

Центральноукраїнський національний технічний університет
Механіко-технологічний факультет
Кафедра “Машинобудування, мехатроніки і робототехніки”

«Допущено до захисту»
Завідувач кафедри ММР
к.т.н., доцент
_____ Андрій ГРЕЧКА
« ____ » _____ 2024 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти

на тему:

**Конструкторсько-технологічне забезпечення виготовлення
деталі «Фланець»**

КРБ.ПМ. 24.65.000.00.00.00 КР

Виконав здобувач вищої освіти 4-го
курсу групи ПМ(ОТ)-21-3СК
ОПП «Прикладна механіка»
спеціальності 131 «Прикладна
механіка»

_____ Дученко С. М. _____

Керівник роботи (вчений ступінь,
посада)

_____ к.т.н., доцент, Володимир МІРЗАК

Рецензент:

№ ст.	Зона	Форм.	Позначення	Найменування	Кільк	Примітка
				<u>Документація загальна</u>		
				<i>Заново розроблена</i>		
		A4		Завдання на кваліфікаційну роботу	1	
		A4		Анотація	1	
		A4	КРБ.ПМ.24.65.000.00.00.00 ПЗ	Пояснювальна записка	1	
				<u>Документація по складальним</u>		
				<u>одиницям</u>		
				<i>Заново розроблена</i>		
		A4	КРБ.ПМ.24.65.100.00.00.00	Штамп суміщеної дії		
		A1	КРБ.ПМ.24.65.100.00.00.00 СК	Складальний кресленник	1	
		A4	КРБ.ПМ.24.65.100.00.00.00	Повзун-шатун		
		A1	КРБ.ПМ.24.65.301.01.00.00 СК	Складальний кресленник	1	
		A4	КРБ.ПМ.24.65.301.00.00.00	Прес кривошипний		
				$P_n = 0,63 \text{ МН}$		
		A1	КРБ.ПМ.24.65.301.00.00.00 ВЗ	Вид загальний	1	
			КРБ.ПМ.24.65.000.00.00.00 ВП			
Зм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
Розробив	Дученко			27.05	Конструкторсько-технологічне забезпечення виготовлення деталі «Фланець». Відомість проекту	Літ. Аркуш Аркушів Н 1 2
Перевірив	Мірзак			27.05		
Т.контр.						
Н.контр.						
Затв.	Гречка			30.05		
					ЦНТУ, гр . ПМ(ОТ)-21-ЗСК	

Центральноукраїнський національний технічний університет

Факультет	Механіко-технологічний
Кафедра	Машинобудування, мехатроніки і робототехніки
Рівень вищої освіти	перший (бакалаврський)
Галузь знань	13 Механічна інженерія
Спеціальність	131 Прикладна механіка
Освітньо-професійна програма	Прикладна механіка

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри ММР

_____ А. ГРЕЧКА
«___» _____ 2024 р.

**ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ
ЗА ПЕРШИМ (БАКАЛАВРСЬКИМ) РІВНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ
ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ**

Дученку Сергію Миколайовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: ***Конструкторсько-технологічне забезпечення
виготовлення деталі «Фланець»***

2. Керівник роботи: ***Володимир МІРЗАК***

3. Строк подання роботи до захисту _____

4. Мета та завдання випускної кваліфікаційної роботи

Мета роботи – підготувати конструкторсько-технологічне забезпечення виготовлення деталі «Фланець»

Завдання:

- розробити технологічний процес штампування деталі «Фланець» на основі кресленика деталі (серійний тип виробництва);
- розробити конструкцію штампу суміщеної дії для виготовлення заготовки для деталі «Фланець»
- спроектувати базовий прес комплексу для виготовлення деталі «Фланець»

5. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Патентний огляд	14.04.2024	
2.	Огляд літературних джерел	21.04.2024	
3.	Вибір та обґрунтування оптимального варіанту маршрутної технології виготовлення деталі «Фланець»	22.04.2024	
4.	Розрахунок вихідної заготовки та вибір схеми розкрою	24.04.2024	
5.	Розрахунок зусиль штампування, вибір обладнання	25.04.2024	
6.	Проектування штампового оснащення	12.05.2024	
7.	Проектування базового пресу комплексу	24.05.2024	
8.	Оформлення пояснювальної записки	27.05.2024	
9.	Оформлення презентації роботи	03.06.2024	
10.	Здача роботи на кафедрі та перевірка наявності запозичень	12.06.2024	

Дата видачі завдання « ____ » _____ 20__ р.

Керівник роботи _____ Володимир МІРЗАК
(підпис)

Завдання прийнято до виконання « ____ » _____ 20__ р.

Здобувач вищої освіти _____ Сергій ДУЧЕНКО
(підпис)

АНОТАЦІЯ

Дученко С. М. Конструкторсько-технологічне забезпечення виготовлення деталі «Фланець». Кваліфікаційна робота освітнього рівня – бакалавр, на правах рукопису. Спеціальність – 131 «Прикладна механіка», ОПП – «Прикладна механіка», Центральноукраїнський національний технічний університет, кафедра машинобудування, мехатроніки і робототехніки, Кропивницький, 2024. – 71 с., 7 табл., 7 рис., список використаних джерел з 13 найменувань, 2 розділи, 15 підрозділів, 6 додатків, 4 листи кресленників, ф. А1, 7 слайдів презентації

Темою роботи є конструкторсько-технологічне забезпечення виготовлення деталі «Фланець». Мета роботи – підготувати конструкторсько-технологічне забезпечення виготовлення деталі «Фланець»..

У першому розділі роботи описується розробка технологічного процесу, а саме: вибір матеріалу, розрахунок вихідної заготовки, розкрій обраного виду прокату, переходи штампування, силові характеристики процесу, розрахунки елементів штампового оснащення, технічне нормування.

У другому розділі пропонується проект базового пресу автоматизованого комплексу для штампування деталей із штаби нестандартного компонування. Виконано кінематичний, силовий, енергетичний розрахунок базового пресу та розрахунок вузла «повзун-шатун» з використанням програми Mathcad.

Результатом розробки технології виготовлення деталі «Фланець» стало – оптимізований технологічний процес, розроблений складальний кресленик штампу суміщеної дії з креслениками основних робочих і допоміжних деталей, загальний вид базового пресу автоматизованого комплексу для штампування деталей із штаби та складальний кресленик вузла «повзун-шатун». Використання даного проекту у виробництві дозволить зменшити собівартість виготовлення деталей типу «Фланець» з одночасним підвищенням якості штампування та його продуктивності.

Ключові слова: **автоматизований комплекс, вирубування, витягування, кривошипний прес, пробивання, штаба, штамп суміщеної дії**

ANNOTATION

Duchenko S. M. Design and technological support for the production of the "Flange" part. Qualification work for the educational level – bachelor, in manuscript format. Specialty – 131 "Applied Mechanics", OPP – "Applied Mechanics", Central Ukrainian National Technical University, Department of Mechanical Engineering, Mechatronics and Robotics, Kropyvnytskyi, 2024. – 71 pages, 7 tables, 7 figures, a list of sources with 13 titles, 2 chapters, 15 subsections, 6 appendices, 4 drawing sheets, format A1, 7 presentation slides.

The topic of the work is the design and technological support for manufacturing the "Flange" part. The purpose of the work is to prepare the design and technological support for manufacturing the "Flange" part. The first chapter of the work describes the development of the technological process, namely: material selection, calculation of the initial blank, cutting of the selected type of rolled metal, stamping transitions, force characteristics of the process, calculations of die tooling elements, and technical standardization.

The second chapter proposes a project of a basic press for an automated complex for stamping parts from non-standard strip configurations. Kinematic, force, and energy calculations of the basic press and the calculation of the "slider-connecting rod" unit using Mathcad software were performed.

Keywords: **automated complex, cutting, drawing, crank press, punching, strip, combined action die**

Центральноукраїнський національний технічний університет
Механіко-технологічний факультет
Кафедра “Машинобудування, мехатроніки і робототехніки”

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА **до кваліфікаційної роботи на тему:**

**Конструкторсько-технологічне забезпечення
виготовлення деталі «Фланець»**

КРБ.ПМ.24.65.000.00.00.00 ПЗ

Виконав здобувач вищої освіти 4-го курсу
групи ПМ(ОТ)-21-3СК
ОПП «Прикладна механіка»
спеціальності 131 «Прикладна механіка»

Дученко С. М._____

Керівник роботи (вчений ступінь, посада)

к.т.н., доцент, Володимир МІРЗАК_____

Кропивницький – 2024

ЗМІСТ

ВСТУП	10
Розділ 1. 1 Розробка технологічного процесу виготовлення деталі «Фланець»	13
1.1 Опис та технічна характеристика деталі	13
1.2 Аналіз технологічності деталі "Фланець"»	13
1.3 Вибір та обґрунтування оптимального варіанту маршрутної технології	14
1.4 Розрахунок діаметру вихідної заготовки	15
1.5 Розкрій листового металопрокату	16
1.6 Перевірка можливості витягування заготовки за одну операцію	20
1.7 Розрахунок технологічних зусиль і вибір обладнання	21
1.8 Проектування штампу для вирубування – пробивання-витягування	33
1.9 Міцнісні та геометричні розрахунки елементів штампу	28
1.10 Технічне нормування	30
1.11 Попередження браку при штампуванні	34
1.12 Складання карти технологічного процесу холодного штампування	35
Розділ 2. 2 Проектування базового пресу комплексу	36
2.1 Обґрунтування вибору штампувального комплексу	36
2.2 Технічне завдання на проект комплексу	37
2.3 Розрахунок пресу	37
Перелік джерел посилання	39
ДОДАТКИ	41
Додаток А. Кресленик деталі «Фланець»	42
Додаток Б. Технологічна карта на виготовлення деталі «Фланець»	43
Додаток В. Розрахунок базового пресу комплексу в програмі «PressCad»	44
Додаток Г. Специфікація на штамп суміщеної дії	67
Додаток Д. Специфікація на загальний вид пресу	69
Додаток Е. Специфікація до складального кресленника вузла «повзун-шатуна»	70

ВСТУП

Актуальність теми

Холодним листовим штампуванням виготовляється велике різноманіття деталей які використовуються в машинобудівних галузях промисловості. Серед них є група деталей які вкрай важливі для надійного функціонування складної технічної продукції. Ці деталі - це різного роду і форми порожнисті деталі (круглі, квадратні, прямокутні), які отримуються операціями витягування з листового матеріалу. Серед них особливе місце займають деталі з фланцем.

Витягування з листового матеріалу заготовок або деталей з фланцем є більш складним процесом у порівнянні зі звичайним витягуванням, оскільки включає додаткові етапи формування для створення фланців. Розглянемо докладніше цей процес та його застосування.

Витягування з фланцем – це процес, при якому металевий лист спочатку витягується в порожню деталь, а потім на його краях формується фланець, або цей процес відбувається одночасно. Фланці можуть бути різної форми та розміру, залежно від вимог до кінцевого виробу. Цей процес зазвичай включає кілька стадій, таких як попереднє витягування, формування та остаточна обробка.

Попереднє витягування: металевий лист витягується в порожнисту форму за допомогою пуансону та матриці. Важливо контролювати товщину стінок деталі та уникати розривів матеріалу.

Формування фланця: на другому етапі формується фланець. Це може бути досягнуто шляхом видавлювання або згинання країв витягнутої деталі, або формуватися під притискувачем одночасно з витягуванням. У деяких випадках може знадобитися повторне витягування для поліпшення форми та якості фланця.

Остаточна обробка: на останній стадії проводиться фінішна обробка, що включає калібрування розмірів, видалення задирок і, при необхідності, термообробку для покращення механічних властивостей.

Витягування з фланцем має широке застосування в різних галузях промисловості (автомобілебудування, авіабудування, машинобудування тощо). Як приклад можна навести:

- паливні баки автомобілів: витяжка з фланцем дозволяє створювати паливні баки складної форми з інтегрованими фланцями для кріплення та з'єднання з іншими компонентами;

- корпуси двигунів автомобілів: формування деталей з фланцями для кріплення різних вузлів та агрегатів;

- вихлопні системи автомобілів: виробництво компонентів вихлопних систем із фланцями для герметичних з'єднань

- обшивка та панелі літаків: виготовлення панелей обшивки літаків із фланцями для кріплення до каркасу;

- паливні та гідравлічні резервуари літаків: формування резервуарів з фланцями для підключення трубопроводів та арматури.

- труби та трубопроводи в машинобудуванні: виробництво труб з фланцями для герметичних та міцних з'єднань у різних промислових системах;

- корпуси обладнання: виготовлення корпусів та кожухів з фланцями для кріплення та монтажу на виробничому обладнанні.

Переваги витягування з фланцем:

- підвищена міцність: деталі, виготовлені з використанням фланців, мають підвищену міцність і стійкість до деформацій;

- герметичність з'єднань: фланці забезпечують надійні та герметичні з'єднання, що особливо важливо в системах, що працюють під тиском або рідинами;

- універсальність: можливість виготовлення деталей складної форми з різними типами фланців дозволяє використовувати цей процес у різних галузях промисловості;

- економічність: процес витягування з фланцем дозволяє скоротити кількість операцій зі збирання та зменшити кількість сполучних елементів, що знижує витрати на виробництво.

Як висновок можна зазначити, що витягування з фланцем – це важлива і потрібна технологія в машинобудуванні, яка дозволяє створювати складні деталі з високими експлуатаційними характеристиками. Цей процес відіграє ключову роль у виробництві компонентів для автомобілів, літаків, промислового обладнання та інших областей, забезпечуючи надійні та довговічні рішення для сучасних інженерних завдань. Тому роботи, які проводяться у цьому напрямку є актуальними і мають практичну цінність.

Мета і задачі роботи

Мета роботи – підготувати конструкторсько-технологічне забезпечення виготовлення деталі «Фланець».

Для досягнення поставленої мети потрібно вирішити наступні задачі:

- розробити технологічний процес штампування деталі «Фланець» на основі кресленика деталі (серійний тип виробництва);
- розробити конструкцію штамп суміщеної дії для виготовлення заготовки для деталі «Фланець»;
- спроектувати базовий прес комплексу для виготовлення деталі «Фланець»

Практичне значення отриманих результатів полягає у наступному:

- розроблено технологічний процес штампування деталі «Фланець» на основі об'єднання двох операцій в одну, що дозволяє вивільнити одного робітника, кількість штампового оснащення, зменшити витрати на експлуатацію обладнання, підвищити якість штампування та скоротити час підготовки виробництва;
- спроектовано складальний кресленик штамп суміщеної дії для «вирубання-витягування-пробивання» деталі «Фланець» та робочі кресленики основних деталей (пуансони, матриці).
- спроектовано базовий прес комплексу для виготовлення деталей типу «Фланець».

1 РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ "ФЛАНЕЦЬ"

1.1 Опис та технічна характеристика деталі

Деталь "Фланець" використовується в корпусних зборках різноманітних електроприладів. Деталь має форму тіла обертання з фігурним фланцем. Тривимірна параметрична твердотільна модель деталі, яка виконана в графічному редакторі наведена на рис. 2.1. Виріб працює в умовах звичайних навантажень. Основний технологічний перехід – витягування, тому деталь доцільно виготовляти з пластичного матеріалу сталі 08кп. Попередньо приймаємо в якості сортаменту

ЛИСТ $\frac{B - ПН - 0 - 1,5 ГОСТ 19904 - 74}{4 - III - 08кп ГОСТ 16523 - 70}$

Хімічний склад і фізично-механічні властивості матеріалу наведені в табл. 1.1 і табл. 1.2 відповідно [1, 2]:

Таблиця 1.1 – Хімічний склад матеріалу

Вуглець С, %	Марганець Mn, %	Силіцій Si, %
0,05...0,11	0,25...0,50	Менше 0,03

Таблиця 1.2 – Фізико-механічні властивості матеріалу

Матеріал	σ_b , МПа	$\sigma_{зр}$, МПа	δ , %
Сталь 08кп	380	250	30

1.2 Аналіз технологічності деталі "Фланець"

Основною вимогою до деталей, які виготовляються витягуванням є наявність плавних спряжень між стінками, а також між стінками і дном деталі. Найменші радіуси спряжень зі сторони пуансона r_n та матриці при товщині 1,5 мм, згідно [2] складають 2-3 мм для пуансона і 2 мм для матриці. На кресленні деталі конструктором призначено $r_n = 1$ мм, $r_m = 3$ мм. Виходячи з цього у техпроцес

вводиться операція "Калібрування", а на операції вирубування-витягування збільшуються радіуси пуансона та матриці ($r_{п}=4$ мм, $r_{м}=6,5$ мм).



Рисунок 1.1 – Тривимірна параметрична твердотілова модель деталі "Фланець"

1.3 Вибір та обґрунтування оптимального варіанту маршрутної технології.

У більшості випадків типовий технологічний процес виготовлення деталі "Фланець" складається наступним чином:

1. Різання листа на штаби
2. Вирубування-витягування
3. Пробивання
4. Калібрування
5. Обрізання-пробивання

У запропонованому варіанті маршрутної технології об'єднані дві операції (вирубування-витягування та пробивання) і вилучена операція "Різання листа на штаби" за рахунок використання замовленої штаби, що дозволяє скоротити число операцій, звільнити штампувальника і двох різальників, вивільнити технологічне устаткування, автоматизувати процес штампування, підвищити коефіцієнт використання матеріалу на одну деталь.

Тобто остаточно з урахуванням типу виробництва і річної програми виготовлення деталі “Фланець”, а також її форми і розмірів, приймаємо наступну технологію виготовлення:

1. Вирубання-витягування-пробивання у штампі суміщеної дії.
2. Калібрування.
3. Обрізання-пробивання у штампі суміщеної дії.

1.4 Розрахунок діаметру вихідної заготовки

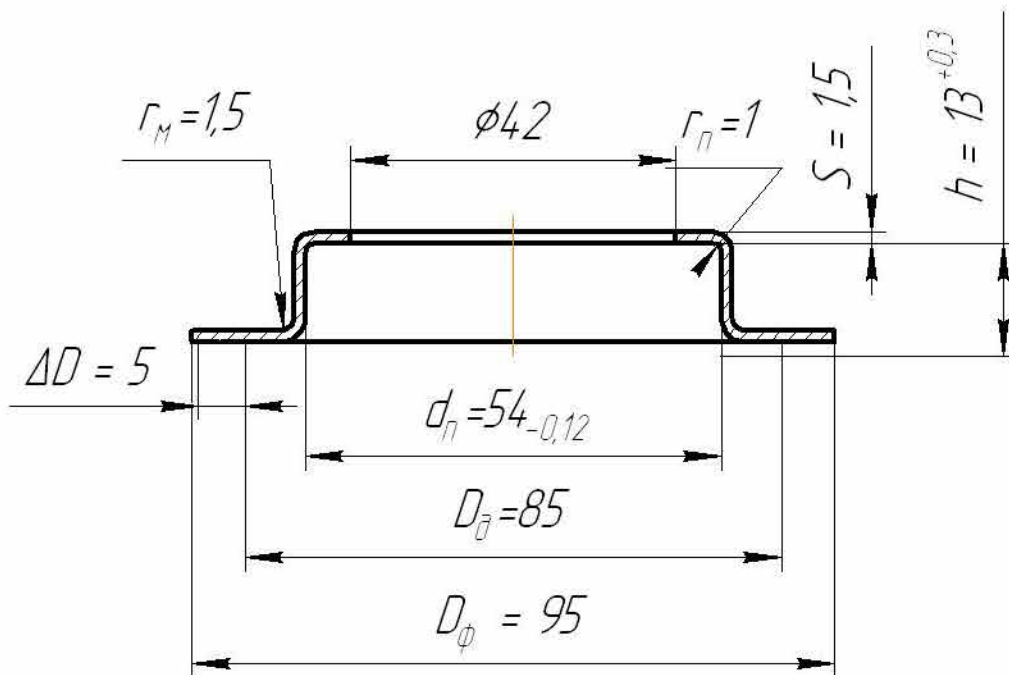


Рисунок 1.2 – До розрахунку діаметру вихідної заготовки.

Оскільки відбувається витягування ковпачка з фланцем визначаємо припуск на обрізку фланця [6, табл. 6. стор. 233]. Виходячи з параметрів деталі (D_d попадає у діапазон 50-100 мм, та відношення $D_d/d_n = 1,7$) припуск складає 4,5 мм на сторону. Приймаємо $\Delta D_d = 5$ мм. Тоді діаметр фланця буде $D_{\phi} = 95$ мм.

Будуємо твердотільну параметричну модель ковпачка в середовищі креслярсько-графічної редактора згідно розмірів наведених на рис. 2.1. Модель наведена на рис. 2.2.

Діаметр вихідної заготовки (див. рис. 2.1) розраховуємо за умови рівності об'ємів заготовки та ковпачка з фланцем. Об'єм ковпачка V_x визначаємо засобами КОМПАС-ГРАФІК V10 по твердотільній параметричній моделі рис. 1.2, (див. роздруківку масоцентровочних характеристик деталі).

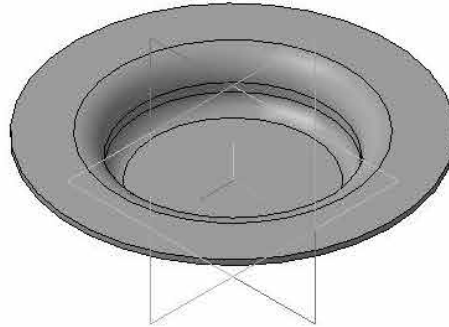


Рисунок 1.3 – Твердотілова параметрична модель заготовки фланця

Тоді діаметр заготовки буде дорівнювати

$$D_3 = \sqrt{\frac{4V_x}{\pi \cdot S}} = \sqrt{\frac{453957}{\pi \cdot 1.5}} = 107,1 \text{ мм.}$$

де V_x – об'єм ковпачка з фланцем, мм³;

S – товщина матеріалу деталі, мм;

Приймаємо $D_3 = 108$ мм.

1.5 Розкрій листового металопрокату

Деталь "Фланець" виготовляється з листового металу товщиною 1,5 мм. Деталь має просту геометричну форму, тому доцільно прийняти прямий розкрій (див. рис. 2.3.).

Величину перетинок приймаємо за рекомендаціями [3, 4]

$$a = 1,9 \text{ мм}; \quad b = 1,5 \text{ мм}$$

Тоді номінальна ширина штаби

$$B_{ш} = [D_3 + 2(a + \delta) + z_n + \delta']_{-\delta} = [108 + 2(1.9 + 0.7) + 1 + 0.35]_{-0.7} = 114.55 \text{ мм},$$

де δ – допуск на ширину штаб які нарізуються на гильотинних ножицях;

z_n – гарантований найменший зазор між напрямними планками;

δ' – допуск на відстань між напрямними планками.

Приймаємо ширину штаби $B_{ш} = 115$ мм

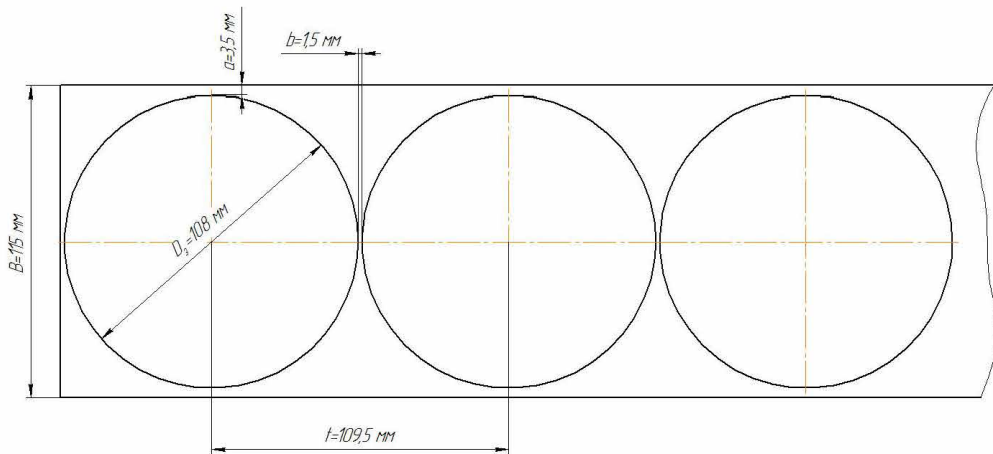
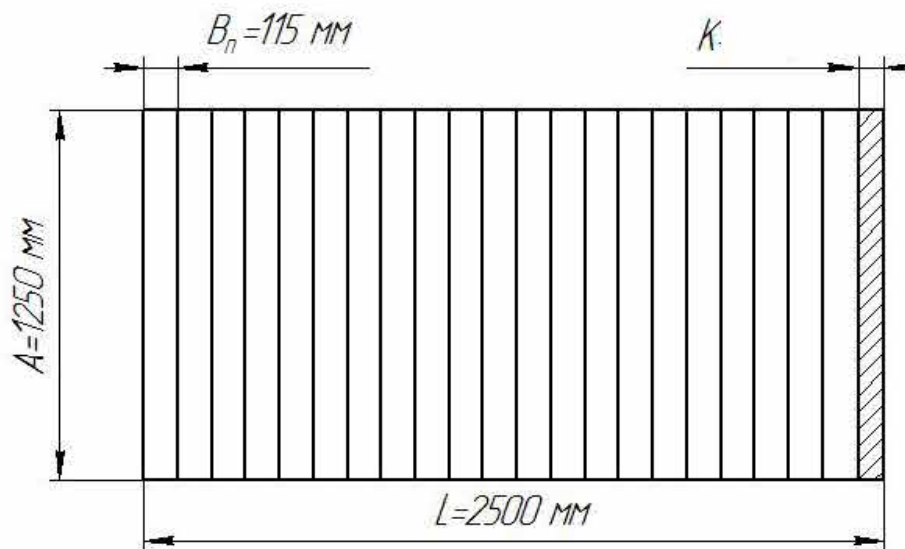


Рисунок 1.4 – Схема розкрою штаби

Оскільки ми приймаємо замовлену штабу підберемо її довжину, враховуючи найбільш оптимальний коефіцієнт використання матеріалу. Були проаналізовані різні типорозміри листового сортаменту, що випускаються металургійною промисловістю. Наводимо найкращий варіант розрахунку.



а)



б)

Рисунок 1.5 – Види розкрою листового прокату: а) – поперечний; б) – повздовжній.

Визначаємося з видом розкрою. При поперечному розкрої кількість деталей, отримуваних з однієї штаби

$$n_0 = \frac{A}{t} = \frac{1250}{109,5} = 11,41 \text{ шт}$$

де t – крок подачі.

$$t = D_s + b = 108 + 1,5 = 109,5 \text{ мм}$$

Приймаємо 11 дет.

Кількість штаб з листа:

$$n_{ш} = \frac{L}{B_{ш}} = \frac{2500}{115} = 21,7 \text{ штаб}$$

Приймаємо 21 штабу.

Отже, загальна кількість деталей, які можна отримати з листа при його поперечному розкрою:

$$q = n_{д} \cdot n_{ш} = 11 \cdot 21 = 231(\text{штук})$$

При варіанті з повздовжнім розкром маємо:

– кількість деталей:

$$n_{д} = \frac{L}{t} = \frac{2500}{109,5} = 22,8 \text{ шт.},$$

Приймаємо 22 дет.

– кількість штаб, отримуваних з листа;

$$n_{ш} = \frac{A}{B_{ш}} = \frac{1250}{115} = 10,8 \text{ штаб},$$

Приймаємо 10 штаб.

Отже

$$q = n_{д} \cdot n_{ш} = 22 \cdot 10 = 220(\text{штук})$$

Таким чином, поперечний розкрій є більш оптимальним.

Коефіцієнт використання металу при цьому:

$$\eta = \frac{F_d \cdot q \cdot 100}{F_n} = \frac{4575.8 \cdot 231 \cdot 100}{3.125 \cdot 10^6} = 33,8\%$$

де $F_d = 4575.8$ – чиста площа деталі (без отворів), мм^2 .

$$F_n = A \cdot L = 1250 \cdot 2500 = 3.125 \cdot 10^6 \text{ мм}^2 \text{ – площа листа}$$

Норма витрати матеріалу на одну деталь:

:

$$H = \frac{G_n}{q} = \frac{A \cdot L \cdot S \cdot \gamma}{q} = \frac{1250 \cdot 2500 \cdot 1.5 \cdot 0.007871}{231} = 159.7 \frac{\text{г}}{\text{дет}}$$

Відзначимо, що кінцевий відхід $1,5 \times 92 \times 2500$ та брачок $\varnothing 42$ мм можна використати для штампування інших деталей, внаслідок чого коефіцієнт використання металопрокату підвищиться.

1.6 Перевірка можливості витягування заготовки за одну операцію

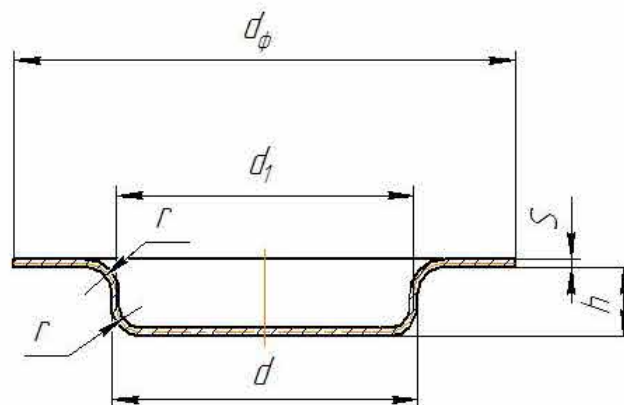


Рисунок 1.6 – До розрахунку коефіцієнта витягування для деталей з широким фланцем.

Відповідна умова має вигляд:

$$m \geq [m_1]$$

де m – розрахунковий коефіцієнт витягування.

Для деталей з фланцем:

$$m = \frac{d_1}{D_3} = \frac{54}{108} = 0,5$$

де d_1 – діаметр витягнутої частини заготовки по середній лінії

Критичний коефіцієнт першого витягування при $\frac{d_\phi}{d} = \frac{95}{58} = 1,64$ та при

$$\frac{S}{D_3} = \frac{1,5}{108} \cdot 100\% = 1,39 \text{ становить згідно [3–5],}$$

$$m \geq [m_1] = 0,5 > 0,48$$

Одноопераційне витягування можливе.

Перевіримо необхідність застосування притиску заготовки в процесі витягування. Згідно [4] при $\frac{S}{D_3} = \frac{1,5}{108} \cdot 100\% = 1,39$ та $m = 0,5$ витягування повинно бути з притиском.

1.7 Розрахунок технологічних зусиль і вибір обладнання

Для операції "Вирубубання, витягування та пробивання отвору в штампі суміщеної дії" зусилля визначаємо за формулою:

$$P = P_v + P_{\text{вшт}} + P_{\text{проб}} + P_{\text{пр}} ,$$

де P_v – зусилля вирубубання заготовки за контуром:

$$P_{\sigma} = k \cdot L \cdot s \cdot \sigma_{зр}$$

де $k = 1,3$ – коефіцієнт, який враховує затушення ріжучих кромки штампа;

L – периметр зрізу:

$$L = \pi D = 3,14 \cdot 108 = 339,12(\text{мм})$$

Тоді

$$P_{\sigma} = 1,3 \cdot 339,12 \cdot 1,5 \cdot 250 = 165321 \text{ Н}$$

Зусилля витягування [3–5]:

$$P_{\text{вит}} = \pi \cdot d_1 \cdot s \cdot \sigma_{\sigma} \cdot k_{\phi}$$

де d_1 – середній діаметр циліндричної частини заготовки:

$$d_1 = 54 + 1,5 = 55,5 \text{ мм}$$

Значення коефіцієнту k_{ϕ} встановлюємо за [4].

$$\text{При } \frac{d_{\phi}}{d} = \frac{95}{58} = 1,64 \text{ та } m = 0,5 \quad k_{\phi} = 1,0.$$

Тоді

$$P_{\sigma} = 3,14 \cdot 55,5 \cdot 1,5 \cdot 380 \cdot 1,0 = 99333,8 \text{ Н}$$

Зусилля пробивання отвору:

$$P_{\text{проб}} = k \cdot l \cdot s \cdot \sigma_{зр}$$

де $l = \pi \cdot d = 3,14 \cdot 42 = 131,9 \text{ мм}$

Таким чином

$$P_{\text{проб}} = 1,3 \cdot 131,9 \cdot 1,5 \cdot 250 = 64301,3 \text{ Н}$$

Зусилля проптовхування відходів від пробивання крізь поясок матриці визначаємо за [3–5]

$$P_{\text{пр}} = k_{\text{пр}} P_{\text{проб}} n,$$

де $k_{\text{пр}} = 0,1$ – коефіцієнт.

Приймаючи кількість відходів у паску матриці $n = \frac{h}{s} = \frac{3}{1,5} = 2$, отримуємо

$$P_{\text{пр}} = 0,1 \cdot 64301,3 \cdot 2 = 12860,3 \text{ Н}$$

де h – висота паска.

Зусилля притиску для першого витягування циліндричної деталі з плоскої заготовки:

$$Q = F \cdot q = 3459,5 \cdot 2,5 = 8641,3 \text{ Н}$$

де $F = 3456,5$ – площа заготовки під притиском, мм^2 (визначається інструментами креслярсько-графічного редактора на твердотільній моделі;

$q = 2,5 \text{ Н/мм}^2$ – питомий тиск на поверхні притискувала.

Загальне зусилля

$$P = 165321,8 + 99333,8 + 64301,3 + 12860 + 8641,3 = 350457,9 \text{ Н} \approx 350,5 \text{ кН}$$

Приймаємо попередньо для виготовлення деталі "Фланець" штампувальний комплекс моделі АККД 2128К.08 (на базі однокривошипного відкритого пресу зусиллям 630 кН для штампування із штаби).

Технічна характеристика комплексу [10], табл.1.3:

Таблиця 1.3 – Технічна характеристика комплексу

Параметр	Значення
Розміри штаби, мм: - ширина - товщина - довжина	45-160 0,5 – 2,5 1200 - 2000
Висота стопи, мм	160
Крок подачі, мм	45 - 160
Точність подачі по кроку, мм	± 0,4
Продуктивність, хв ⁻¹	45
Висота подачі штаби над рівнем підлоги, мм	1015 - 1045
Номінальне зусилля пресу, кН	630
Потужність електродвигуна, кВт	7,5
Габаритні розміри (довжина x ширина x висота), мм	6500x2000x2900
Маса, кг	7600

Операція "Калібрування":

калібрування виконується з метою зменшення радіусів закруглення в місцях переходу від дна до стінки і від стінки до фланця.

Зусилля калібрування визначається по формулі:

$$P_k = F_k \cdot q_k = 1895 \cdot 150 = 284366 \text{ Н} \approx 284,4 \text{ кН}$$

де $F_k = 1895 \text{ мм}^2$ – площа проекції заготовки після витягування в місцях калібрування (визначена засобами графічного редактора);

$q_k = 150 \text{ Н/мм}^2$ – питомий тиск калібрування.

Враховуючи зусилля операції "калібрування" та габарити штампу приймаємо для виготовлення деталі "Фланець" прес однокривошипний відкритий моделі КД 2128Е номінальним зусиллям 630 кН.

Технічна характеристика пресу [10], табл. 1.4:

Таблиця 1.4 – Технічна характеристика пресу

1. Номінальне зусилля, МН	0,63
2. Закрита висота, мм	340
3. Число ходів, хід/хв	125
4. Хід повзуна, мм	
min	10
max	100
5. Габарити стола, мм:	
зліва – направо	710
спереду – назад	480
6. Розміри повзуна, мм	
зліва – направо	370
спереду – назад	310
7. Товщина підштампової плити, мм	85
8. Потужність приводу, кВт	11
9. Габаритні розміри, мм	1500×1800×3020

Операція "Обрізання-пробивання":

зусилля обрізання заготовки за контуром:

$$P_o = k \cdot L \cdot s \cdot \sigma_{zp}$$

де $k = 1,3$ – коефіцієнт, який враховує затушення ріжучих кромки штампа;

$L = 236,32$ мм – периметр обрізання (визначаємо засобами графічного редактора):

$$P_o = 1,3 \cdot 236,32 \cdot 1,5 \cdot 250 = 115206 \approx 115,2 \text{ кН}$$

Зусилля пробивання двох отворів:

$$P_{\text{проб}} = k \cdot l \cdot s \cdot \sigma_{\text{зр}}$$

де $l = 2 \cdot \pi \cdot d = 2 \cdot 3,14 \cdot 7 = 44 \text{ мм}$

Таким чином,

$$P_{\text{проб}} = 1,3 \cdot 44 \cdot 1,5 \cdot 250 = 21450 \text{ Н} \approx 21,450 \text{ кН} .$$

Зусилля проптовхування відходів від пробивання крізь поясок матриці визначаємо за [4]

$$P_{\text{пр}} = k_{\text{пр}} P_{\text{проб}} n ,$$

де $k_{\text{пр}} = 0,1$ – коефіцієнт.

Приймаючи кількість відходів у паску матриці $n = \frac{h}{s} = \frac{3}{1,5} = 2$, отримуємо

$$P_{\text{пр}} = 0,1 \cdot 21450 \cdot 2 = 4290 \text{ Н} ,$$

де h – висота паска.

Загальне зусилля,

$$P_{\text{он}} = P_o + P_{\text{проб}} + P_{\text{пр}} = 115,2 + 21,45 + 4,290 = 140,94 \text{ кН}$$

Враховуючи зусилля операції "обрізання-пробивання" та габарити штампу приймаємо для виготовлення деталі "Фланець" прес однокривошипний відкритий моделі КД 2128Е номінальним зусиллям 630 кН.

1.8 Проектування штампу для вирубування – пробивання-витягування

1.8.1 Призначення штампу

Штамп призначений для вирубання заготовки із штаби, пробивання отвору в ній та витягування для деталі "Фланець" за один хід повзуна пресу.

1.8.2 Будова штампу

Штамп суміщеної дії складається із наступних основних деталей (див. рис. 2.6.): верхньої і нижньої плит 1, 2; напрямних елементів 3, 4; пуансонотримача 5; підкладної плити 6; штовхачів 7; траверси 8; штовхача 9; штовхачів 10; пуансона 11; пуансонотримача 12; пуансон-матриці 13; вишовхувача 14; притискувача 15; матриці 16; притискувача-знімача 17; пуансон-матриці 18; штовхачів 19; матрицетримача 20.

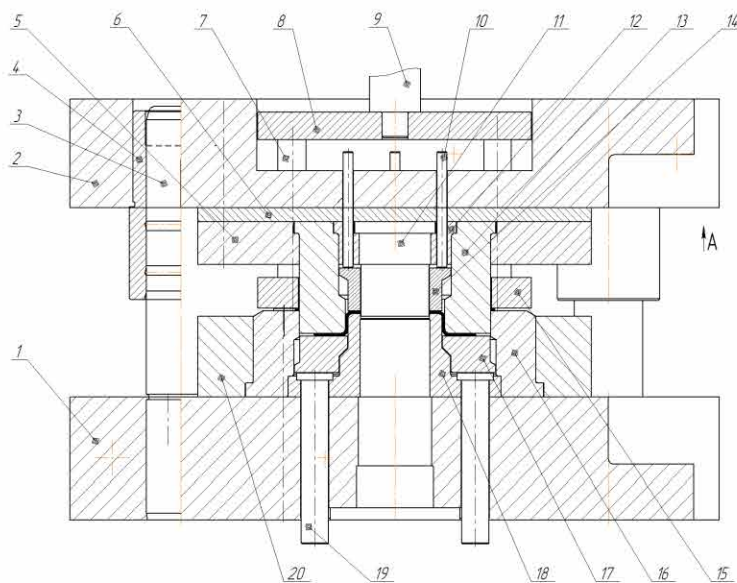


Рисунок 1.6 – Схема штампу для вирубання-витягування-пробивання деталі "Фланець".

1.8.3 Принцип дії штамп

Штамп працює наступним чином. Штаба подається кліщовою подачею в робочу зону штамп і фіксується боковими упорами. При ході повзуна преса униз при протидії притискувача 17 пуансоном 11, пуансон-матрицею 13, матрицею 16, пуансон-матрицею 18 відбувається відокремлення заготовки від штаби, витягування та пробиття отвору $\varnothing 42$.

При ході повзуна преса вгору притискувач-виштовхувач 17 за допомогою штовхачів 19 знімає заготовку з пуансон-матриці 18, а виштовхувач 14 виштовхує заготовку із порожнини пуансон-матриці 13. Знімач 15 знімає штабу з пуансон-матриці 13.

В базовому варіанті вирублена заготовка падає на штабу і штампувальник поворотом штаби скидає її з робочої зони. В запропонованому варіанті використовується лотковий скидувач, який зблокований з ходом повзуна преса.

1.9 Міцнісні та геометричні розрахунки елементів штамп

Розраховуємо виконавчі розміри робочих деталей для випадку роздільного виготовлення.

Діаметр вирубної матриці обчислюємо за формулою [4, 6, 7]:

$$D_M = (D_H - \Pi_i)^{+\delta_m},$$

де D_M – номінальний діаметр матриці; $D_M = 108$ мм;

Π_i – припуск на зношування. Для $\varnothing 108H14$ значення $\Pi_i = 0,7$ мм [4,];

δ_m – граничне відхилення виконавчого розміру матриці.

Відповідно до [4] $\delta_m = 0,02$ мм.

$$D_M = (108 - 0,7)^{+0,02} = 107,3^{+0,02} \text{ (мм)}$$

Діаметр робочої частини вирубного пуансону за [4, 6, 7]:

$$D_n = (D_H - \Pi_u - z)_{-\delta_n} = (108 - 0,7 - 0,09)_{-0,02} = 107,21_{-0,02}$$

де $z = 0,09$ мм – двосторонній нормальний зазор між пуансоном і матрицею [4] .

Для визначення діаметру пробивного пуансону для пробивання отвору $\varnothing 42$ використовуємо формулу [4]:

$$d_n = (d_n + \Pi_i)_{-\delta_n}$$

де $d_n = 42$ мм – номінальний діаметр пуансону;

Π_i – припуск на зношування. Значення $\Pi_i = 0,5$ мм [4];

$\delta_n = 0,02$ мм – граничне відхилення виконавчого розміру діаметра пуансона.

Отже

$$d_n = (42 + 0,5)_{-0,02} = 42,5_{-0,02} \text{ (мм)} .$$

Діаметр пробивної матриці для пробивання отвору $\varnothing 42$ обчислюємо за формулою [4, 6, 7]:

$$d_m = (d_n + \Pi_u + z)^{+\delta'_m} ,$$

де $z = 0,09$ мм [4, с. 67] – двобічний нормальний зазор між матрицею і пуансоном;

$\delta'_m = 0.016$ мм – граничне відхилення виконавчого розміру матриці.

Тоді

$$d_m = (42,5 + 0,5 + 0,09)^{+0,016} = 43,09^{+0,016} \text{ мм} .$$

Проведемо міцнісні розрахунки найбільш проблемних з точки зору стійкості деталей штамп. Відповідно до [6, 7] пуансон для пробивання отвору $\varnothing 42$ необхідно перевірити на допустимі напруження стискування у небезпечному перерізі.

$$\sigma_{cm} = \frac{P_p}{F} \leq [\sigma].$$

Для матеріалу пуансону сталь Х12М $[\sigma_{ст}] = 1600$ МПа при НRСe 57...60. Оскільки зміщення вісі пуансону відносно вісі матриці для штампів суміщеної дії малоймовірне, перевірку пуансону на напруження вигину не проводимо.

Таким чином

$$\sigma_{cm} = \frac{65855,63}{3,14 \cdot 21,5^2} = 46,21(\text{МПа})$$

Міцність пуансону забезпечується.

Міцностний розрахунок вирубної матриці проводимо на напруження вигину.

Розглядаємо матрицю як кільце, тоді за [3, 5, 8]:

$$\sigma_s = \frac{2,5P_s}{H_m^2} \left(1 - \frac{2r}{3r_0} \right) \leq [\sigma_s],$$

При $H = 40$ мм, $r = 55$ мм та $r_0 = 95$ мм

$$\sigma_s = \frac{2,5 \cdot 176124,5}{40^2} \left(1 - \frac{2 \cdot 55}{3 \cdot 95} \right) = 168,98(\text{МПа})$$

Приймаємо матеріал матриці сталь У10А. Тоді при НRСe = 58...60 $[\sigma_b] = 350$ МПа. Міцність матриці забезпечується.

1.10 Технічне нормування

Результати технічного нормування [9] зведено до таблиць 1.5 – 1.7.

Таблиця 1.5 – Карта технічного нормування

Операція вирубування-витягання-пробивання в автоматичному режимі			
Деталь "Фланець"			
План-схема організації робочого місця			
		<p>1 – Штабоподавач;</p> <p>2 – Прес кривошипний;</p> <p>3 – Ножиці для різання відходів</p>	
Вихідні дані:			
Розміри штаби, мм 115 x 2500 x 1,5;		Кількість деталей із штаби – 11;	
Крок штампування, мм 109,5;		Число ходів пресу в хвилину – 45;	
Режим роботи – автоматичний		Тип штампу – суміщеної дії	
Назва переходів	Література	Час на 1 деталь, хв	
		Основний T _о	Допоміжний T _д
			Перекр.
Заправити штабу в штабоподавач			0,1:20=0,005
Ввімкнути комплекс	[34, с. 21]		0,011
Штампувати деталь	[34, с. 23]	0,023	
Ввімкнути механізм подачі штаби	[34, с. 80]		0,011
Разом		0,01	0,0225

Норма штучного часу

$$T_{шт} = (T_0 + T_о)k = (0,01 + 0,0225)1,12 = 0,0364(xв)$$

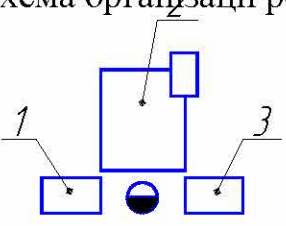
Норма штучно-калькуляційного часу

$$T_{шт.к.} = T_{ш} + \frac{T_{пз}}{n} = 0,0364 + \frac{15}{10000} = 0,0379(хв)$$

Норма виробітку за зміну

$$H_6 = \frac{T_{зм}}{T_{шт.к.}} = \frac{480}{0,0379} = 12964(штук)$$

Таблиця 1.6 – Карта технічного нормування

Операція "Калібрування"				
Деталь "Фланець"				
План-схема організації робочого місця				
		<p>1 – стіл для заготовок; 2 – прес кривошипний; 3 – тара для відходів</p>		
Вихідні дані:				
Розміри заготовки, мм 95 x 14,5;		Число ходів пресу в хвилину – 90;		
Режим роботи – ручний		Тип штампу – простої дії		
Назва переходів	Література (№ карти та позиції)	Час на 1 деталь, хв		
		Основний T _о	Допоміжний T _д	
			Перекр.	Неперекр.
Покласти заготовку до штампу	[34, 33, 8a]	–	–	4,18:100= 0,0418
Увімкнути прес	[34, 1, 7a]	–	–	0,015
Основний час	[34, 1, 7a]	0,011	–	
Зняти деталь зі штампу і відкинути в тару	[34, 36, 20a]	–	–	1,76:100=0,0176
Разом		0,011		0,0744

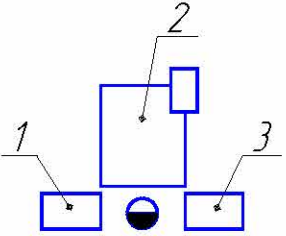
Норма штучного часу

$$T_{шт} = (T_0 + T_o)k = (0,011 + 0,0744)1,12 = 0,0989(хв)$$

Норма виробітку за зміну

$$H_s = \frac{T_{зм}}{T_{шт.к.}} = \frac{480}{0,103} = 4663(штук)$$

Таблиця 2.7 – Карта технічного нормування

Операція " обрізання-пробивання"				
Деталь "Фланець"				
План-схема організації робочого місця				
		<p>1 – стіл для заготовок; 2 – прес кривошипний; 3 – тара для відходів</p>		
Вихідні дані:				
Розміри заготовки, мм 95 x 14,5;		Число ходів пресу в хвилину – 90;		
Режим роботи – ручний		Тип штампу – простої дії		
Назва переходів	Література (№ карти та позиції)	Час на 1 деталь, хв		
		Основний T _o	Допоміжний T _д	
			Перекр.	Неперекр.
Покласти заготовку до штампу	[34, 33, 8a]	–	–	4,18:100= 0,0418
Увімкнути прес	[34, 1, 7a]	–	–	0,022
Основний час	[34, 1, 7a]	0,011	–	
Зняти деталь зі штампу і відкинути в тару	[34, 36, 20a]	–	–	1,76:100=0,0176
Разом		0,011		0,0814

Норма штучного часу

$$T_{шт} = (T_0 + T_д)к = (0,011 + 0,0814)1,12 = 0,1535 \text{ хв}$$

Норма виробітку за зміну

$$H_в = \frac{T_{зм}}{T_{шт.к.}} = \frac{480}{0,1} = 4800(\text{штук})$$

1.11 Попередження браку при штампуванні

В умовах впровадження у виробництво нових прогресивних технологій контроль якості продукції постійно повинен стояти в центрі уваги при розробці нових технологічних процесів, устаткування, оснащення, вимірювального інструменту тощо.

Враховуючи форму і застосування деталей, на які розроблені технологічні процеси в даному проекті, робимо висновок, що при виготовленні останніх можливе виявлення наступних видів браку:

- присутність задирок по периметру зрізу метала;
- зміщення симетрично розташованого отвору відносно осі витягання;
- присутність мікро- і макротріщин при витяганні деталі.

Для запобігання усіх цих видів браку при розробці технологічних процесів прийняті наступні заходи:

- передбачено більш якісне виготовлення оснащення, зокрема, робочого інструменту;
- використання прогресивного штампувального устаткування, зокрема, комплексів;
- застосування фіксуючих елементів в штампі, що попереджає перетягнення бортів готових деталей;

– запобігання тріщин можливе при правильному виборі металу заготовки, який враховує його подальше використання і увесь цикл технологічного процесу;

– застосування автоматизації при штампуванні дозволяє більш точно одержувати лінійні розміри в деталях та заготовках.

Однак, крім вищезгаданих засобів підвищення якості продукції, необхідно використовувати належну систему організації технічного контролю, яка включає безпосередню перевірку виготовлених деталей і заготовок виробником. Це дозволяє на всіх етапах виробництва контролювати якість продукції.

1.12 Складання карти технологічного процесу холодного штампування

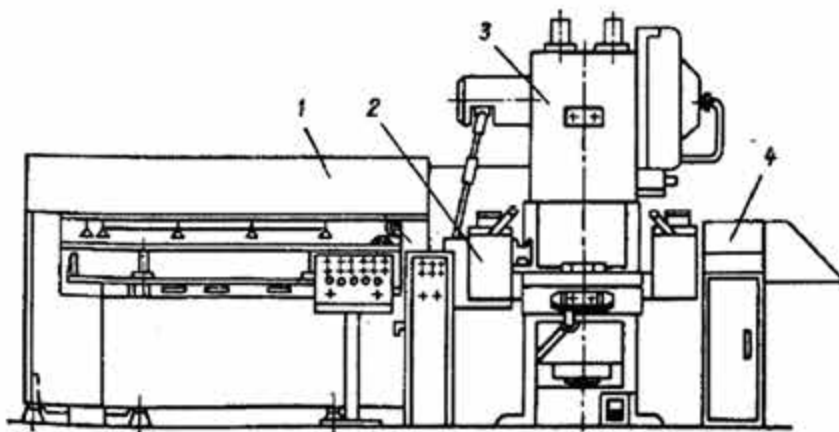
Результати розробки технологічного процесу штампування деталі "Фланець" фіксуємо в технологічній карті, яка містить основні відомості по розробленому технологічному процесу. Карта прикладається.

2 ПРОЕКТУВАННЯ БАЗОВОГО ПРЕСУ КОМПЛЕКСУ

2.1 Обґрунтування вибору штампувального комплексу

На підприємствах існує певна номенклатура деталей, виготовлення яких потребує обладнання підвищеної продуктивності та використання заготовок із штаби. Звісно, такі деталі можна замовити на суміжних підприємствах, але в теперішніх економічних умовах це не зовсім вигідно. В першому розділі даної роботи при проектуванні технологічного процесу деталі «Фланець» на основі розрахунку технологічних зусиль на операції «вирубання-витягування-пробивання» та закритої висоти штампа спроектованого штампу суміщеної дії був запропонований комплекс для штампування деталей із штаби на базі кривошипного відкритого пресу номінальним зусиллям 0,63 МН. Застосування такого комплексу дозволить покращити умови праці штампувальників, підвищити продуктивність праці, знизити собівартість штампованих виробів.

Типова компоновка такого комплексу на основі аналізу аналогів та прототипів по даних літератури [9, 11] наведена на рис. 2.1.



1 – штабоподавач; 2 – валкова двостороння подача; 3 – відкритий кривошипний прес; 4 – ножиці для різки відходів [9]

Рисунок 2.1 – Схема комплексу обладнання на базі відкритого кривошипного пресу з валковою подачею для штампування із штаби

2.2 Технічне завдання на проект комплексу

1. Максимальне зусилля базового пресу, МН.....	0,7
2. Максимальна продуктивність комплексу, шт. за хв.....	92
3. Максимальна ширина штаби, мм.....	160
4. Максимальна товщина штаби, мм.....	2
5. Максимальний крок подачі, мм.....	160
6. Точність позиціонування, мм.....	$\pm 0,4$

2.3 Розрахунок пресу

2.3.1 Технічне завдання на проект преса

1. Номінальне зусилля преса	0,7 МН
2. Величина ходу повзуна:	
- найменший	10
- найбільший	110
3. Величина ходу повзуна преса	54, 55, 76, 85, 94
4. Найбільша частота безперервних ходів	100 хв ⁻¹
5. Закрита висота преса	340
6. Розмір підштампової плити преса:	
- зліва-направо	710
- з переду-назад	480
7. Розмір нижньої поверхні повзуна преса, зліва-направо	370
8. Розмір нижньої поверхні повзуна преса, - з переду-назад	310
9. Діаметр центрального отвору в повзуні	50
10. Габаритні розміри:	
- зліва-направо	1500
- з переду-назад	1690
- висота преса	2890

При проектуванні базового пресу [12] була розроблена його кінематична схема, виконані кінематичний, силовий і енергетичний розрахунок та розрахунок його основних вузлів (з елементами оптимізації). Розрахунок і конструювання виконувалися з застосуванням розрахункової програми PressCad, (розробленої в середовищі прикладної математичної програми Mathcad [13]), та креслярсько-графічного редактора. Результати роботи програми наведені в Додатку В.

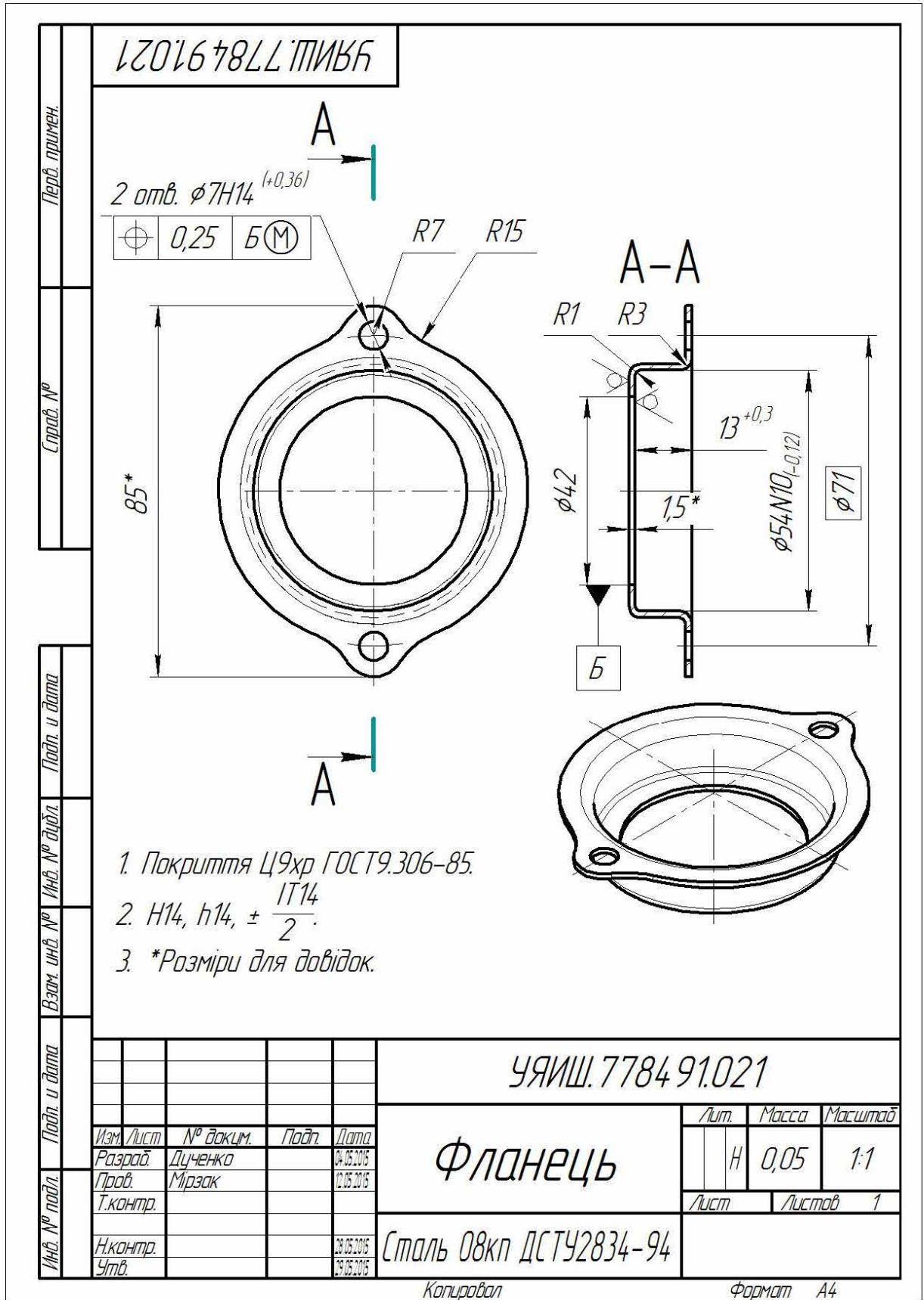
Перелік джерел посилання

1. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3-х т. 5-е изд., перераб. – М.:Машиностроение, 1980.-728 с.-Т.1.
2. Ковка и штамповка. Справочник в 4 т. /Под ред. Е.И. Семенова. – Т.1. Материалы и нагрев. Оборудование. Ковка.– М.: Машиностроение,1985.–567 с.
3. Романовский В. П. Справочник по холодной штамповке / Романовский В. П. – [6-е изд.]. – Л.: Машиностроение, Ленингр. отделение, 1979. – 530 с.
4. Справочник конструктора штампов: Листовая штамповка/Под общ. ред. Л. И. Рудмана. – М.: Машиностроение, 1988. –496 с.: ил. – (Б-ка конструктора).
5. Ковка и штамповка : Справочник. В 4т. Т.4 Листовая штамповка/Под ред. А.Д. Матвеева; Ред. совет: Е.И. Семенов/пред./ и др.-М.: Машиностроение. 1985–1987.–544 с.: ил.
6. Боков В.М. Конструювання та виготовлення штамів. Штамп як об'єкт проектування. – Кіровоград: Поліграфічно-видавничий ТОВ "Імекс ЛТД", 2005. – 236 с.
7. Боков В.М., Мірзак В.Я. Технологія холодного штампування. Курсове проектування. Листове штампування. Навчальний посібник. – Кіровоград. Поліграфічно-видавничий центр ТОВ "Імекс-ЛТД".2010. – 250 с.
8. Методичні вказівки до практичних занять студентів кредитного модуля «Технологія холодного штампування та конструювання штамів 2» підготовки бакалавра спеціальності 131 Прикладна механіка спеціалізацій Системи комп'ютерних технологій машинобудування пластичним формоутворенням, Технології композиційних та наноструктурних конструкцій, Технології озброєння та засобів безпеки / Уклад.: Орлюк М.В., Вишневський П.С. – К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. – 43 с.
9. Общемашиностроительные нормативы на холодную штамповку, резку, высадку и обрезку. Массовое, крупносерийное, серийное и мелкосерийное производство. М.: НИИ труда. 1978.-231с., ил.

10. Справочник по оборудованию для листовой штамповки /Л.И. Рудман, А.И. Зайчук, В.Л. Марченко и др.; Под ред. Л.И. Рудмана.–К.: Техніка, 1989.–231 с.
11. Мансуров И.З., Подрабинник И.М. Специальные кузнечно-прессовые машины и автоматизированные комплексы КГПП: Справочник,-М.: Машиностроение, 1990.-341 с.
12. Плєснецов Ю. О. Ковальськo-штaмпувальнe обладнaння. Мехaнiчнi преси: навч. посiб. / Ю.О. Плєснецов, В.О.Маковей – Х.: НТУ «ХП», 2014. – 236 с. ISBN 978-617-7188-69-7
13. Сясєв А. В. Вступ до системи MathCAD: навч. посiб. – Д.: Вид-во Днiпропетр. ун-ту, 2004. – 108 с. ISBN 966-551-134-3 ь

Додатки

ДОДАТОК А
Кресленик деталі «Фланець»



ДОДАТОК Б

Технологічна карта на виготовлення деталі «Фланець»

Міністерство освіти і науки України		КАРТА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСА (Колодне листове штампування)				Карта №	
<p>Центральноукраїнський національний технічний університет</p> <p>Кафедра машинобудування, мехатроніки і робототехніки</p>		Деталь		"Фланець"		1	
		Креслення		Кількість штук на виріб		Кількість карт	
<p>Матеріал: Сталь 08кп</p> <p>Довжина штаби 1250</p> <p>Ширина штаби 117</p> <p>Товщина штаби 1.5</p> <p>Кількість деталей із листа 20</p> <p>Кількість деталей із листа -</p> <p>Коефіцієнт використання матеріалу 66,44</p>		<p>Кількість штук на виріб 6</p> <p>Партия штук</p> <p>Укладен</p> <p>Група ПМ(ОУ)-1-3СК</p> <p>Підпис Дзюжко С.М.</p> <p>Дата 12.05.24</p> <p>Затверджено</p> <p>Керівник</p> <p>Підпис</p> <p>Дата 15.05.24</p>		5432		1	
<p>Місце виготовлення: Майданування операцій та перекладів</p>		<p>Обладнання</p>		<p>Інструмент</p>		<p>Норма часу на операцію</p>	
<p>№ № операцій</p>		<p>Виробування-вигибування-пробивання</p>		<p>Комплекс АКҚД128Е (7)</p>		<p>Штампувальник ІV розряд</p>	
<p>10</p>		<p>Калібрування</p>		<p>КДР128Е</p>		<p>0,0364</p>	
<p>20</p>		<p>Обризування-пробивання</p>		<p>КДР128Е</p>		<p>0,0989</p>	
<p>30</p>		<p>Контроль</p>		<p>КДР128Е</p>		<p>0,1535</p>	
<p>Схема розкрою, операційні ескізи</p>							
				<p>Штампувальник ІV розряд</p>			
				<p>Штампувальник ІІІ розряд</p>			
				<p>Штампувальник ІІІ розряд</p>			
				<p>Контролер ІV розряд</p>			

ДОДАТОК В
**Розрахунок базового пресу комплексу
в програмі «PressCad»**

Розрахунок базового пресу комплексу

- Початкові дані
- Розрахунок кривошипного пресу
- Розрахунок вузла механізації

Початкові дані преса

Номінальне зусилля преса, МН	$P_n := 0.7$
Хід повзуна преса, мм	$S := 110$
Кількість ходів повзуна преса в хвилину, хвил ¹	$n_x := 100$
Коефіцієнт довжини шатуна преса	$\lambda := 0.1$

Розрахунок кривошипного пресу

- Кінематичний розрахунок
- Силовий розрахунок
- Енергетичний розрахунок
- Розрахунок вузла

Визначення передаточних відношень передач

Вибір електродвигуна

Довідка

Вибраний електродвигун з кількістю обертів в хвилину: $n_e := 1000$

Загальне передаточне відношення $I := \frac{n_e}{n_x}$ $I = 10$

Приймаємо $I := 10$

Значення передаточних відношень окремих передач

Довідка

Передаточне відношення клиноремінної передачі $i_1 := 10$

Передаточне відношення швидкохідної ступені зубчатої передачі $i_2 := 1$

Передаточне відношення тихохідної ступені зубчатої передачі $i_3 := 1$

Перевірка ($I_s = i_1 \cdot i_2 \cdot i_3 \dots i_n = I_{sum}$) $I_s := i_1 \cdot i_2 \cdot i_3$ $I_s = 10$

Приймаємо $I_s := 10$

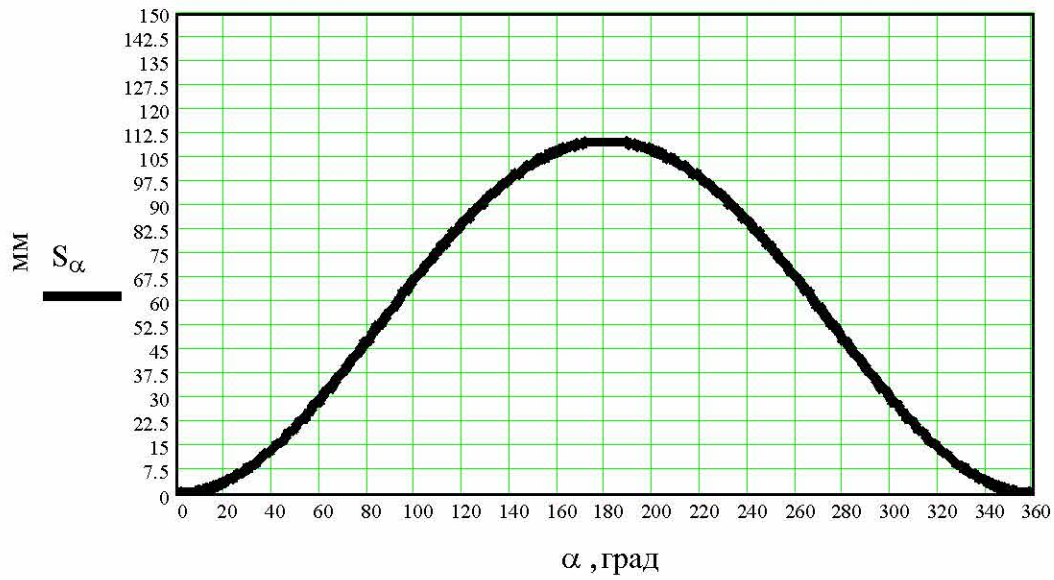
Розрахунок кінематичних параметрів

Хід повзуна, мм		S = 110
Радіус кривошипа, мм	$R := \frac{S}{2}$	R = 55
Коефіцієнт перевода град. в рад.	$r := \frac{\pi}{180}$	r = 0.017
Кут повороту головного валу, град		$\alpha := 0..360$
Кутова швидкість головного валу, рад ¹	$\omega := \frac{\pi \cdot n_x}{30}$	$\omega = 10.472$
Коефіцієнт довжини шатуна		$\lambda = 0.1$
Шлях повзуна, мм	$S_\alpha := R \cdot \left[(1 - \cos(\alpha \cdot r)) + \frac{\lambda}{4} \cdot (1 - \cos(2 \cdot \alpha \cdot r)) \right]$	
Швидкість повзуна, мм/с	$V_\alpha := \omega \cdot R \cdot \left(\sin(\alpha \cdot r) + \frac{\lambda}{2} \cdot \sin(2 \cdot \alpha \cdot r) \right)$	
Прискорення повзуна, мм/с ²	$J_\alpha := -\omega^2 \cdot R \cdot (\cos(\alpha \cdot r) + \lambda \cdot \cos(2 \cdot \alpha \cdot r))$	

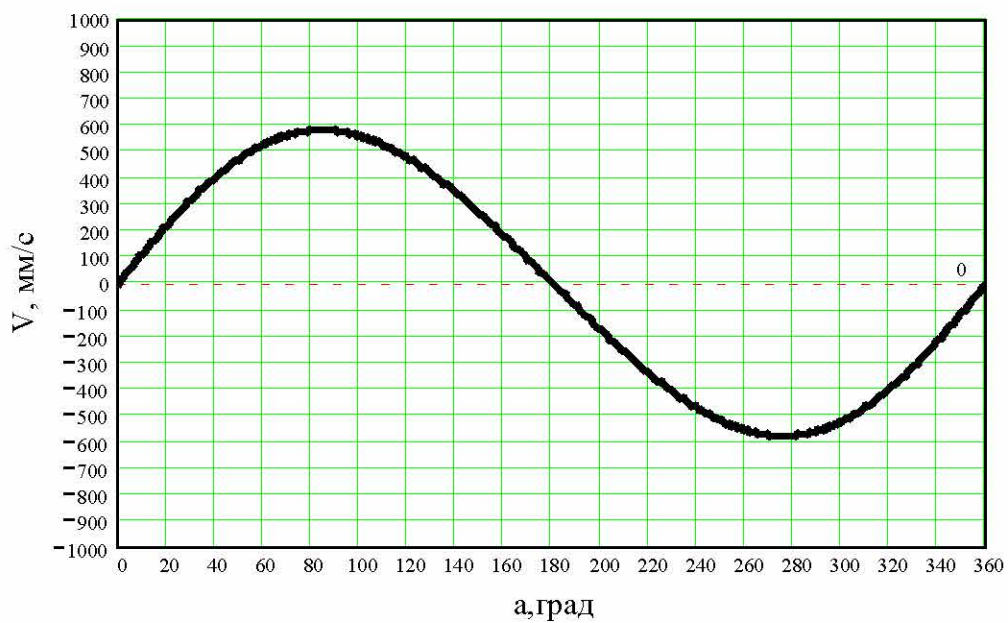
Побудова графіків

- Шлях
- Швидкість
- Прискорення

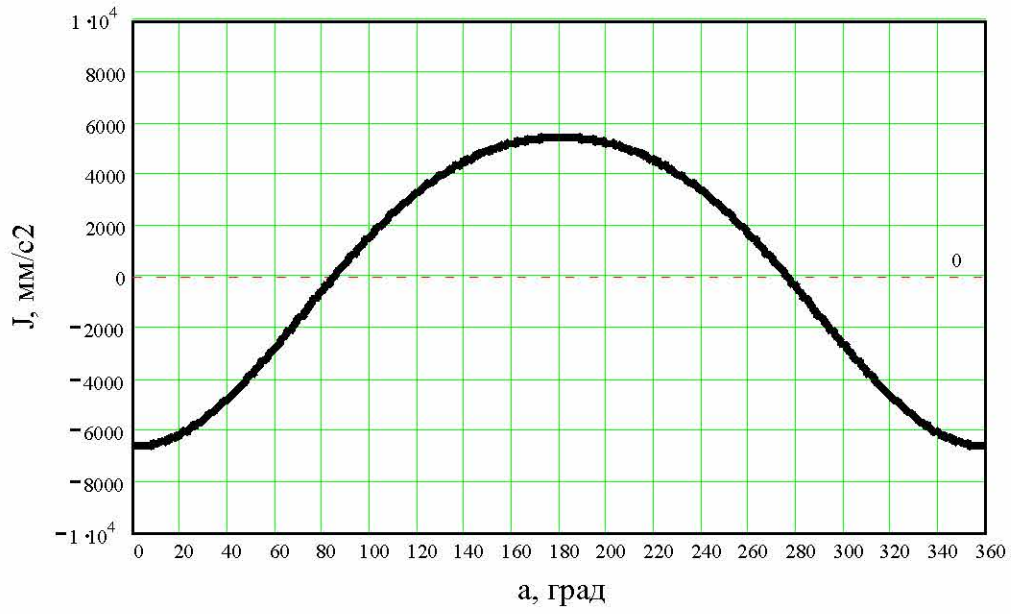
Графік залежності шляху повзуна від кута повороту
головного валу



Графік залежності швидкості повзуна від
кута повороту головного валу



Графік залежності прискорення повзуна від
кута повороту кривошипа
повороту головного вала



Результати розрахунку

$\alpha_2 =$	$S_{\alpha_2} =$	$V_{\alpha_2} =$	$J_{\alpha_2} =$
0	0	0	$-6.635 \cdot 10^3$
1	$9.214 \cdot 10^{-3}$	11.057	$-6.633 \cdot 10^3$
2	0.037	22.11	$-6.629 \cdot 10^3$
3	0.083	33.154	$-6.623 \cdot 10^3$
4	0.147	44.185	$-6.614 \cdot 10^3$
5	0.23	55.199	$-6.602 \cdot 10^3$
6	0.331	66.191	$-6.588 \cdot 10^3$
7	0.451	77.159	$-6.572 \cdot 10^3$
8	0.589	88.096	$-6.553 \cdot 10^3$
9	0.744	98.999	$-6.531 \cdot 10^3$
10	0.918	109.864	$-6.507 \cdot 10^3$
11	1.111	120.686	$-6.48 \cdot 10^3$
12	1.321	131.462	$-6.451 \cdot 10^3$
13	1.549	142.187	$-6.419 \cdot 10^3$
14	1.795	152.857	$-6.385 \cdot 10^3$
15	2.058	163.468	$-6.348 \cdot 10^3$
16	2.34	174.016	$-6.309 \cdot 10^3$
17	2.638	184.498	$-6.268 \cdot 10^3$
18	2.954	194.908	$-6.224 \cdot 10^3$
19	3.288	205.244	$-6.178 \cdot 10^3$
20	3.639	215.5	$-6.13 \cdot 10^3$
21	4.006	225.675	$-6.079 \cdot 10^3$
22	4.391	235.763	$-6.026 \cdot 10^3$
23	4.792	245.76	$-5.971 \cdot 10^3$
24	5.21	255.665	$-5.914 \cdot 10^3$
25	5.644	265.471	$-5.854 \cdot 10^3$
26	6.095	275.177	$-5.792 \cdot 10^3$
27	6.561	284.778	$-5.729 \cdot 10^3$
28	7.044	294.271	$-5.663 \cdot 10^3$
29	7.542	303.652	$-5.595 \cdot 10^3$
30	8.056	312.919	$-5.525 \cdot 10^3$
31	8.585	322.068	$-5.453 \cdot 10^3$
32	9.13	331.095	$-5.379 \cdot 10^3$
33	9.689	339.998	$-5.304 \cdot 10^3$

Силовий розрахунок

Тип головного вала

- Кривошипний вал
- Одноколінчастий вал
- Двоколінчастий вал
- Ексцентрикний вал
- Односторонній шестерне-ексцентрикний привод
- Двосторонній шестерне-ексцентрикний привод

Ексцентрикний вал

- Розрахунок геометричних параметрів
- Розрахунок головного валу на міцність
- Розрахунок зубчастої передачі
- Технологічні графіки навантажень
- Графік зусиль на повзуні

Розрахунок геометричних параметрів

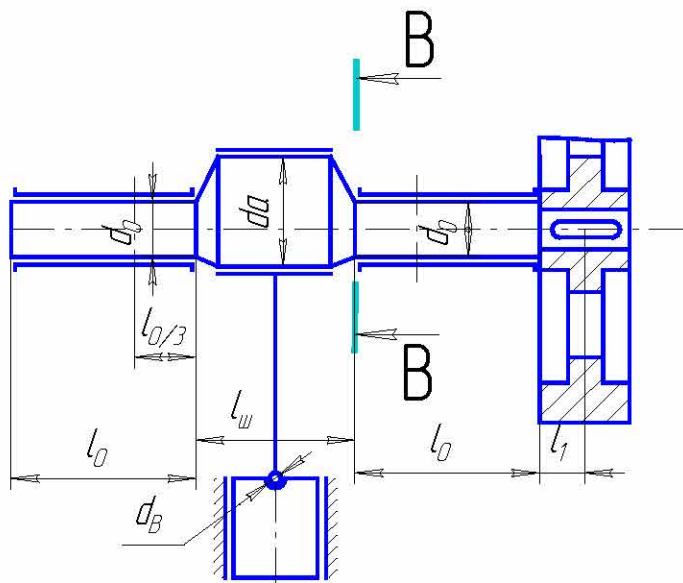


Схема ексцентрикового валу з маховиком

Діаметр опорної шийки, мм

$$d_0 := 140 \cdot \sqrt{P_n + 0.02} \quad d_0 = 118.794$$

Приймаємо

$$d_0 := 150$$

Діаметр опорної головки шатуна, мм

Приймаємо

$$d_b := 140$$

Діаметр шатуної шийки шатуна, мм

$$d_a := d_0 \cdot 1.25$$

$$d_a = 187.5$$

Приймаємо

$$d_a := 270$$

Довжина опорної шийки валу, мм (конструкт.)

Приймаємо

$$l_0 := 140$$

Довжина шатунної шийки, мм (конструктивно) **Приймаємо** $l_{ш} := 190$

Радіуси галтелей від щік до шийок, мм $r_{щ} := 0.08 \cdot d_o$ $r_{щ} = 12$

Приймаємо $r_{щ} := 5$

Коефіцієнт тертя:

при рідинному змащенні $f=0.03..0.04$

при твердому змащенні $f=0.05..0.06$

$f := 0.035$

Ідеальне плече сили в випадку центрального кривошипно-повзунного механізму, мм

$$Mk_{i\alpha} := R \cdot \left(\sin(\alpha \cdot r) + \frac{\lambda}{2} \cdot \sin(2 \cdot \alpha \cdot r) \right)$$

Приведенне відносне плече сили кривошипного преса з центральним кривошипно-повзунним механізмом, мм

$$Mkf_{\alpha} := \frac{1}{2} \cdot f \cdot [(1 + \lambda) \cdot da + \lambda \cdot db + d_o]$$

Приведенне плече сили в реальному механізмі, мм

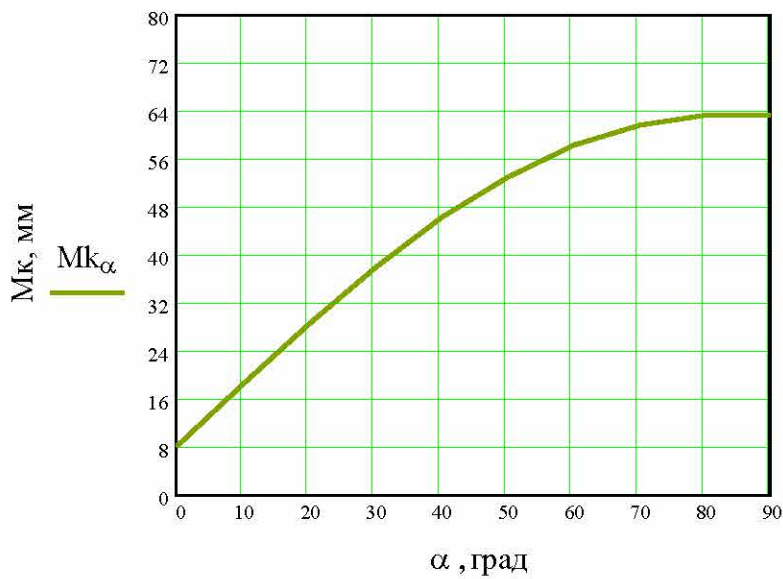
$$Mk_{\alpha} := Mk_{i\alpha} + Mkf_{\alpha}$$

- **Результати розрахунків**
- **Графік**

Результати розрахунків

$\alpha =$	$Mk_i =$	$Mk_f =$	$Mk =$	$\alpha =$
0	0	8.068	8.068	0
10	10.491	8.068	18.559	10
20	20.579	8.068	28.646	20
30	29.882	8.068	37.949	30
40	38.062	8.068	46.129	40
50	44.841	8.068	52.908	50
60	50.013	8.068	58.08	60
70	53.451	8.068	61.518	70
80	55.105	8.068	63.172	80
90	55	8.068	63.068	90

Графік залежності приведенного плеча сили від кута повороту
головного валу



Розрахунок головного валу на міцність

Межа витривалості при згині, МПа	Довідка	$\sigma_H := 360$
Константа міцності при крутінні в перерізі В-В, визначається з графіка	Графік	$\Phi\tau := 3.25$
Коефіцієнт запаса міцності	Довідка	$n := 1.3$
Коефіцієнт еквівалентного навантаження	Довідка	$k_e := 0.8$
Константа міцності при вигині в перерізі А-А, визначається з графіка		$\Phi\sigma := 2.25$
Маса маховика з муфтою, Н		$G_m := 6000$ $P_d := 250000$ $l_l := 170$
$c := \frac{G_m}{P_d}$		$c = 0.024$

Відстань від краю опори до центра маховика, мм

Зусилля на повзуні, що допускається міцністю кривошипного валу в перерізі В-В, Н

$$P_{de}_\alpha := \frac{0.2 \cdot d_o^3 \cdot \sigma_H}{k_e \cdot n \cdot \sqrt{\Phi\sigma \cdot l_l^2 + \Phi\tau \cdot (Mk_\alpha)^2}}$$

Результати розрахунку

Результати розрахунку

$\alpha =$		
	0	1
0	0	
1	10	
2	20	
3	30	
4	40	
5	50	
6	60	
7	70	
8	80	
9	90	
10	100	
11	110	
12	120	
13	130	
14	140	
15	150	
16	160	

$Pde_{\alpha} =$	
	0
0	$8.188 \cdot 10^5$
1	$8.142 \cdot 10^5$
2	$8.067 \cdot 10^5$
3	$7.972 \cdot 10^5$
4	$7.87 \cdot 10^5$
5	$7.775 \cdot 10^5$
6	$7.695 \cdot 10^5$
7	$7.64 \cdot 10^5$
8	$7.613 \cdot 10^5$
9	$7.615 \cdot 10^5$
10	$7.644 \cdot 10^5$
11	$7.697 \cdot 10^5$
12	$7.768 \cdot 10^5$
13	$7.852 \cdot 10^5$
14	$7.939 \cdot 10^5$
15	$8.024 \cdot 10^5$
16	$8.097 \cdot 10^5$

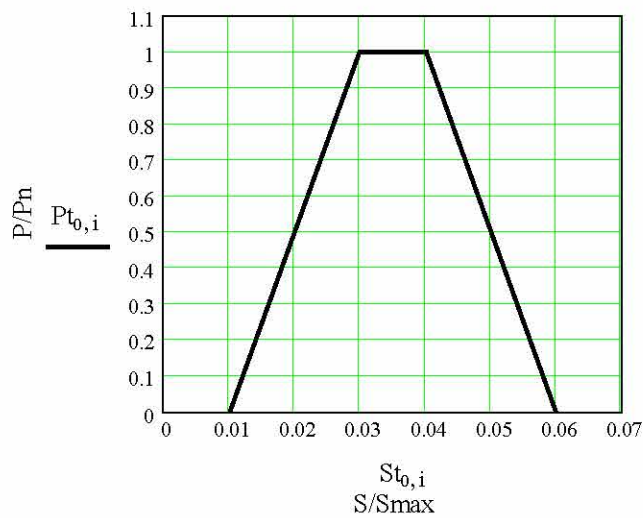
Технологічні графіки навантажень для операцій:

- Вирубання
- Витягування
- Гнуття

Технологічні графіки навантажень для операції вирубання:

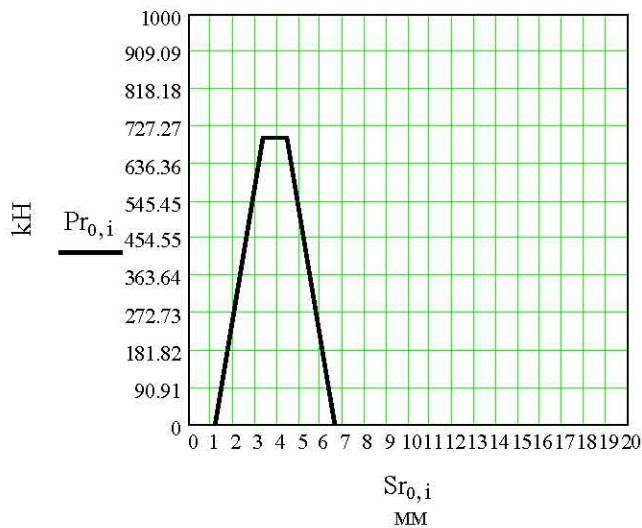
Типовий графік залежності зусилля від деформації для операції "Вирубка"

$$i := 0..3 \quad Pt := (0 \ 1 \ 1 \ 0) \quad St := (0.01 \ 0.03 \ 0.04 \ 0.06)$$



Реальний графік залежності зусилля від деформації для операції "Вирубка"

$$Pr := Pt \cdot Pn \quad Sr := St \cdot S \cdot 1000$$



Pr _{0,i} = Sr _{0,i} =	
0	1.1
700	3.3
700	4.4
0	6.6

Графік залежності зусилля преса від пружної деформації

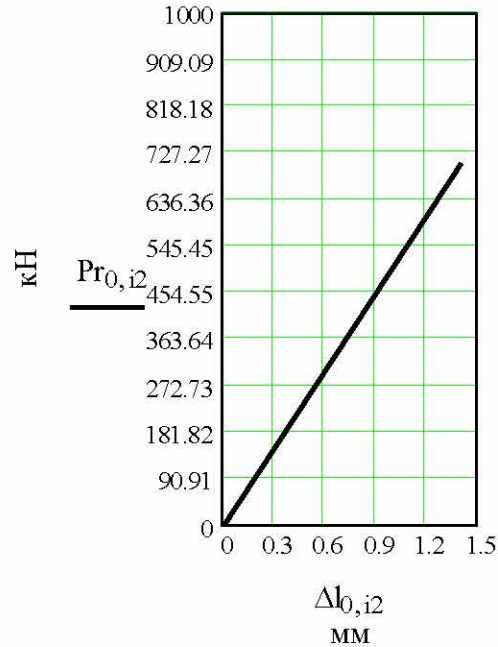
Жорсткість пресу, Мн/м

$C := 500$

Пружня деформація деталей и вузлів преса, мм

$$\Delta := \frac{P_n}{C} \quad \Delta = 1.4$$

$$i2 := 0..1 \quad \Delta l := (0 \quad \Delta)$$

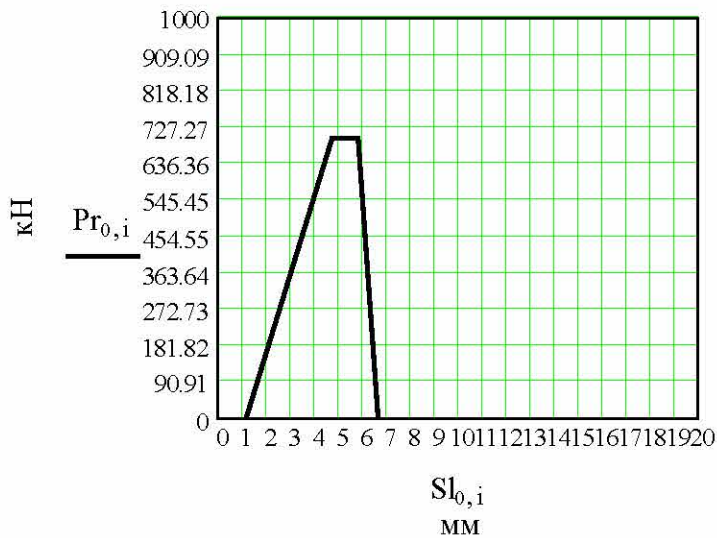


$$Pr_{0,i2} = \Delta l_{0,i2} =$$

0	0
700	1.4

Реальний графік залежності зусилля від деформації для операції "Вирубка" з врахуванням жорсткості пресу

$$Sl := (Sr_{0,0} \quad Sr_{0,1} + \Delta \quad Sr_{0,2} + \Delta \quad Sr_{0,3})$$

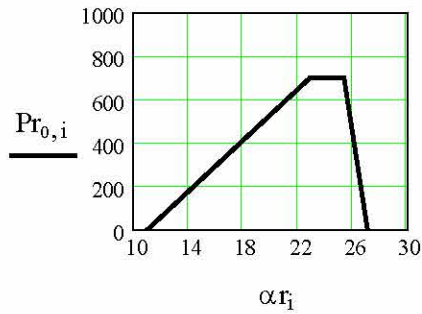


$$Sl_{0,i} = Pr_{0,i} =$$

1.1	0
4.7	700
5.8	700
6.6	0

Реальний графік залежності зусилля від кута повороту
головного валу з врахуванням жорсткості пресу

$$A_{\alpha} := \alpha \quad \alpha_{r_i} := \text{linterp}(S, A, Sl_{0,i})$$



$\alpha_{r_i} =$	$Pr_{0,i} =$
10.945	0
22.771	700
25.346	700
27.08	0

$$Pr2_i := Pr_{0,i}$$

Графік залежності крутного моменту на головному
валу від кута повороту

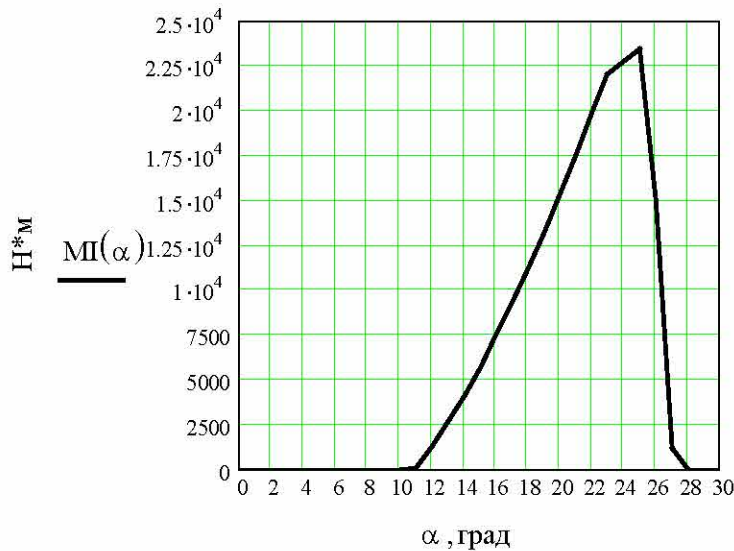
Поточне значення

зусилля деформації, кН $Pw_{\alpha} := \text{if}(\text{linterp}(\alpha, Pr2, \alpha) < 0, 0, \text{linterp}(\alpha, Pr2, \alpha))$

Крутний момент на головному валу, Н*м

$$Mk_{\alpha} := mk_{\alpha} \cdot Pw_{\alpha}$$

$$MI(\alpha) := \text{interp}(\text{cspline}(A, Mk), A, Mk, \alpha)$$



Максимальний крутний момент
на головному валу, Н*м

$$M_{\max} := \text{floor}(\max(Mk))$$

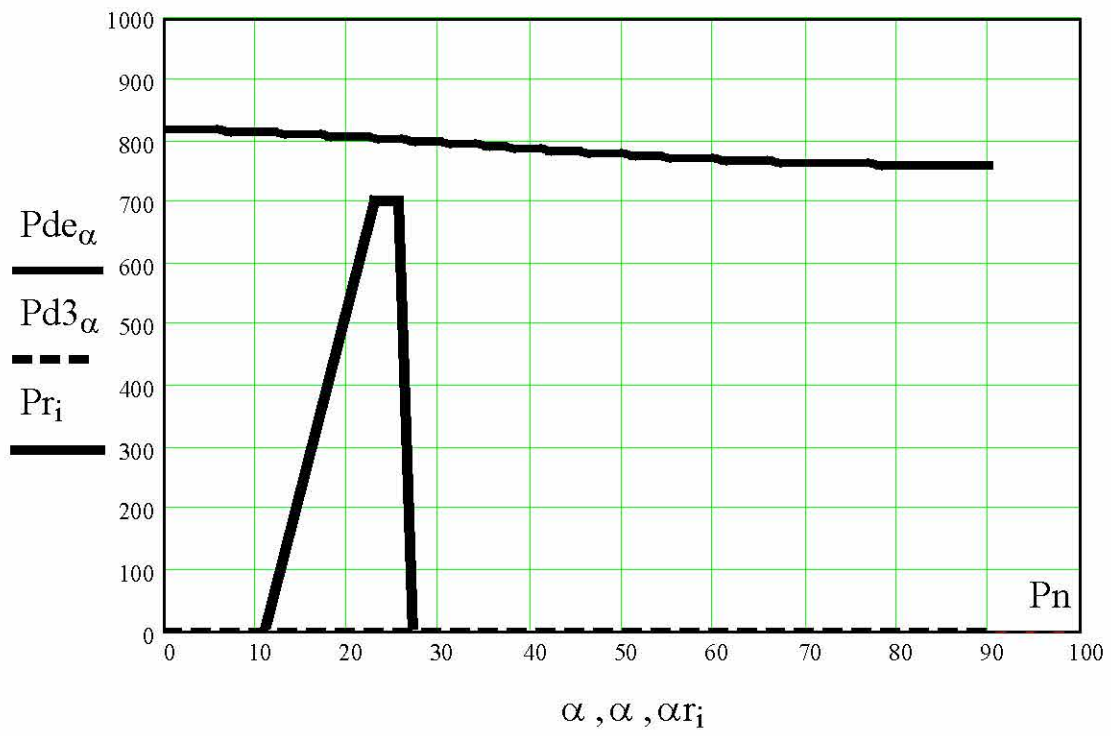
$$M_{\max} = 23392$$

Площина графіка, мм²

$$F := \int_{11}^{27} MI(\alpha) d\alpha$$

$$F = 192127.682$$

Графік зусиль на повзуні по міцності кривошипного валу



Енергетичний розрахунок

Витрата енергії за час робочого ходу, Дж $A_p := 0.0175 \cdot F$ $A_p = 3362.234$

Витрата енергії за час холостого ходу, Дж $A_x := 2450 \cdot P_n \cdot \sqrt{P_n}$ $A_x = 1434.872$

● Витрата енергії на включення муфти, Дж $A_m := 980$

Загальна витрата енергії, Дж $A_s := A_p + A_x + A_m$ $A_s = 5777.106$

Коефіцієнт запаса потужності електродвигуна **Довідка** $k := 1.3$

Коефіцієнт використання ходів $p := 0.5$

Час циклу, с $t := \frac{60}{n \cdot p}$ $t = 1.2$

Розрахункова потужність електродвигуна, КВт $N := \frac{k \cdot A_s}{1000 \cdot t}$ $N = 6.259$

Вибір електродвигуна

	Довідка
АМУ160М6	$N_d := 7.5$
потужність, КВт	$n := 1000$
кількість обертів, об/мин	

Коефіцієнт, що залежить від відношення між номінальним и критичним ковзанням електродвигуна **Довідка** $\varepsilon := 0.90$

Номінальне ковзання електродвигуна, що рекомендується **Довідка** $s := 0.1$

Пружне ковзання клинопасової передачі $s_y := 0.01$

Коефіцієнт нерівномірності обертання маховика $\delta := 2 \cdot \varepsilon \cdot k \cdot (s + s_y)$ $\delta = 0.257$

Кутова швидкість маховика, c^{-1} $\omega_m := 78.5$

Кут повороту головного валу при
максимальному навантаженні, рад

$$\alpha_n := \alpha_{г3} \cdot \frac{\pi}{180} \quad \alpha_n = 0.473$$

Коефіцієнт, що враховує форму
графіка навантаження

$$k_f := 1 - \frac{\alpha_n}{2 \cdot \pi} \quad k_f = 0.925$$

Момент інерції махових мас привода, кг*м²

$$I := k_f \cdot \frac{A_p}{\omega_m^2 \cdot \delta} \quad I = 1.96$$

Момент інерції маховика, кг*м²

$$I_m := I - I_{MS} \quad I_m = 1.86$$

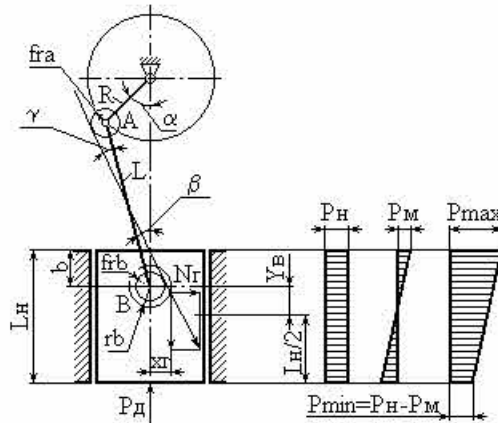
Час разгону маховика, с

$$t_p := \frac{1.2 \cdot I_m \cdot \omega_m^2}{1000 \cdot N_d} \quad t_p = 1.834$$

Розрахунок вузла

- | | |
|---|---|
| <input checked="" type="radio"/> Муфта | <input checked="" type="radio"/> Клинопасова передача |
| <input checked="" type="radio"/> Гальмо | <input checked="" type="radio"/> Компенсатор |
| <input checked="" type="radio"/> Напрямні | <input checked="" type="radio"/> Валкова подача |
| <input checked="" type="radio"/> Шатун | <input checked="" type="radio"/> Станина |
| <input checked="" type="radio"/> Запобіжник | |

Розрахунок напрямних повзуна та станини



Силкові фактори, які діють на напрямні повзуна

Радіус великої головки шатуна, мм (конструктивно)		r _a := 135
Радіус малої головки шатуна, мм (конструктивно)		r _b := 60
Довжина шатуна, мм (конструктивно)		L := 512
Кут β, град	$\beta := \frac{\text{asin}(\lambda \cdot \sin(\alpha \cdot r))}{r}$	β = 2.866
Коефіцієнт тертя в малої і великої головках шатуна		f := 0.06
Кут γ, град	$\gamma := \frac{\text{asin}\left[f \cdot \frac{(r_a + r_b)}{L}\right]}{r}$	γ = 1.309
Сила, що прикладена зі сторони повзуна до напрямних, кН	$N_G := P_H \cdot 10^3 \cdot \tan(\beta \cdot r + \gamma \cdot r)$	N _G = 73.004
Відстань X _G , мм	$X_G := r_b \cdot (\sin(\beta \cdot r + \gamma \cdot r) + f)$	X _G = 7.969
Відстань Y _B , мм	$Y_B := r_b \cdot (\cos(\beta \cdot r + \gamma \cdot r))$	Y _B = 59.841
Довжина напрямних, мм (конструктивно)		L _n := 620
Размір b, мм (конструктивно)		b := 225
Момент, який діє на напрямні, Н·м	$M := N_G \cdot \left(\frac{L_n}{2} - b - Y_B\right) + P_H \cdot X_G$	M = 1.845 × 10 ³

$$M := 2552$$

Ширина напрямних, мм (конструктивно)		$a := 110$
Питоме зусилля на напрямні від сили Nr , МПа	$P_n := \frac{Nr \cdot 10^3}{(Ln \cdot a)}$	$P_n = 1.07$
Питоме зусилля на напрямні від моменту M , МПа	$P_m := \frac{6 \cdot M \cdot 10^3}{(Ln^2 \cdot a)}$	$P_m = 0.362$
Ширина між напрямними, мм (конструктивно)		$B := 400$
Відношення Ln/B	$n := \frac{Ln}{B}$	$n = 1.55$
Допускаєме значення P_m/n , МПа (для бронзових напрямних [$P_m/n=1.5$])	$\frac{P_m}{n} = 0.234$	≤ 1.5
Підсумкове питоме зусилля, МПа	$P_{max} := P_n + P_m$	$P_{max} = 1.433$

Розрахунок шатуна

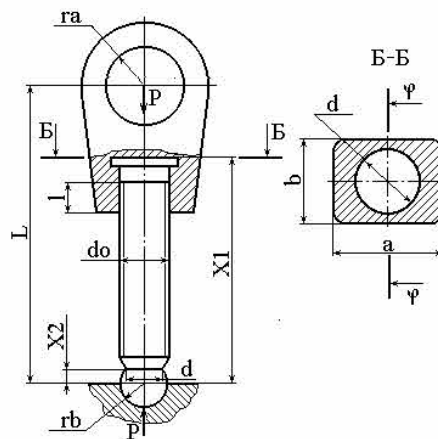


Схема з'єднання шатуна з повзуном та навантаження шатуна.

Розмір a , мм (конструктивно)		$a := 205$
Розмір b , мм (конструктивно)		$b := 135$
Розмір d , мм (конструктивно)		$d := 80$
Площа перерізу Б-Б, мм^2	$F_{\text{ББ}} := a \cdot b - \pi \cdot \frac{d^2}{4}$	$F_{\text{ББ}} = 2.265 \times 10^4$
Стискуєме напруження, МПа	$\sigma := \frac{P_n \cdot 10^6}{F_{\text{ББ}}}$	$\sigma = 30.907$
Розмір $X1$, мм (конструктивно)		$X1 := 230$
		$L := 380$

Момент вигину, Н·м $M_{и} := f \cdot P_{н} \cdot 10^3 \cdot \left(r_b - X1 \cdot \frac{r_a + r_b}{L} \right)$ $M_{и} = -2.437 \times 10^3$

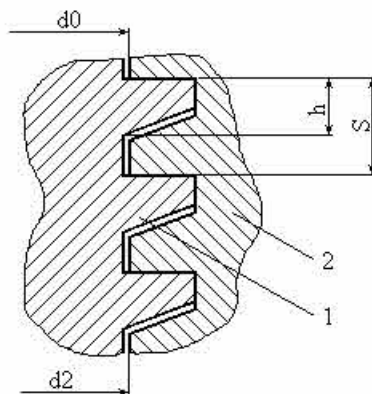
Момент опору
вигину перерізу Б-Б, мм² $W_{бб} := \frac{b \cdot a^2}{6} - 0.1d^3$ $W_{бб} = 8.944 \times 10^5$

Напруження вигину, МПа $\sigma_{и} := \frac{|M_{и}| \cdot 10^3}{W_{бб}}$ $\sigma_{и} = 2.725$

Результуюче напруження
в перерізі Б-Б, МПа $\sigma_{рез} := \sigma + \sigma_{и}$ $\sigma_{рез} = 33.632$

Допустиме напруження, МПа (для чавуна) $\sigma_{д} := 70$

Перевірка різьби шатуна на зм'яття і вигин



Різьба шатуна:
1 - гвинт, 2 - гайка

Размір d0, мм (конструктивно) $d0 := 80$

Размір d2, мм (конструктивно) $d2 := 74$

Число витків (конструктивно) $n := 28$

Крок різьби, мм (конструктивно) $S := 5.5$

Коефіцієнт, що враховує
нерівномірність розподілу навантаження $k_n := \frac{5 \cdot S}{d0}$ $k_n = 0.344$

Напруження зм'яття різьби, МПа $\sigma_{см} := \frac{4 \cdot P_H \cdot 10^6}{n \cdot \pi \cdot (d_0^2 - d_2^2) \cdot k_n}$ $\sigma_{см} = 100.216$

Допустиме напруження зм'яття різьби, МПа (для сталевого литва) $\sigma_{дзм} := 246$

Коефіцієнт товщини витка $\beta_1 := \frac{n}{S}$ $\beta_1 = 5.091$

Напруження вигину витків, МПа $\sigma_{ив} := \frac{3 \cdot P_H \cdot 10^6 \cdot (d_0 - d_2)}{2 \cdot \pi \cdot S^2 \cdot \beta_1^2 \cdot d_0 \cdot n}$ $\sigma_{ив} = 1.142$

Допустиме напруження вигину різьби, МПа (для сталевого литва) $\sigma_{дв} := 246$

Перевірка опорних поверхонь головок шатуна на допустимий питомий тиск

Для нижньої головки с кульовою опорою, МПа $q_H := \frac{P_H \cdot 10^6}{2 \cdot \pi \cdot r_b^2}$ $q_H = 30.947$

Допустимий питомий тиск, МПа (для бронзи) $q_{дн} := 49.5$

Размір $L_{ш}$, мм (конструктивно) $L_{ш} := 512$

Для верхньої головки шатуна, МПа $q_B := \frac{P_H \cdot 10^6}{2 \cdot r_a \cdot L_{ш}}$ $q_B = 5.064$

Допустимий питомий тиск, МПа (для чавуна) $q_{дв} := 30.0$

ДОДАТОК Е
**Специфікація до складального кресленика
 вузла «повзун-шатун»**

Е.1 Перший аркуш специфікації на складальний кресленик

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Примітка
				<i>Документація</i>		
A1			КРБ.ПМ.24.65.301.01.00.00 СК	Складальні одиниці		
A1	1		КРБ.ПМ.24.65.301.01.00.01	Фіксатор	1	
A1	2		КРБ.ПМ.24.65.301.01.00.02	Механізм регулювання	1	
				<i>Деталі</i>		
	6		КРБ.ПМ.24.65.301.01.00.06	Кришка	1	
	7		КРБ.ПМ.24.65.301.01.00.07	Шатун	1	
	8		КРБ.ПМ.24.65.301.01.00.08	Гвинт	1	
	9		КРБ.ПМ.24.65.301.01.00.09	Повзун	1	
	10		КРБ.ПМ.24.65.301.01.00.10	Манжета	1	
	11		КРБ.ПМ.24.65.301.01.00.11	Гайка	1	
	12		КРБ.ПМ.24.65.301.01.00.12	Стакан	1	
	13		КРБ.ПМ.24.65.301.01.00.13	Підп'ятник	1	
	14		КРБ.ПМ.24.65.301.01.00.14	Заподіжник	1	
	15		КРБ.ПМ.24.65.301.01.00.15	Коромисло	1	
	16		КРБ.ПМ.24.65.301.01.00.16	Сухар	1	
	17		КРБ.ПМ.24.65.301.01.00.17	Напрямна	1	
	18		КРБ.ПМ.24.65.301.01.00.18	Пластина	1	
			КРБ.ПМ.24.65.301.01.00.00			
Зм.	Арк.	№ док.	Підп.	Дата		
Розроб.	Дученко			14.05.2024	Літ.	Аркцш
Перев.	Мірзак			15.05.2024		1
Н. контр.					ЦНТУ	
Затв.	Гречка			30.05.2024	гр. ПМ(ОТ)-21-ЗСК	
				Копіював	Формат А4	

