те, що внаслідок високої продуктивності термопластавтомата він не може бути повністю завантажений при заданій програмі випуску деталей «Зразок». Тому на протязі року ТПА завантажуються іншими деталями.

					КП 085.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

3.1 Опис структурної схеми

Електронний блок керування призначений для виконання наступних функцій:

- Опитування трьох каналів індуктивних давачів лінійних переміщень;
- Опитування трьох каналів давачів температури;
- Керування двома реверсивними електродвигунами;
- Керування трьома електромагнітами;
- Опитування двох пар кінцевих вимикачів;
- Керування нагрівачем (термостатом);
- Опитування клавіатури;
- Вивід даних.

Структурна схема блоку керування приведена на рис. 3.1.

Схема складається з наступних основних вузлів: блоків вводу, обробки і відображення інформації; блоку індуктивних давачів лінійних переміщень, електродвигунів підймання-опускання вузлів вимірювання та прикладання навантаження, давачів температури (термопари), кінцевих вимикачів та електромагнітів.

Обробку інформації виконує однокристальна мікроЕОМ типу ADuC841 (мікросхема DD3). Результати вимірювання та роботи мікроЕОМ виводить на монітор ПК.

Підсилений сигнал з кожного з трьох індуктивних давачів, які фіксують занурення циліндричного індентора в досліджуваний пластмасовий зразок, що нагрівається, подається на вхід мікроЕОМ. Аналогічно подається сигнал з кожної з трьох термопар, що вимірюють температуру пластмасових зразків.

					КП 085.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

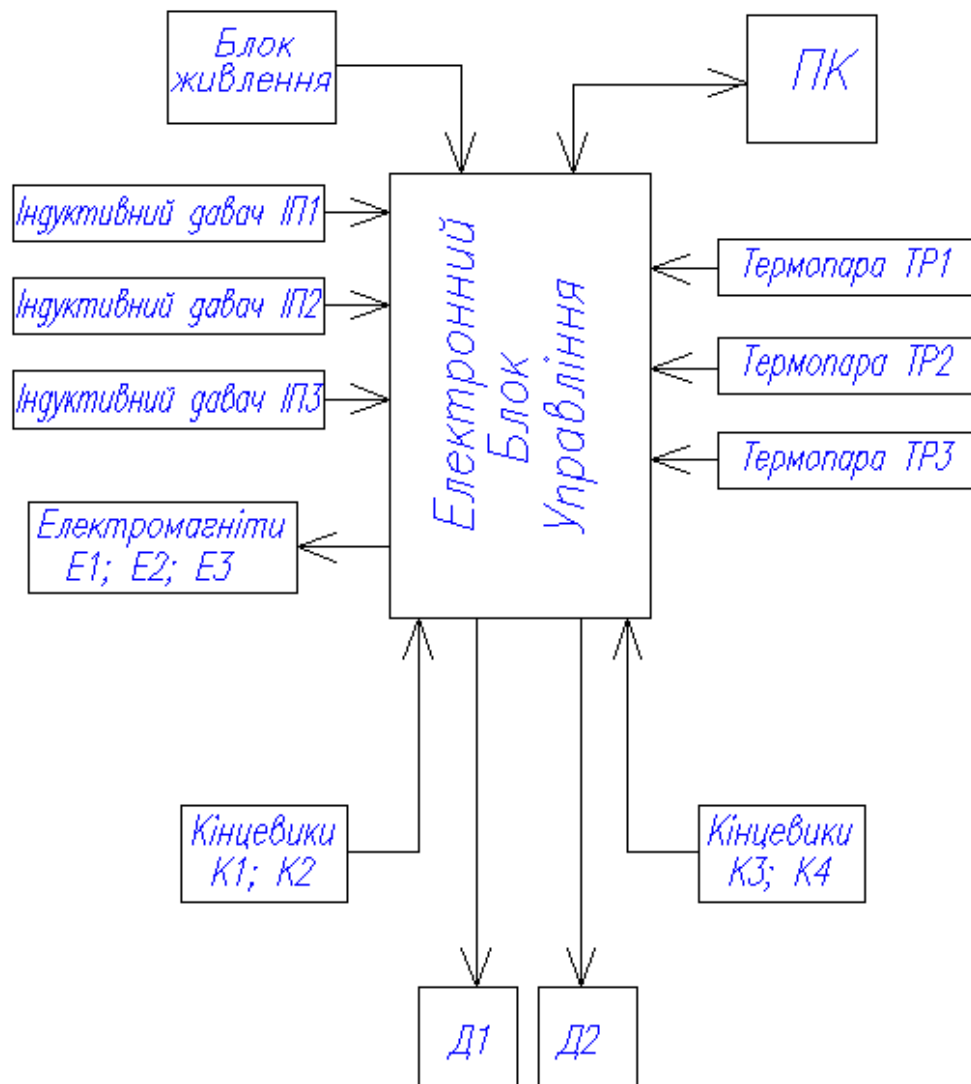


Рисунок 3.1 - Структурна схема пристрою

Електронний блок здійснює керування двома реверсивними двигунами, що здійснюють навантаження - розвантаження пластмасових зразків та підймання вузлів вимірювання після закінчення дослідження.

За сигналами кінцевих вимикачів електронний блок керує роботою реверсивних електродвигунів. Три електромагніти фіксують кожний з

					КП 085.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

трьох вимірювальних вузлів (підвісок) у верхньому положенні після закінчення вимірювання.

Алгоритм роботи структурної схеми.

На клавіатурі набирається максимальне значення деформації досліджуваних зразків. Електронний блок управління (ЕБУ) дає сигнал на вмикання електродвигуна Д1 на рух вниз (підвіски опускаються у ванну).

По сигналу кінцевика К2 (геркон) вимикається двигун Д1 (рис.2.1). Одночасно подається напруга на електромагніти Е1, Е2, Е3 і вмикається двигун Д2 на рух вниз (прикладається навантаження до пластмасових зразків).

По сигналу кінцевика К4 вимикається двигун Д2 та вмикається термостат. Починається нагрівання пластмасових зразків і опитування термопар ТР1, ТР2, ТР3 за умовою: $t_{1,2,3} \geq 25^{\circ}\text{C}$.

Як тільки температура хоч однієї термопары досягне 25°C , обнуляються три індуктивних давачі ІП1, ІП2, ІП3. Одночасно на три блоки індикації виводиться температура кожної термопары.

При досягненні зразком заданої максимальної деформації $\epsilon_{\max}$ фіксується температура цього зразка, яка і буде рівною його температурі теплостійкості $T_{\text{ТС}}$.

Після досягнення $\epsilon_{\max}$ на усіх трьох зразках вимикається термостат (припиняється нагрів) і вмикається двигун Д2 на реверс (рух вгору на розвантаження зразків).

По сигналу кінцевика К3 вимикається двигун Д2 і вмикається двигун Д1 (рух вгору на підймання підвісок).

По сигналу кінцевика К1 вимикається двигун Д1. Визначення температури теплостійкості пластмасових зразків закінчено.

					КП 085.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вибір індуктивного давача вимірювання деформації пластмасових зразків.

Вихідні дані:

1. Мінімальний робочий хід індуктивного давача $0 \div 2 \text{ мм}$;
2. Допустима похибка вимірювання деформації $\pm 0,01 \text{ мм}$;
3. Степінь захисту IP67.

В спроектованому пристрої застосовується індуктивний давач лінійних переміщень RM 10-T-KA-S2A131.222 фірми «Eddylab GmbH» із сталевим кульковим наконечником TASTKOPF—01 і фланцевим кріпленням $\varnothing 12 \text{ мм}$. Серія RM має високу надійність і точність вимірювань, невеликі габаритні розміри давача і призначена для лабораторного та промислового застосування. Давач може застосовуватись у різних сферах завдяки наявності діапазонів максимальних переміщень від 2 до 200 мм та різних конфігурацій з лінійності, температурного діапазону, механіки тощо. Загальний вигляд давача показаний на рис. 3.2, а технічна характеристика в табл. 3.1.

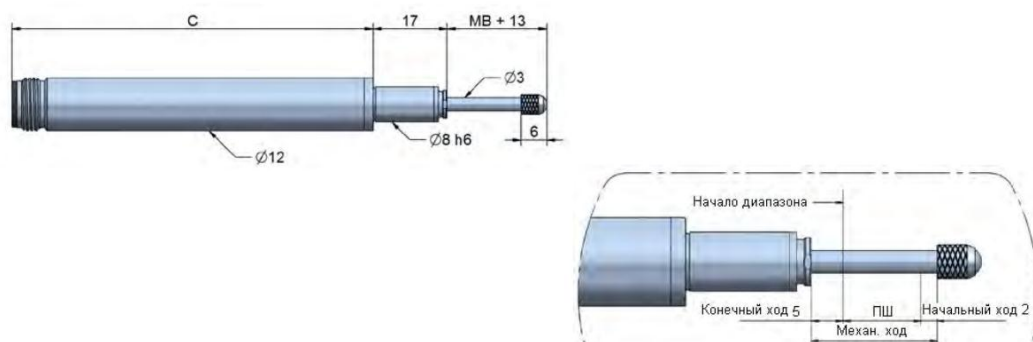


Рисунок 3.2 - Індуктивний давач RM 10-T-KA-S2A131.222

					КП 085.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.1 - Технічні характеристики давача

ДАТЧИК							
Диапазон измерений (ПШ) [мм]	0...2	0...5	0...10	0...25	0...50	0...100	0...200
Линейность [% ПШ]	0,30 % (0,20 % опционально, 0,10 % для отдельных моделей)						
Исполнение	Подпружиненный шуп (до ПШ 0...100 мм), свободный сердечник, шток направленный/свободный						
Степень защиты	IP67, опционально IP68						
Вибростойкость DIN IEC68T2-6	10 g						
Ударостойкость DIN IEC68T2-27	200 g/2 мс						
Напряжение/ частота питания	3 В _{аккумулятор} / 3 кГц						
Диапазон частот питания	2...10 кГц						
Рабочая температура	-40...+120 °C (150 °C / 200 °C опция)						
Крепление	цанга ø 8 мм h6 или ø 12 мм						
Материал корпуса	никелированная или нержавеющая сталь						
Подключение	Интегрированный кабель 4 провода или разъем M12, резьбовой						
Кабель TPE (стандарт)	ø 4,5 мм, 0,14 мм², безгалогенный, пригоден для каналов с протяжкой						
PTFE (опция Н)	ø 4,8 мм, 0,24 мм², макс. температура 200 °C, UL Style 2895						
Макс. длина кабеля	100 м между датчиком и электроникой с использованием стандартного кабеля, до 300 м и более с использованием специального кабеля (на заказ)						
Подпружиненный шуп (до 100 мм ПШ)							
Тип. усилие в середине ПШ [Н]	0,90	0,90	0,90	0,95	0,95	1,50	-
Макс. частота перемещений с ампл. 1 мм [Гц]	55	50	50	35	20	15	-
Срок службы	> 10 млн. циклов						
свободный сердечник/ шток/ направленный шток							
Макс. ускорение сердечника/ штока	100 g						
Срок службы	не ограничен						
Вес, примерно [г]	36	42	47	59	85	136	238

3.2 Математичне моделювання

Принцип роботи усіх індуктивних давачів лінійних переміщень базується на зміні індуктивності, що виникає внаслідок переміщення магнітопровідного елемента (осердя) в електромагнітному полі. Це дозволяє точно вимірювати лінійні переміщення об'єкта.

У давача є одна або кілька котушок індуктивності. При переміщенні феромагнітного осердя в котушці змінюється її індуктивність. Це зумовлює зміну електричних параметрів сигналу, який можна легко зафіксувати. Цей сигнал пропорційний переміщенню осердя, або зміні положення об'єкта, що визиває це переміщення. Схема індуктивного давача лінійних переміщень показана на рис. 3.3.

					КП 085.00.00.000 ПЗ		Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

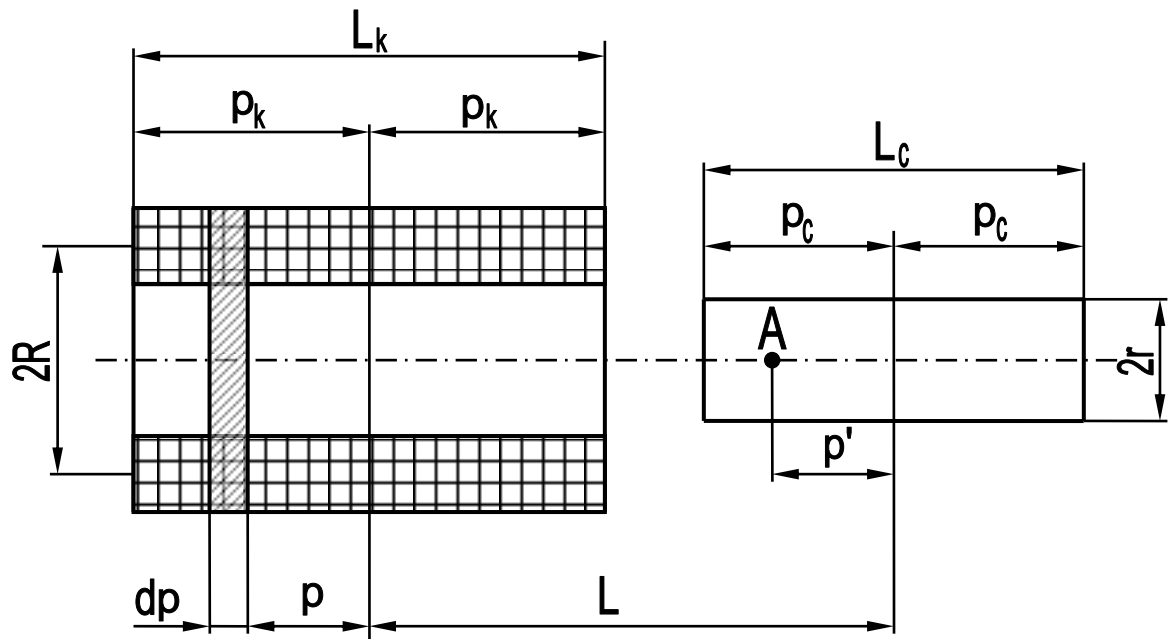


Рисунок 3.3 – Розрахункова схема індуктивного давача

Передавальна функція такого давача буде мати наступний вигляд:

$$L = L_o + A \cdot \left[\sqrt{(m + p_1)^2 + 1} + \sqrt{(m - p_1)^2 + 1} - \sqrt{(m + p_2)^2 + 1} - \sqrt{(m - p_2)^2 + 1} \right]$$

де $A = \frac{\pi \cdot r^2}{8} \cdot \mu_0 \cdot \left(\mu_c - 1 \right) \cdot \frac{\omega^2 \cdot R}{p_c \cdot p_k}$, $m = \frac{l}{R}$; $p_1 = \frac{p_c + p_k}{R}$; $p_2 = \frac{p_c - p_k}{R}$,

В цій формулі L_o – індуктивність котушки давача без осердя, R – середній радіус котушки, μ_0, μ_c – магнітна стала і відповідно магнітна проникність матеріалу осердя, p_k, p_c – довжина половина котушки і осердя.

На рис. 3.4 показано, як змінюється індуктивність котушки давача при різних положеннях осердя для різних значень його магнітної проникності.

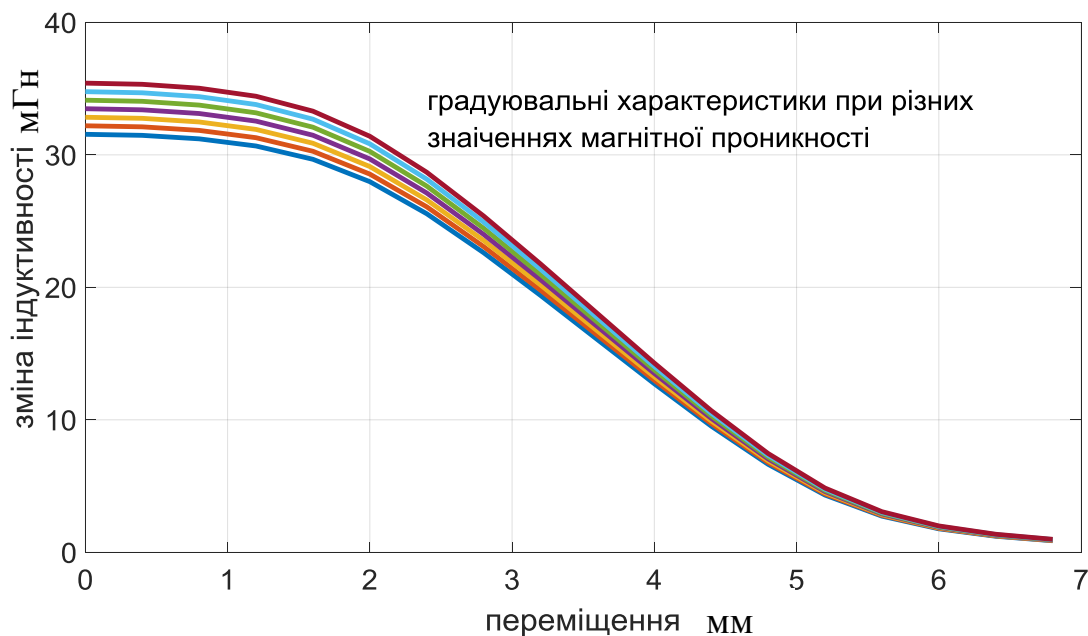


Рисунок 3.4 - Залежність індуктивності котушки давача залежно від переміщення осердя для різних значень його магнітної проникності

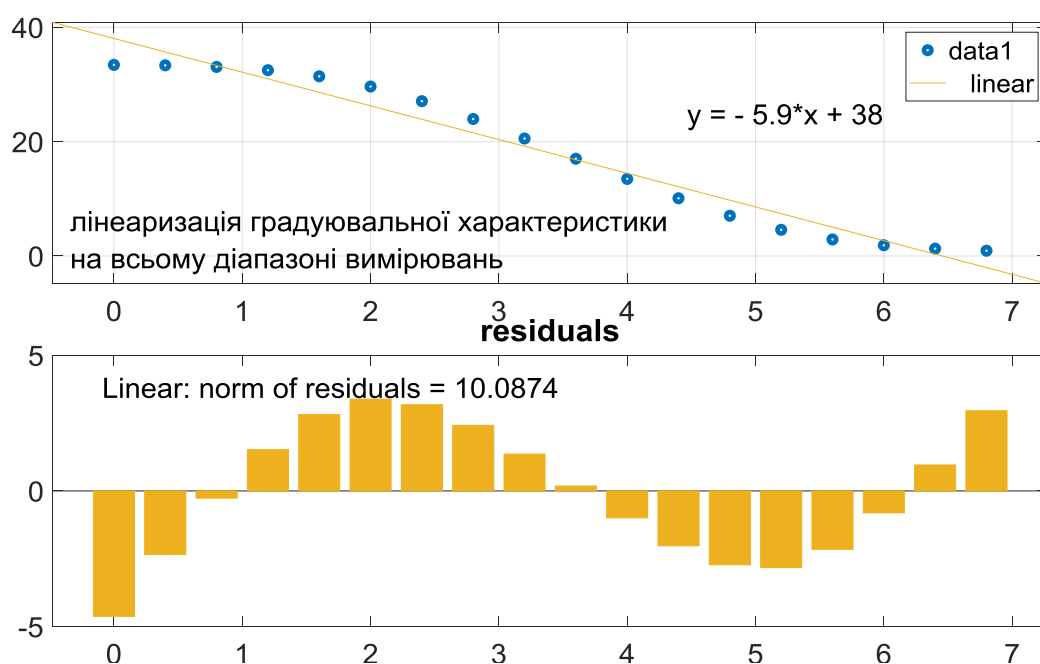


Рисунок 3.5 - Похибки використання передавальної функції, лінеаризованої на цілому діапазоні переміщень осердя

					КП 085.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

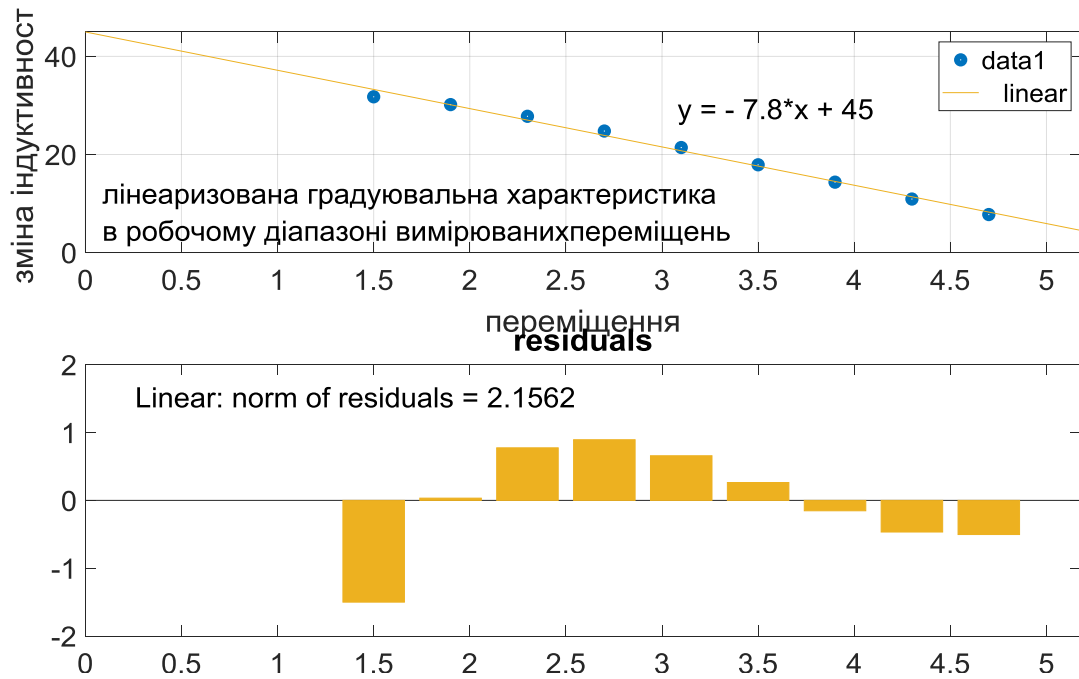


Рисунок 3.6 - Похибки використання передавальної функції, лінеаризованої на робочому діапазоні переміщень осердя

Висновки

При використанні лінеаризованої градуювальної характеристики індуктивного давача точність його вимірювань коливається в досить широких межах і лише в певному робочому діапазоні зберігається в допустимих межах. При переміщеннях рухомого осердя в магнітному полі на краях котушки (коли воно попадає в неоднорідне магнітне), залежність зміни індуктивності від переміщення стає явно нелінійною і, відповідно, значно зростають похибки вимірювання.

					КП 085.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

Охорона праці – це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних та лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини у процесі трудової діяльності. Основні поняття охорони праці визначаються ст.1 Закону України "Про охорону праці" і рядом інших законів та нормативно-правових актів.

Спроектований в КРБ пристрій містить ряд вузлів і механізмів, які можуть створити потенційну небезпеку для персоналу, що їх обслуговує (електродвигуни, редуктори, високотемпературні мастила).

4.1 Охорона праці при роботі з електричним обладнанням

Дія електричного струму на організм людини.

Проходячи через організм людини електричний струм здійснює термічну, електролітичну механічну і біологічну дію:

- термічна дія струму проявляється в опіках окремих ділянок тіла, нагріванні до високої температури кровоносних судин, нервів, серця, мозку та інших органів;
- електролітична дія струму проявляється в розкладанні органічних рідин, у тому числі і крові;
- механічна (динамічна) дія струму проявляється у розриві, розшаруванні та інших пошкодженнях тканин організму;
- біологічна дія струму проявляється в подразненні й порушенні живих тканин організму, а також у порушенні внутрішніх

					КРБ 085.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

біоелектричних процесів, що протікають при нормальному функціонуванні організму.

За допомогою експериментальних досліджень було встановлено, що людський організм починає відчувати подразнюючу дію змінного струму промислової частоти силою 0,6-1,6 мА і постійного струму 5-7 мА. Такі струми не є серйозною небезпекою для діяльності організму людини.

Дослідження з визначення впливу роду струму на небезпеку ураження людини показали, що змінний струм частотою 50 Гц є найбільш несприятливим.

Види електротравм.

Розрізняють три види електротравм: місцеві, загальні і змішані. До місцевих електротравм належать електричні опіки, електричні знаки, металізація шкіри, електроофтальмія і механічні ушкодження, пов'язані з дією електричного струму чи електричної дуги. На місцеві електротравми припадає біля 20% електротравм, загальні - 25% і змішані - 55%.

Електричні опіки - найбільш розповсюджені електротравми, біля 85% яких припадає на електромонтерів, що обслуговують електроустановки.

Загальні електричні травми або електричні удари - це порушення діяльності життєво важливих органів чи всього організму людини як наслідок збурення живих тканин організму електричним струмом, яке супроводжується мимовільним судомним скороченням м'язів. Результат негативної дії на організм цього явища може бути різний: від судомного скорочення окремих м'язів до повної зупинки дихання і кровообігу. При цьому зовнішні місцеві ушкодження можуть бути відсутні.

Крім електричних ударів, одним із різновидів загальних електротравм є електричний шок - тяжка нервово-рефлекторна реакція

					КРБ 085.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

організму на подразнення електричним струмом. При шоку виникають значні розлади нервової системи і, як наслідок цього, розлади систем дихання, кровообігу, обміну речовин, функціонування організму в цілому, а життєві функції організму поступово згасають. Такий стан організму може тривати від десятків хвилин до доби і закінчитись або одужанням при активному лікуванні, або смертю потерпілого.

Перша допомога людині, яка уражена електричним струмом.

Перша допомога при ураженні електричним струмом складається з двох етапів: звільнення потерпілого від дії струму та надання йому медичної допомоги.

Звільнення потерпілого від дії струму може бути здійснено декількома шляхами. Найбільш простий спосіб – відключення відповідної частини електроустановки. Якщо відключення не можна провести швидко (наприклад вимикач далеко розміщений), можна при напрузі до 1000 В перерубати провід сокирою з дерев'яною рукояткою чи відтягнути потерпілого від струмоведучої частини, взяти його за одяг, якщо він сухий, відкинути від нього провід за допомогою дерев'яної палки.

При напрузі більше 1000 В слід застосовувати діелектричні рукавиці, черевики і, в разі необхідності, ізолюючу штангу або ізолюючі кліщі.

Заходи першої медичної допомоги потерпілому від електричного струму залежать від його стану. Якщо потерпілий в свідомості, але до цього був непритомним або впродовж тривалого часу знаходився під струмом, йому необхідно забезпечити цілковитий спокій до прибуття лікаря або негайно доставити в лікувальний заклад. При відсутності свідомості, але без втрати дихання необхідно рівно і зручно укласти

					КРБ 085.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

потерпілого на м'яку поверхню, забезпечити притік свіжого повітря. Слід дати понюхати нашатирний спирт, полити водою.

При відсутності признаков життя потрібно зробити штучне дихання та непрямий масаж серця. Штучне дихання повинно розпочинатись негайно після звільнення потерпілого від дії струму і виявлення його стану. Воно повинне проводитись методами відомими під назвою “з рота в рот” і “з рота в ніс”. При відновленні в потерпілого самостійного дихання деякий час слід продовжувати штучне дихання до повного приведення потерпілого до свідомості. Зовнішній масаж серця штучно підтримує в організмі кровообіг і відновлює самостійну діяльність серця.

4.2 Забезпечення здорових та безпечних умов праці (БЖД)

Забезпечення здорових та безпечних умов праці у виробничій сфері досягається за рахунок дотримання діючих нормативних документів для існуючих об'єктів шляхом встановлення таких фактичних значень факторів, які не суперечать нормативним.

Вимоги до мікроклімату.

Трудова діяльність людини завжди проходить у визначених метеорологічних умовах, які визначаються поєднанням температури повітря, швидкості руху повітря, його відносною вологістю, барометричним тиском, тепловим випромінюванням від нагрітих поверхонь. Якщо праця здійснюється в приміщенні, то ці показники в сукупності (крім барометричного тиску) прийнято називати мікрокліматом приміщення. Мікроклімат виробничих приміщень або метеорологічні умови визначаються такими параметрами:

					КРБ 085.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- а) температурою повітря t , °C;
- б) відотною вологістю ϕ , %;
- с) швидкістю руху повітря на робочому місці V , м/с.

Параметри мікроклімату, іонного складу повітря, вмісту шкідливих речовин на робочих місцях повинні відповідати вимогам, що наведені у відповідних стандартах.

Вимоги до освітлення.

Для оцінки освітлення використовують такі величини: люкс (лк) – рівень освітленості поверхні площею 1 м^2 , на яку падає, рівномірно розподіляючись світловий потік в 1 люмен; люмен – світловий потік від еталонного точкового джерела в одну міжнародну свічку, розташованого у вершині тілесного кута в 1 стерадіан; нит – яскравість поверхні, що світиться і від якої в перпендикулярному напрямку поширюється світло силою в 1 свічку з 1 м^2 ; кандела – сила світла точкового джерела, яке випромінює світловий потік в 1 лм, який рівномірно розподілений в середині тілесного кута в 1 стерадіан.

Відчуття світла при дії на око людини викликають електромагнітні хвилі так званого оптичного діапазону. Область оптичних електромагнітних випромінювань розташована між областю рентгенівського випромінювання та областю радіовипромінювання.

Гігієнічні вимоги до виробничого освітлення ґрунтуються на психофізичних особливостях сприйняття світла і його впливу на організм людини.

Освітлення в робочих приміщеннях може здійснюватися природнім та штучним освітленням. При недостатньому природному освітленні використовують загальне освітлення. Останнє представляє собою

					КРБ 085.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

освітлення, при якому водночас використовують природне і штучне освітлення. Загальним називають освітлення, світильники якого освітлюють всю площу приміщення. Місцевим називають освітлення, призначене для освітлення певного робочого місця.

Природне освітлення повинно проникати через бічні світло прорізи, зорієнтовані, як правило, на північ чи північний схід і забезпечувати коефіцієнт природної освітленості не нижче 1,5%. Розрахунки проводять згідно СНиП 11-4-79.

При виробничій потребі дозволяється експлуатувати ЕОМ у приміщеннях без природного освітлення за узгодженням з органами державного нагляду за охороною праці та органами і установами санітарно-епідеміологічної служби.

Вікна приміщення повинні мати регульовальні пристрої для відкривання та жалюзі, штори, зовнішні шторки.

Для запобігання появи відблисків на екранах моніторів забороняється використовувати світильники без розсіювачів та екранних сіток.

Рівень освітленості на робочому столі в зоні розташування документів має бути в межах 300-500 лк. У разі неможливості забезпечити даний рівень освітленості системою загального освітлення допускається застосування світильників місцевого освітлення.

Також необхідно передбачити обмеження прямої близькості від джерела природного та штучного освітлення. Необхідно обмежувати нерівномірність розподілу яскравості в полі зору осіб, що працюють з відеотерміналами, при цьому відношення яскравості робочих поверхонь не повинно перевищувати 3:1, а робочих поверхонь і навколишніх предметів (стін, обладнання) - 5:1.

					КРБ 085.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

1. Проведеним аналізом умов роботи типових пластмасових деталей встановлено, що роботоздатність більшості з них у значній мірі залежить від теплостійкості пластмаси (стійкості до розм'якшення при підвищених робочих температурах).

2. В комплексній роботі бакалавра розроблена конструкція пристрою для визначення теплостійкості конструкційних полімерних матеріалів по методу Віка. Описані особливості конструкції і принципу роботи пристрою. Виконані розрахунки на міцність та точність основних вузлів та механізмів пристрою.

3. Перевагами спроектованого пристрою є його висока степінь автоматизації, завдяки якій весь процес вимірювання здійснюється у повністю автоматичному режимі. Ручними є тільки операції по завантаженню та розвантаженню зразків.

4. Усі операції по вимірюванню теплостійкості пластмас та їх режими повністю узгоджені з відповідними вітчизняними та зарубіжними стандартами.

					<i>КП 085.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Павлище В.Т. Основи конструювання та розрахунку деталей машин. - Львів: Афіша, 2003.-560с.
2. Малащенко В.О., Янків В.В. Деталі машин. Курсове проектування. – Львів: «Новий Світ – 2000», 2010. – 252с.
3. Паламар М.І. Особливості конструювання елементів приладів та мехатронних систем: навчальний посібник / Паламар М.І., Наконечний Ю.І., Стрембіцький М.О., Апостол Ю.О. – Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2024. –203с.
4. Заблонський К.І. Деталі машин. Підручник. – Одеса: Астропринт, 1999.-404с.
5. Мархель І. І. Деталі машин : навчальний посібник. – Київ : Алерта, 2005. – 368 с.
6. Деталі машин і основи конструювання : конспект лекцій / укладач В. В. Стрелец. – Суми : Сумський державний університет, 2012. – 120 с.
7. Автоматизація виробничих процесів : навч. посіб. / Проць Я. І., Савків В. Б., Шкодзінський О. К., Ляшук О. Л. Тернопіль : ТНТУ ім. І.Пулюя, 2011. 344с.
8. Безпека в надзвичайних ситуаціях. Методичний посібник для здобувачів освітнього ступеня «магістр» всіх спеціальностей денної та заочної (дистанційної) форм навчання / укл.: Стручок В. С. Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2022. 156 с.
9. Паламар М. І., Стрембіцький М. О., Паламар А. М. Проектування комп'ютеризованих вимірювальних систем і комплексів : навч. посіб. Тернопіль : ТНТУ, 2019. 150 с.

					КП 085.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ

Керівник: д.т.н. Паламар М.І.

Нормоконтроль: Апостол Ю.О.

Рецензент:

ДОДАТОК А

КРЕ.085.00.00.001

$\sqrt{Ra0,8}$

Розміри в мм

Позначення	h
КРЕ 085.00.00.001	4±0,2
-01	4±0,2

1. Термообробку виконати кип'ятінням у воді на протязі 4 годин.
2. Розміри забезпечуються інструментом.
3. Подряпини, раковини та інші дефекти на поверхні деталі не допускаються.
4. Допускаються сліди від зачистки литників.
5. Ливарні ухили до 1 град.

Зм.	Арх.	Н. доп.	Підп.	Дата
Розроб.	Захарченко А.			
Перев.	Дубиняк Т.			
Конструктор	Дубиняк Т.			
Н.контр.	Апостол Ю.			
Зав.кар.	Паламар М.			
Реценз.				

КРЕ.085.00.00.001

Зразок

Поліамід ПА6

Літера	Маса	Масштаб
Архив	Архив 1	

Формат А4

ТНТУ, гр.РВ-41

ДОДАТОК Б

КРБ.085.00.00.002

Дубів Н

Перв. застосування

Розміри в мм

Позначення	h	d
КРБ 085.00.00.002	8±0,2	5
-01	3±0,2	10

1. Термообробку виконати кип'ятінням у воді на протязі 4 годин.
2. Розміри забезпечуються інструментом.
3. Подряпини, раковини та інші дефекти на поверхні деталі не допускаються.
4. Допускаються сліди від зачистки литників.
5. Ливарні ухили до 1 град.

Літери і дата				

Літ. Н дубл.				

Зовнішня інв.				

КРБ.085.00.00.002

Зразок

Поліамід ПА6

Літера	Маса	Масштаб

Архив	Архив 1

Літ. Н дубл.	Літери і дата

Літ. Н дубл.	Літери і дата

Зм.	Арх.	Н дубл.	Підп.	Дата
Розроб.	Земанюк А.			
Перев.				
Кандидат	Дубиник Т.			
Н.контр.	Алостал Ю			
Зав.кар.	Паламар М.			
Решення				

Літ. Н дубл.	Літери і дата

Літ. Н дубл.	Літери і дата

ДОДАТОК В.3

						ГОСТ 3.1404-86 Форма 2							
Дубл. Взам.													
Попр.													
Розроб. Закармарко А.						ТНТУ							
Н. контр Дубиняк Т.						КП.085.00.00.000							
Затв.						Зразок							
Г.контр.													
						Найменування операції Матеріал							
						010 Лиття під тиском Поліамід ПАБ							
						Твердість ВМ		мд		Профіль і розміри гранули Ø5 мм		МЗ коид	
						Оборудование и устройство ЧПУ обозначение программы ТПА ДБ 3124-32П, <i>прес-форма</i>							
						То		Тв		Іпз.		Ішт.	
												СОЖ	
						0,28		-		0,007		о,237	
P	пи		D или B	L	t	i	s	n	V				
01	01. Встановити прес-форму на ТПА, відрегулювати хід виштовхувачів.												
02	Встановити температуру матеріального циліндра: 1 зона—100 град., 2 зона—280 град.												
03	Зона—330 град.												
04	Встановити тривалість циклів відповідно до циклограми відливки.												
05													
06	02. Включити ТПА на автоматичний режим роботи.												
07													
08	03. Після виготовлення партії деталей по 1500 шт. прес-форму зняти з ТПА.												
09													
10													

