

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет механіко-технологічний
Кафедра обробка металів тиском та спецтехнологій

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

ДО ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ З ДИСЦИПЛІНИ
«КОВАЛЬСЬКО-ШТАМПУВАЛЬНЕ ОБЛАДНАННЯ»
для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка»

Частина I

Затверджено на засіданні кафедри
«Обробка металів тиском
та спецтехнологій»
(протокол № 6 від 21.03.2018 р.)

Кропивницький 2019

Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Ковальсько-штампувальне обладнання»: для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка». Ч1 / [уклад. : О. Ф. Сіса] ; М-во освіти і науки України, Центральноукраїн. нац. техн. ун-т, каф. обробки металів тиском та спецтехнологій. – Кропивницький : ЦНТУ, 2019. – 64 с.

Затверджено на засіданні кафедри
«Обробка металів тиском
та спецтехнологій»
(протокол № 6 від 21.03.2018 р.)

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

**ДО ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ З ДИСЦИПЛІНИ
«КОВАЛЬСЬКО-ШТАМПУВАЛЬНЕ ОБЛАДНАННЯ»**

для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка»

Частина I

Укладач: О. Ф. Сіса, канд. техн. наук, доцент кафедри ОМТ та СТ

Рецензент: В. М. Боков, канд. техн. наук, доцент, професор кафедри ОМТ та СТ

За редакцією укладача

Підписано до друку 29.09.2018. Формат 60×84 1/16. Папір офсетний.
Друк різнографічний. Гарнітура "Times New Roman". Зам. № 16339/18. Тираж 40 прим.
Видавництво "Поліум", 25006, м. Кропивницький, а/с-1/42, polium@list.ru
Свідectво про внесення до Державного реєстру видавничої справи
ДК № 593 від 13.09.2001 р.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
Лабораторна робота № 1. Складання паспорта кривошипного преса	6
Лабораторна робота № 2. Вивчення конструкції та дослідження кінематики кривошипного механізму преса	13
Лабораторна робота № 3. Визначення жорсткості одностоякового кривошипного преса	17
Лабораторна робота № 4. Кривошипний прес подвійної дії.....	21
Лабораторна робота № 5. Кривошипний гарячощтампувальний прес.....	29
Лабораторна робота № 6. Вивчення конструкції і складання циклової діаграми роботи механізмів горизонтально-кувальної машини (ГКМ).34	
Лабораторна робота № 7. Кривошипні ножиці.....	38
Лабораторна робота № 8. Вивчення улаштування і складання циклової роботи механізмів двох ударного холодно-висаджувального автомата (ХВА) з суцільною матрицею.....	45
Лабораторна робота № 9. Вивчення конструкції і складання циклової діаграми роботи механізмів листоштампувального автомата з нижнім приводом.....	49
Лабораторна робота № 10. Дослідження статички кривошипного механізму з круговим шатуном.....	52
ЛІТЕРАТУРА.....	58
ДОДАТКИ.....	59

ВСТУП

Основна мета лабораторних робіт:

- а) практичне ознайомлення з різними видами ковальсько-штампувального обладнання;
- б) набуття навичок налагодження та випробування машин;
- в) ознайомлення з методикою та апаратурою експериментального дослідження різних параметрів ковальсько-пресових машин.

Лабораторні роботи складені на базі обладнання, яке є в лабораторіях, та багаторічного досвіду проведення таких робіт на кафедрі " Обробка металів тиском". Діючі моделі, встановлені у лабораторії ковальсько-штампувального обладнання, спроектовані та виготовлені студентами.

Порядок виконання лабораторних робіт

Перед початком лабораторних робіт студенти ознайомлюються з правилами техніки безпеки, змістом лабораторної роботи та рекомендованою літературою. Заняття у лабораторії проводяться під керівництвом викладача та навчального майстра. Для виконання лабораторних робіт групу поділяють на підгрупи (по 4-6 чол.), обов'язки у підгрупах розподіляють порівну. Лабораторні роботи виконуються самостійно, необхідні записи ведуться в робочих зошитах. По закінченні роботи обладнання, апаратура та інструмент здаються навчальному майстру.

До наступної лабораторної роботи допускаються студенти, які зробили звіт про попередню роботу.

Вимоги до звіту

1. Звіт про роботу виконується на аркушах формату А4, а графіки та схеми, при необхідності, - на міліметрівці.

2. Звіт складають у загальному зошиті. Запис у звіті треба вести охайно, друкувати на комп'ютері або пастою; малюнки, схеми та графіки викреслювати олівцем відповідно до ЄСКД без виправлень.

3. Кожна робота повинна мати титульний аркуш, на якому вказати університет, кафедра, номер та назва роботи, група та прізвище студента, дата виконання.

Колективне складання та здача звітів не допускаються.

Звіти про роботи виконуються за такою схемою:

- а) назва роботи;
- б) мета роботи;
- в) обладнання, прилади, апаратура та матеріали;
- г) послідовність та опис проведених робіт (зі схемами та ескізами);
- д) результати роботи (з таблицями та графіками);
- е) висновок.

Техніка безпеки при роботі студентів у лабораторії

Для того щоб уникнути нещасного випадку, треба добре знати та неухильно виконувати правила внутрішнього розпорядку, техніки безпеки та протипожежної безпеки. До лабораторних робіт допускаються студенти, які ознайомились із загальними вимогами техніки безпеки і пройшли відповідний інструктаж на робочому місці. Проведення інструктажу та перевірка знань правил техніки безпеки повинні бути зареєстровані відповідними записами в лабораторному журналі. Кожний студент повинен поставити у журналі особистий підпис.

Обробка металів тиском відноситься до числа прогресивних і високопродуктивних процесів отримання деталей із заданою структурою і якістю. Для цього необхідно потужне і сучасне устаткування. Тому курс "Ковальсько-штампувальне обладнання" – один із основних при підготовці бакалаврів спеціальності 131 «Прикладна механіка». Курс

передбачає вивчення класифікації, конструкції і принципів розрахунку машин, їх основних вузлів і деталей. Лабораторні роботи з курсу служать зв'язуючою ланкою між теоретичною підготовкою майбутнього інженера і практикою.

Основна мета даних лабораторних робіт полягає в практичному вивченні принципу дії і конструкції ковчесько-штампувальних машин, в опануванні методики їх лабораторних випробувань і обробки експериментальних даних.

Виконанню кожної лабораторної роботи повинна передувати самостійна підготовка, під час якої студенти знайомляться з основними теоретичними положеннями по даній темі, вивчаючи літературу, рекомендовану в даних методичних вказівках. Заняття проводяться підгрупами 5-6 студентів. Усі студенти зобов'язані ознайомитись з правилами техніки безпеки і суворо дотримуватись їх. По закінченню лабораторної роботи студенти обмірковують отримані результати і пояснюють їх. По результатах необхідно скласти звіт з відповідними вказівками для кожної роботи. Загальні вимоги до звітів з лабораторних робіт:

- 1) звіт пишеться від руки пастою, або друкується на комп'ютері папері формату А4;
- 2) всі графіки і діаграми повинні бути виконані олівцем на папері формату А4 з міліметровою сіткою, а креслення і схеми – на папері формату А3 або А4 з рамкою і основним надписом за (ДСТУ 3008 – 95, ДСТУ 2391-94). На графіках обов'язково позначаються масштаби по вісях координат;
- 3) всі листи звіту повинні бути під номером і акуратно зброшуровані;
- 4) повністю оформлений звіт необхідно показати викладачу до початку виконання наступної роботи.

Залік з лабораторних робіт проводиться у формі індивідуального обговорювання студентом а викладачем отриманих результатів і методики проведених робіт за наявністю оформленого звіту по всіх роботах.

СКЛАДАННЯ ПАСПОРТА КРИВОШИПНОГО ПРЕСА

Мета роботи: ознайомитися з методикою визначення основних параметрів кривошипного преса; скласти паспорт одностоякового ексцентрикового преса зусиллям 50 кН.

Теоретичні відомості

Для правильного і найбільш повного використання ковальсько-штампувального устаткування необхідно мати чітке уявлення про його технічні можливості. В паспорті кривошипного преса наведені: технічна характеристика, загальний вигляд і планувальні габарити, кінематична схема, ескізи кріпильних місць стола і повзуна, колінчастого вала, гвинта шатуна, графік допустимих зусиль на повзуні, рекомендації з найбільш раціонального використання обладнання та ін.

Паспорт – основа для вибору преса, розробки технічного процесу та визначення продуктивності в разі виконання даної операції. Він призначений для цехового технолога, конструктора, проектуючого штампове обладнання; зведення конструкції преса (принципова кінематична схема, специфікація зубчатих коліс, дані про привод, тип запобіжних улаштувань і т. ін.) використовують при обслуговуванні та ремонті.

Обладнання, інструменти, матеріали

Одностояковий ексцентриковий прес номінальним зусиллям 50 кН; вимірювальний інструмент: слюсарна лінійка, рулетка, штангенциркуль, кронциркуль, кутник; слюсарний інструмент: набір гайкових ключів, молоток, викрутка і т. ін.

Порядок виконання роботи

1. Виставивши поворотом ексцентрикової шайби найбільшій ексцентриситет вала, виміряти максимальний хід повзуна S_{max} і знайти найбільшій ексцентриситет вала, мм:

$$R_{max} = \frac{S_{max}}{2},$$

2. Виставивши поворотом ексцентрикової шайби найменший ексцентриситет вала, виміряти мінімальний хід повзуна S_{min} і визначити регулювання ходу, мм:

$$\Delta S = S_{max} - S_{min},$$

3. Одержавши вверненням гвинта найменшу довжину шатуна, виміряти найбільшу відстань H між столом та повзуном преса в його нижньому положенні за максимального та мінімальної величині ходу.

4. Вивертаючи гвинт із шатуна до границі, визначити регулювання довжини шатуна ΔL , мм.

5. Виміряти діаметр d і довжину l_u кривошипа, використовуючи формулу [6] визначити номінальне зусилля преса P_n за номінального кута повороту кривошипного вала $\alpha=15...20^\circ$ і побудувати графік допустимих зусиль на повзуні преса за міцністю кривошипного вала при куті повороту останнього $0 - 90^\circ$, підставляючи значення кута α через 10° у формулу, Н:

$$P_\alpha = \frac{0,1 \cdot d^3 \cdot [\sigma_3]}{\sqrt{(0,5 \cdot l_u)^2 + (R_{max} \cdot \sin \alpha)^2}},$$

де d , l_u – відповідно діаметр та довжина кривошипа, мм; R_{max} – найбільшій ексцентриситет вала, мм.

Для кривошипних валів універсальних кривошипних пресів використовується сталь 45 нормалізована, яка має границю витривалості згинання $[\sigma_3]=280$ МПа [10]. Програма для обчислення допустимих зусиль за міцністю кривошипного вала за допомогою програмованого мікрокалькулятора БЗ-34 наведене у дод.1

6. Скласти кінематичну схему преса.

7. Визначити всі розміри і зробити розрахунки, необхідні для заповнення відповідних розділів паспорта.

Зміст звіту

1. Розкрити призначення і коротко описати паспорт ковальсько-штампувальної машини.
2. Заповнити всі розділи паспорта одностоякового преса.

Вказівки щодо заповнення паспорта

Аркуш 1

1. Інвентарний номер списують з таблички на станині преса.
2. Вказують тип кривошипного преса: одно-, дво-, або чотирикривошипний; одно-, двостояковий; відкритий, закритий; простої, подвійної або потрійної дії та ін.
3. Завод-виробник: для вітчизняних пресів вказують завод і місто, для іноземних – фірму і країну.
- ...
9. Призначення преса визначають за видами робіт, для яких призначений прес.
10. Завод: назве заводу, де встановлено прес.
11. Цех: назва цеху, в якому встановлено прес.
- ...
16. Загальний вид преса в фундаменті: дають загальний вигляд не менше ніж у двох проекціях з проставленням основних розмірів.
- ...
- 20- Число ходів повзуна за хвилину визначають безпосереднім обчисленням або за формулою, ход/хв:

$$n_{\text{повз.ход}} = \frac{0,98 \cdot n_e}{i_{\text{рем}}},$$

де 0,98 – коефіцієнт, що враховує пружне проковзування ремня; n_e – номінальне число обертів електродвигуна за хвилину; $i_{\text{рем}}$ – передаточне число пасової передачі.

21. Найбільшу площу зрізу при $\sigma_B=500$ МПа вказують в одному з рядків, мм²:

$$F_{\text{зр}} = \frac{P_H}{\sigma_B},$$

де P_H – номінальне зусилля преса, Н.

...

Міністерство		ПАСПОРТ КРИВОШИПНОГО ПРЕСА		Аркуш 1		
				1. Інвентарний №		
2. Тип		6. Рік випуску		10. Завод		
3. Завод-виробник		7. Час введення в експлуатацію		11.Цех		
4. Модель		8.Заводський номер		12. Місце установлення		
5. Автор-проекту		9. Призначення преса		13. Шифр		
14. Маса		Габаритні розміри: довжина мм; ширина мм; висота мм.				
16. Загальний вигляд преса з фундаментом		Основні дані преса				
		18. Номінальні зусилля преса, кн.				
		19. Хід повзуна, мм		а) найбільший		
				б) найменший		
				в) проміжний		
		20. Число ходів повзуна за хвилину				
		21. Найбільша площа зрізу, мм ²		при $\sigma =$ МПа		
				при $\sigma =$ МПа		
				при $\sigma =$ МПа		
		Регулювання між штампового простору	22. Регулювання довжини шатуна, мм			
			23. Відстань від стола до повзуна в його нижньому положенні при найменшій довжині шатуна, мм		При ході повзуна	
					найбільшому	найменшому
			а) при нижньому положенні стола, мм			
			б) при верхньому положенні стола, мм			
		24. Виштовхувач		а) тип		в столі
				б) хід, мм		в повзуні
25. Найбільша відстань від стола до напрямних, мм						
26. Відстань від осі повзуна до станини (для відкритих пресів), мм						
		Висота над рівнем підлоги, мм		найбільша		
				найменша		
		Розміри повзуна, мм		а) зліва-направо		
				б) спереду-назад		
		29.Відстань між стояками станини				
Позиція	Найменування і призначення	30. Відстань між напрямними в світлі, мм				
17. Специфікація рукояток і кнопок керування		31. Найбільший кут нахилу станини в градусах (для намілюваних пресів)				

25. Найбільша відстань від стола до напрямних: указують відстань від нижнього кінця напрямних до поверхні стола в його крайньому верхньому положенні.

26. Відстань від осі пуансона до станини проставляють тільки для пресів відкритого типу.

...

29. Відстань між стояками станини у світлі вказують тільки для двостоякових пресів.

...

31. найбільший кут нахилу станини вказують для пресів з нахилом.

Аркуш 2

1. Планувальні габарити викреслюють на основі фактичних вимірювань крайніх точок преса в масштабі 1:25; 1:50 або 1:100.

...

4. На кінематичній схемі вказують частоту обертання вала електродвигуна, передаточні числа всіх передач і число ходів повзуна преса.

5. Специфікацію зубчастих коліс складають тільки за наявності зубчастих передач у пресі.

6. У специфікації основних вузлів кінематичної схеми дають найменування основних вузлів і деталей преса із вказівкою номера на схемі.

Аркуш 3

1. Ескіз місця кріплення верхнього штампа до повзуна з основними розмірами; за наявності виштовхувача вказують його розміщення і розміри.

2. Ескіз підштампової плити з основними розмірами показують на плані; визначають також розміщення і форму пазів для кріплення штампового оснащення.

...

8. Цикл ходу: вказують режими, в яких може робити прес.

...

10. Указують тип і місце розміщення запобіжника від перевантаження.

...

15. Найбільш слабка ланка: в першому рядку вказують деталь, для якої з графіка допустимих зусиль на повзуні допустиме зусилля при $\alpha=\alpha_H$ має найменше значення; для маховика і електродвигуна обчислюють допустиму роботу деформації за один робочий хід, а для двигуна – також і допустиму потужність [1; 4; 5].

Аркуш 4

1. Електродвигун: указують тип, потужність і асинхронне число обертів за хвилину.

...

3. Маховик: вказують основні розміри маховика, його масу і момент інерції, обчислені за кресленням маховика.

...

5. Рекомендації з раціонального використання преса; вид робіт, на яких можна найбільш раціонально використовувати прес.

1. Планувальний габарит преса				3. Графік допустимих зусиль на повзуні		Аркуш 2
2. Ескіз колінчатого вала з основними розмірами						
4. Кінематична схема преса						
5. Специфікація зубчатих коліс				1		
				2		
а) номер за схемою				3		
				4		
б) число зуб'їв				5		
				6		
в) модуль				7		
				...		
г) ширина обода				Позиція	Найменування	
д) матеріал						
е) термічна обробка				6. Специфікація основних вузлів кінематичної схеми		
є) твердість						
ж) клас точності						

1. Ескіз місця кріплення верхнього штампа до повзуна з основними розмірами		2. Ескіз під штампової плити з основними розмірами		Аркуш 3
3. Ескіз стола з основними розмірами		4. Ескіз гвинта шатуна з основними розмірами		
5. Тип механізму увімкнення пресу		12. Механізм автоматичної подачі		
6. Тип муфти		13. Подача за один хід преса	а) прямолінійна, мм	
7. Тип гальма			б) кругова, град	
8. Цикл ходу		14. Дані по пневмо- і гідропневмо подушці	а) число циліндрів	
			б) хід поршня, мм	
			в) діаметр поршня	
9. Система змащування			г) сумарне зусилля подушки при розрахунковому тиску сітки, кН	
10. Тип запобіжника	в повзуні на колінвалі			
11. Пристосування з техніки безпеки			Обмежувальні параметри	
15. Найбільш слабка ланка	Найменування деталі або вузла	Допустимі зусилля на повзуні, кН	Допустима робота деформації за 1 хід, Дж	Допустима потужність, кВт

Контрольні запитання

Привід										Аркуш 4	
1.Електрод вугун	Тип		Ремені								
			Розмір площі перерізу, мм	a	h		Місце знаходження	Матеріал	Кількість		
	Потужність, кВт										
	Частота обертання за хвилину										
3. Маховик											
Діаметр зовнішній, мм		Діаметр внутрішній, мм		Ширина, мм		Маса, кг		Момент інерції маховика, кг.м ²			
4. Приладдя і спец пристосування до преса											
Найменування									Кількість		
5. Рекомендації щодо раціонального використання преса											
Дата і підпис	Склав	Розрахував	Перевірів	Затвердив	Відділ						

1. Які дані вміщує паспорт ковальсько-штампувальної машини і для яких цілей він призначений?
2. В якій послідовності складають паспорт кривошипного преса?
3. Навіщо в паспорті преса вказують його загальний вигляд, планувальні, габаритні розміри та кінематичну схему?

Лабораторна робота №2

ВИВЧЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ КІНЕМАТИКИ КРИВОШИПНОГО МЕХАНІЗМУ ПРЕСА

Мета роботи: вивчити конструкцію кривошипного преса, пристрій для регулювання ходу повзуна; закріпити навички кінематичного розрахунку кривошипно-повзунного механізму.

Теоретичні відомості

Головний виконавчий механізм преса, що вивчається – кривошипно-повзунний з пристрієм для регулювання довжини ходу повзуна (Рис.1,а): ексцентрикова втулка 1, встановлена на пальці кривошипного вала 7, розміщеного перпендикулярно до фронту преса. На зовнішній поверхні ексцентрикової втулки встановлені бронзова втулка 6 і головка шатуна 5. Ексцентрикову втулку 1 можна повертати і закріплювати в будь-якому положенні гайкою 4 за допомогою кулачкової втулки 3, зв'язаної ковзною шпонкою 2 з кривошипом [2].

Якщо напрямлення ексцентриситетів кривошипа R ексцентрикової втулки R_2 (при розміщенні центрів кривошипного вала O , кривошипа O_1 і ексцентрикової втулки O_2 на одній лінії (збігаються, величина ходу повзуна максимальна (Рис. 1,б):

$$S_{\max} = 2 \cdot (R_1 + R_2),$$

а якщо протилежні, величина ходу мінімальна (мал. 1,в):

$$S_{\min} = 2 \cdot (R_1 - R_2),$$

Значення R_1 і R_2 можна визначити за відомою максимальною і мінімальною довжиною ходу повзуна:

$$R_1 = \frac{S_{\max} + S_{\min}}{4},$$

$$R_2 = \frac{S_{\max} - S_{\min}}{4},$$

У процесі налагодження ексцентрикова втулка 1 може провертатися навколо кривошипного вала 7 і фіксуватися в проміжних положеннях за допомогою кулачкової втулки 3. Кут повороту ексцентрикової втулки визначають за формулою:

$$\gamma = \frac{360^\circ \cdot Z}{n},$$

де Z – кількість кулачків, на яких зроблено поворот втулки (– змінюється від 0 до n , при чому за нульове положення втулки 1 береться положення, що відповідає найменшому ходу повзуна преса); n – кількість кулачків на торці ексцентрикової втулки.

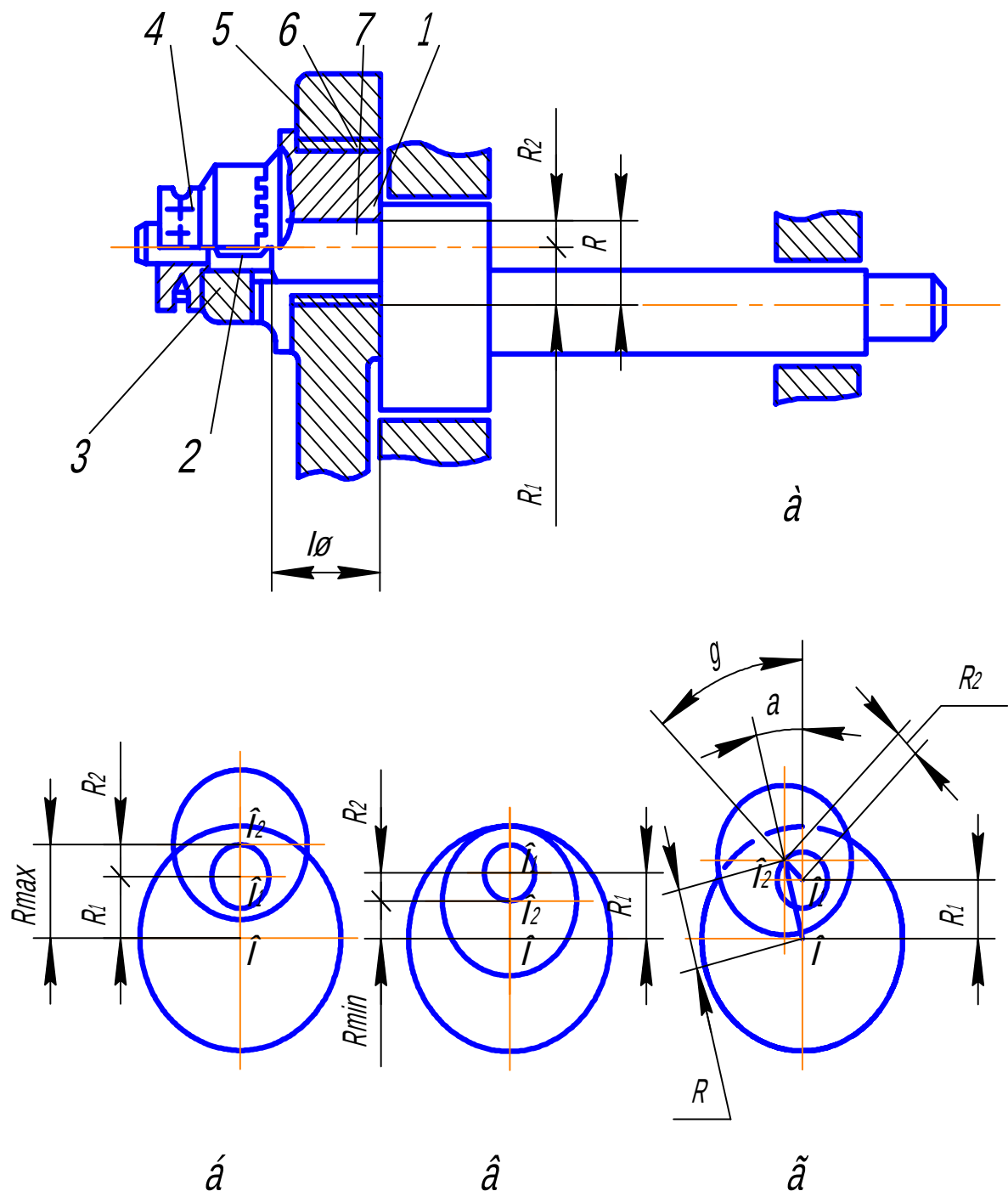


Рис. 1. Схема регулювання довжини ходу повзуна одностоякового преса

Шуканий радіус кривошипа R після повороту ексцентрикової втулки на кут γ (Рис.1,г)

$$R = \sqrt{(R_1 + R_2 \cos \gamma)^2 + (R_2 \sin \gamma)^2},$$

Отже, хід повзуна залежить від зміни радіуса кривошипа R і кута повороту α точки O_2 навколо центра O осі повороту кривошипного вала в опорних підшипниках [1]:

$$S = R \cdot \left[1 - \cos \alpha + \frac{\lambda}{4} \cdot (1 - \cos 2\alpha) \right],$$

де $\lambda = \frac{R}{L}$ – коефіцієнт шатуна, який змінюється із зміною радіуса R ; L – мінімальна довжина шатуна.

Швидкість переміщення повзуна – перша добуток від точного виразу шляху за часом:

$$V = \omega \cdot R \cdot \left(\sin \alpha + \frac{\lambda}{2} \cdot \sin 2\alpha \right),$$

а прискорення, друга прибуткова:

$$j = -\omega^2 \cdot R \cdot (\cos \alpha + \lambda \cdot \cos 2\alpha),$$

Обладнання, інструмент матеріали

Одностояковий прес ексцентриковий номінальним зусиллям 50 кН з регульованою довжиною ходу повзуна; вимірювальний інструмент: слюсарна лінійка, штангенциркуль; слюсарний інструмент: набір гайкових ключів, молоток, викрутка і т.ін.

Порядок виконання роботи

1. Установити ексцентрикову шайбу в положення, відповідні максимальному і мініимальному ходу повзуна. Для визначення S_{max} і S_{min} необхідно нанести риску на напрямній відповідно до крайнього верхнього й нижнього положень повзуна та виміряти ці відстані.

2. За формулами визначити ексцентриситети пальця кривошипа R_1 і ексцентрикової втулки R_2 .

3. Збільшити хід повзуна, переставляючи ексцентрикову втулку на визначений кут γ . Порівняти значення ходу, виміряне за рисками на напрямних повзуна і обчислене аналогічно.

Одержані дані звести до табл.1.

Таблиця1

Номер положення ексцентриситету втулки	Кут γ повороту втулки, град	Хід повзуна, мм		Радіус кривошипа R , мм
		Обчислений за формулою	Виміряний за рисками	

4. Відвернути гайку кріплення, зняти ексцентрикову і кулачкову втулки. Виміряти R_1 і R_2 пальця кривошипа і ексцентрикової втулки.

5. Зняти з преса шатун і виконати його ескіз.

6. Визначити поточні значення коефіцієнта λ , відповідні кожному куту γ повороту втулки.

7. Побудувати графіки зміни максимального S_{max} і мініимального S_{min} ходу повзуна залежно від кута повороту кривошипного вала α (обчислюючи, слід брати значення кута α через 30° від 0 до 360°)

8. Побудувати графіки зміни швидкості та прискорення повзуна для максимального і мініимального ходів.

9. Результати обчислень звести до табл. 2.

Таблиця 2

α , град	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360
S_{max} , мм													
S_{min} , мм													
V_{max} , мм/с ²													
V_{min} , мм/с ²													
j_{max} , мм/с ²													
j_{min} , мм/с ²													

Програму обчислення ходу, швидкості та прискорення повзуна допомогою мікрокалькулятора ВЗ-34 наведено у дод. 2.

Зміст звіту

- I. Навести короткі теоретичні відомості.
2. Зробити ескіз механізму регулювання довжини ходу повзуна в крайніх положеннях, відповідних максимальному і мінімальному ходу, та в одному з проміжних положень із вказівкою розмірів R_1 , R_2 , S_{max} , S_{min} .
3. Виміряти за рисками хід повзуна на напрямних і обчислити його за формулою при різних кутах повороту γ ексцентрикової втулки.
4. Виконати ескіз шатуна з основними розмірами.
5. Показати залежність максимального S_{max} і мінімального S_{min} ходу, швидкість V і прискорення j повзуна від кута повороту кривошипного вала α у вигляді таблиці та графіків, виконаних на міліметрівці.
6. Зробити висновки з роботи, в яких проаналізувати залежність переміщення, швидкості й прискорення повзуна від його ходу і кута повороту ексцентрикової втулки.

Контрольні запитання

1. Улаштування механізму для регулювання довжини ходу повзуна?
2. Яким чином змінюється хід повзуна?
3. Скільки проміжних значень ходу повзуна має механізм для регулювання довжини ходу повзуна?
4. Як визначається ексцентриситет пальця кривошипа і ексцентрикової втулки без розбирання кривошипно-повзунного механізму?
5. Яким чином змінюється положення шатуна в крайніх верхньому нижньому положеннях в разі регулювання довжини ходу повзуна?
6. Як впливає збільшення ходу на швидкість та прискорення повзуну?

ВИЗНАЧЕННЯ ЖОРСТКОСТІ ОДНОСТОЯКОВОГО КРИВОШИПНОГО ПРЕСА

Мета роботи: ознайомитися з методикою експериментального дослідження жорсткості преса; визначити коефіцієнт жорсткості одностоякового відкритого кривошипного преса.

Теоретичні відомості

Вибираючи прес для визначення технологічної операції, поряд з основними технологічними параметрами, тобто номінальним зусиллям преса, ходом повзуна, числом подвійних ходів повзуна за хвилину, закритої висоти преса і розмірами стола в плані, важливе значення має жорсткість преса.

Жорсткість преса – це здатність системи його вузлів і деталей дати опір виникненню пружних деформацій під дією деформуючого зусилля. В загальну пружну деформацію преса входять пружна деформація станини, кришипно-повзунного механізму та штампа. Загальна пружна деформація залежить від раціональної конструкції і розміру вузлів та деталей [4].

Кількісна характеристика жорсткості – коефіцієнт жорсткості – порівнює зусиллю, прикладеному до повзуна преса, що збільшує закриту висоту преса на одиницю довжини, МН/мм :

$$C = \frac{\Delta P}{\Delta l},$$

де ΔP – приріст зусилля, МН; Δl – збільшення закритої висоти преса за рахунок його пружної деформації, відповідно приросту зусилля ΔP , мм.

Величина, обернена коефіцієнту жорсткості, називається коефіцієнтом податливості преса, мм/МН:

$$K = \frac{1}{C} = \frac{\Delta l}{\Delta P},$$

Жорсткість преса характеризується кривою жорсткості, яка визначає залежність сумарної пружної деформації, яку вимірюють за збільшенням закритої висоти, від зусилля, прикладеного до повзуна в діапазоні зміни зусилля від нуля до номінального значення (рис. 2). На кривій можна виділити три ділянки. Перша ділянка, відповідна деформації l_1 , характеризується швидким збільшенням зміщення за надто малого збільшення зусилля. По суті на першій ділянці немає деформації, а відбувається вибір зазорів в шарнірних з'єднаннях, сумарна величина яких дорівнює l_1 : при цьому зовнішня сила, прикладена до повзуна, долає тільки силу ваги деталей, не компенсовану врівноважувачами. Друга ділянка відрізняється інтенсивнішим збільшенням зусилля. Кривина характеристики визначається в основному початковою деформацією стиків, коли не вся їх поверхня повністю сприймає навантаження, а також належністю нещільності в з'єднаннях наприклад, при відтисканні вкладишів у підшипниках колінчастого вала, якщо вони недостатньо старанно підігнані. Якщо величина l_1 не прямо слугує показником зношення несучих поверхонь шарнірів і підшипників, деформація на другій нелінійній ділянці l_2 може правити за критерій якості збирання і припасування поверхонь у з'єднаннях. Остання ділянка характеристики - прямолінійна і найбільш протяжна. На цій ділянці відбувається чисто пружна деформація вузлів і деталей преса [6].

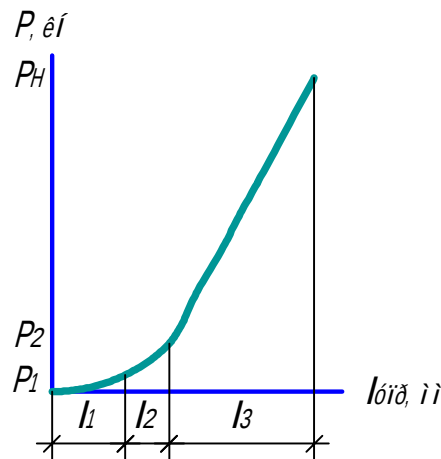


Рис. 2. Типова форма жорсткості преса [6]

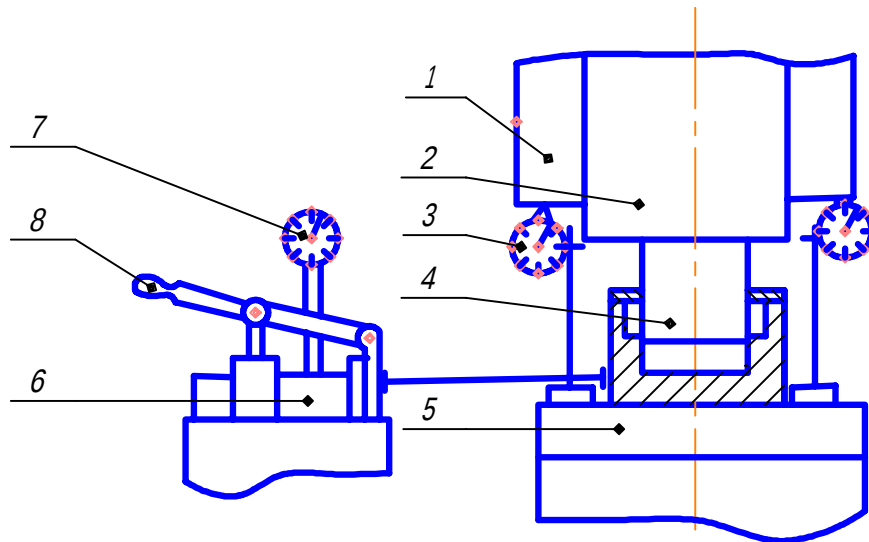


Рис.3. Схема вимірювання деформації преса при його навантаженні за допомогою гідравлічного навантажувача

Жорсткість преса можна обчислити теоретично й експериментально (рис. 3). Проектуючи прес, жорсткість обчислюється, однак складна конфігурація станини, наявність вікон, припливів, ребер приведе до застосування спрощених розрахунків схем і до грубих помилок. Точну й повну картина деформації преса даного типу можна визначити тільки експериментально за допомогою осцилографа.

Принцип роботи графічного осцилографа полягав в наступному – інформація о стані деформації знімається з тезодавачів які наклеєні на станині обладнання, передається і підсилюється тензометричною станцією "ТОПАЗ 3-02", нормалізується до рівня сприйняття аналоговим цифровим перетворювачем "m-DAQ14". Аналоговий цифровий перетворювач "m-DAQ14" передає інформацію по інтерфейсу RS-485 на персональний комп'ютер, де за допомоги програмного забезпечення "PowerGraph 3.3.9" сигнали графічно візолізуються на екрані монітору, масштабуються і оброблюються.

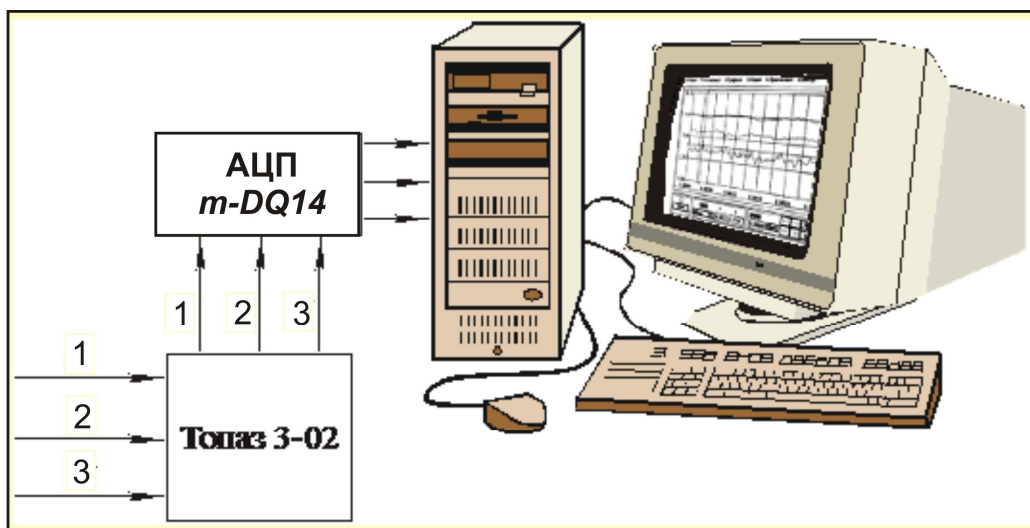


Рис. 4. Принципова схема осцилографа

Для запису напружень у небезпечних перерізах станини преса використовують дротяні тензорезистори, приклеєні до її відповідних місць та підключені до багатоканального посилювача. Якщо навантажувати прес, дротяні тензорезистори деформуються разом із станиною, на яку вони наклеєні. Деформація тензорезисторів призводить до зміни їхнього опору та розбалансування мосту. У вимірювальній діагоналі мосту з'являється струм, пропорційний навантаженню, що діє на тензорезистор. Струм розбалансування мосту після посилення записується.

Обладнання, інструмент, матеріали

Одностояковий відкритий прес номінальним зусиллям 125 кН (12,7 т·с), гідравлічний навантажувач з манометром, два індикатори годинникового типу з ціною поділки 10^{-5} м, два індикаторних стояка, багатоканальний шлейфовий осцилограф, посилювач "ТОПАЗ 3-02", аналоговий цифровий перетворювач "m-DAQ14", персональний комп'ютер та дротяні тензорезистори.

Порядок виконання роботи

1. Протарити гідронавантажувач на випробувальній малині.

2. Встановити робочий циліндр гідравлічного навантажувача 4 на столі 5 преса 1 по центру тиску повзуна 2 (див. мал. 3). Качаючи ручку 8 плунжера гідронасоса 6, довести зусилля, розвинуте плунжером, до 1,5...2,0 кН з метою вибірки усіх зазорів.

Навантаження визначити за тиском робочої рідини, що фіксується манометром 7 навантажувача, кН:

$$P = 0,9 \cdot p \cdot F,$$

де 0,9 – коефіцієнт, який враховує втрати на тертя в манжетах циліндра; p – тиск рідини за манометром, кПа; F – площа поперечного перерізу плунжера навантажувача, м^2 .

3. Помістити на столі преса два індикатори 3, стержні яких повинні впиралися в станину 1.

4. Записавши покази обох індикаторів, звільнити навантаження на 10...15 кН і знову записати покази. Навантаження слід збільшувати до значення, яке перевищує номінальне зусилля преса на 25%.

5. Переставити на столі 5 преса обидва індикатори 3 так, щоб їх стержні впиралися в повзун преса 2. Повторити навантаження і записати дані.

Пружна деформація преса при n -му вимірюванні

$$\Delta l_n = \frac{(m_{01} - m_{n1}) + (m_{02} - m_{n2})}{2},$$

де m_{01} і m_{n1} - відповідно початкові покази першого індикатора і його покази при n -му вимірюванні, мм; m_{02} і m_{n2} - відповідно початкові покази другого індикатора і його покази при n -му вимірюванні, мм.

6. Результати вимірювань і обчислювань занести в табл. 3.

За результатами обчислень побудувати графік жорсткості.

Таблиця 3

Номер вимірювання	Покази манометра, кПа	Зусилля на повзуні, кН	Пружна деформація станини			Пружна деформація усього преса		
			Покази 1-го індикатора	Покази 2-го індикатора	Значення деформації, мм	Покази 1-го індикатора	Покази 2-го індикатора	Значення деформації, мм

7. Записати напруження в станині преса .

8. Обчислити коефіцієнт жорсткості преса, що досліджується. Точний коефіцієнт жорсткості визначається як відношення різниці номінального зусилля і зусилля, що дорівнює 0,3...0,4 номінального, до різниці деформації преса за цих умов [6].

Зміст звіту

1. Навести основні теоретичні зведення про жорсткість кривошипного преса.
2. Дати схему навантаження преса для визначення його пружної деформації і схему вимірювання графічним осцилографом.
3. Скласти таблицю з експериментальними й обчисленими даними, виконати на міліметровці графік жорсткості преса, визначити коефіцієнт жорсткості.
4. Проаналізувати здобуті результати.

Контрольні запитання

1. Що розуміють під жорсткістю кривошипного преса?
2. Який показник буде кількісною характеристикою жорсткості преса?
3. Що характеризує коефіцієнт податливості преса?
4. Із яких ділянок складається крива жорсткості преса?
5. Як змінюється довжина першої і другої ділянок при протяжній роботі преса і зносі несучих поверхонь шарнірів і підшипників?
6. Чому коефіцієнт жорсткості преса визначається на третій ділянці графіка кривої його жорсткості?
7. Як жорсткість преса впливає на його технологічні характеристики і параметри приводе?
8. Як визначається жорсткість кривошипного преса?

КРИВОШИПНИЙ ПРЕС ПОДВІЙНОЇ ДІЇ

Мета роботи - вивчити конструктивні особливості кривошипного пресу подвійної дії, його пневматичну і електричну схеми керування, скласти діаграму переміщення зовнішнього і внутрішнього повзунів.

Теоретичні відомості

Специфіка процесів витягування і формування листового матеріалу заключається в необхідності великого робочого ходу, створення зусилля притиску заготовки і забезпечення якості виробу – обумовило будову спеціалізованих пресів подвійної дії. Такі преси мають два повзуни, один з яких (внутрішній) переміщується усередині другого (зовнішнього).

Зовнішній повзун забезпечує вирубування заготовки і притиск фланцю заготовки під час робочого ходу витягування. Тому він повинен мати вистій в нижньому положенні, який звичайно відповідає куту повороту кривошипа внутрішнього повзуна $70 \dots 120^\circ$, а саме приблизно половині ходу внутрішнього повзуна.

Преси подвійної дії, як і універсальні преси загального призначення [10], випускаються різних конструктивних модифікацій. Технічні характеристики пресів подвійної дії передбачає додаткові параметри для зовнішнього повзуна: номінальне зусилля, довжину ходу, найбільшу відстань між столом і повзуном, величину регулювання штапкової висоти і розміри робочої площини. У відповідності з технологічним призначенням пресів подвійної дії деякі їх параметри істотно відрізняються від аналогічних параметрів універсальних пресів того ж номінального зусилля. А саме, довжина ходу внутрішнього повзуна цих пресів у два і більше разів більша, ніж у звичайних пресів. Для зменшення динамічних напруг, які виникають у деформованому листі при зустрічі з пуансоном, в таких пресах обмежується швидкість повзуна на ділянці робочого ходу значеннями $0,40 \dots 0,45$ м/с. Тому, як правило, число ходів пресів подвійної дії в $1,5 \dots 2$ рази менше числа ходів звичайних пресів, що істотно знижує їх продуктивність. Довжина ходу зовнішнього повзуна складає $1/2 \dots 2/3$ ходу внутрішнього повзуна [8].

Усі вузли пресів подвійної дії, за виключенням виконавчих механізмів зовнішнього і внутрішнього повзунів, істотно не відрізняються від аналогічних вузлів універсальних кривошипних пресів. Однак станина пресу, виготовлена, як правило зварною, має декілька більші габаритні розміри, ніж станина пресів загального призначення (особливо по висоті).

Своєрідна і типова конструкція кривошипу в пресах подвійної дії. Так як величина ходу внутрішнього повзуна достатньо велика, колінчатий вал у звичайному виконанні виходить дуже громіздким. У зв'язку з цим в сучасних пресах використовують кривошип, закріплений на зубчатих колесах. При цьому одне із двох зубчатих колес виливається разом з корбовою шийкою або два колеса збираються на вісях і з'єднуються запресованим в них пальцем – кривошипом. В пресах подвійної дії коефіцієнт довжини шатуна внутрішнього повзуна - $0,2 \dots 0,3$, а при закритому розташуванні приводу і кривошипного механізму до $0,45$ [14].

Двокривошипний закритий прес подвійної дії конструкції ЦНТУ зусиллям $63/63$ кН призначений для штампування із листа різних деталей, які потребують використання операції глибокого витягування. Одночасно з витягуванням на пресі може виконуватись попереднє вирубування по контуру.

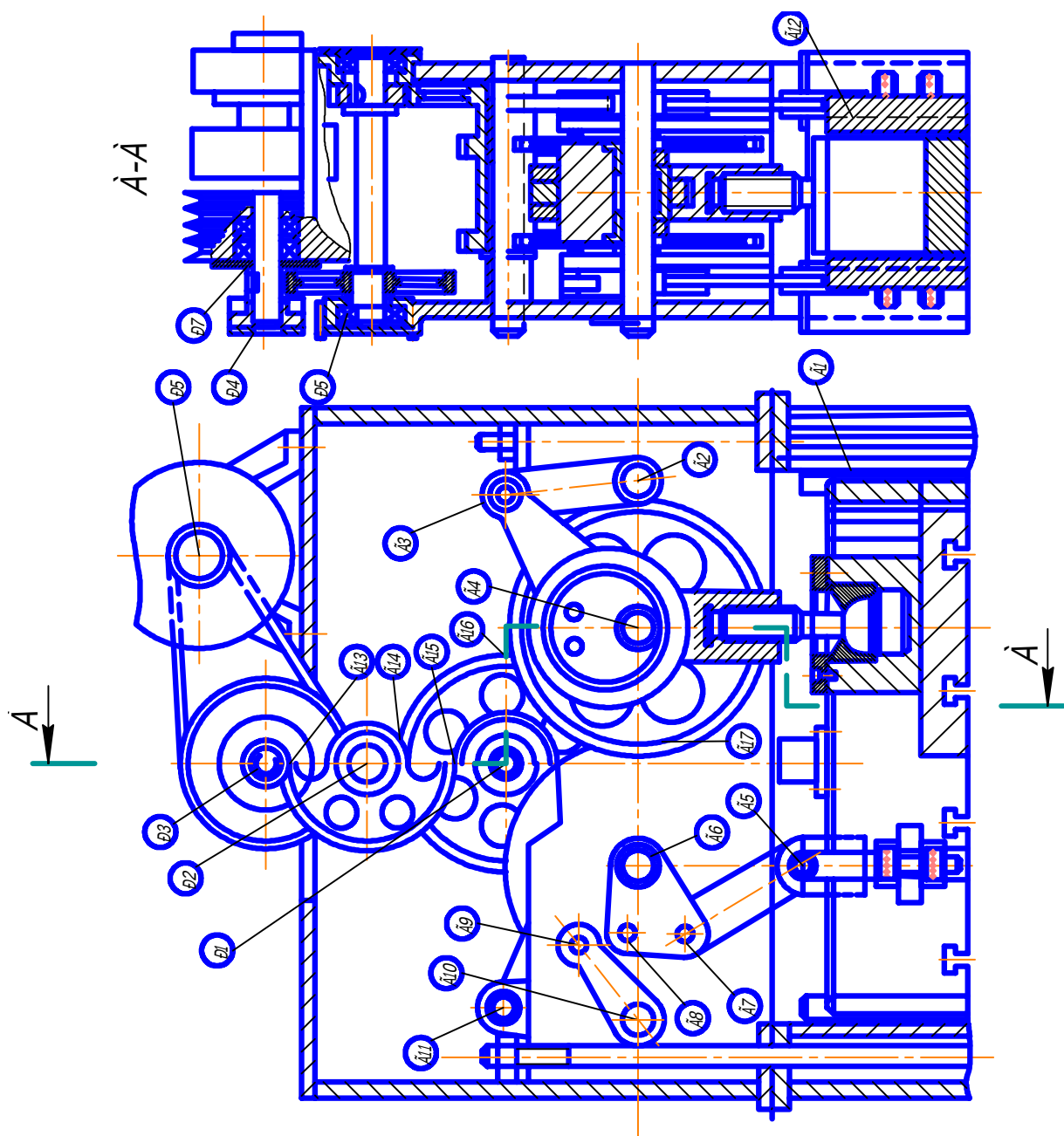


Рис. 5. Схема кривошипного преса подвійної дії

Технічна характеристика пресу

Номінальне зусилля зовнішнього повзуна	
при не доході 5 мм до нижньої мертвої точки, кН.....	63
Номінальне зусилля внутрішнього повзуна	
при не доході 13 мм до нижньої мертвої точки, кН.....	63
Зусилля внутрішнього повзуна	
при не доході 20 мм до нижньої мертвої точки і	
початку витяжки виробу, кН.....	20
Хід зовнішнього повзуна, м.....	0,020
Хід внутрішнього повзуна, м.....	0,025
Число ходів повзунів за хвилину.....	12
Регулювання відстані між столом і повзунами, м	
зовнішнім.....	0,015
внутрішнім.....	0,020
Розміри столу преса, м	
зліва направо.....	0,400
спереду назад.....	0,175
Розміри вікна в столі, м	
зліва направо.....	0,400
спереду назад.....	0,175
Розміри вікна в столі, м	
зліва направо.....	0,350
спереду назад.....	0,080
Розміри зовнішнього повзуна, м	
зліва направо.....	0,395
спереду назад.....	0,125
Розміри внутрішнього повзуна, м	
зліва направо.....	0,355
спереду назад.....	0,080
Висота столу над рівнем долу, м.....	0,20
Товщина підштампової плити, м.....	0,05
Гідропневматична подушка:	
зусилля притиску, кН.....	10
зусилля виштовхування, кН.....	5
Величина ходу, м.....	0,04
Найбільша маса штампів, які підвішуються	
до повзунів, кг	30
Електродвигун головного приводу тип.....	A0Л-2-2І-4
потужність, кВт.....	1,1
частота обертання, об/хв.....	1400
Електродвигун механізму регулювання	
величини штампового простору	
тип.....	колекторний постійного струму
потужність, кВт.....	0,04
частота обертання, об/хв.....	12000
Габаритні розміри преса, м	
зліва направо.....	0,65
спереду назад.....	1,38
висота над рівнем долу.....	1,09
загальна висота преса.....	1,84
Маса преса, кг.....	800

Станина преса подвійної дії (рис.5) - складена і має коробчасту форму. Верхня частина станини у місцях розташування отворів під вали приводу підсилена стальними листами. До станини кріпляться Г-подібні регульовані напрямні зовнішнього повзуна, при допомозі яких витримується сумарна величина зазору між ними і напрямними поверхнями зовнішнього повзуна. На столі преса встановлена підштампова плита, в якій виконані пази для кріплення штампів і чотири отвори для нижніх виштовхувачів.

Привід преса – закритого типу з розташуванням валів і вісей перпендикулярно до фронту преса. Головний електродвигун встановлений на опорній плиті, що дозволяє здійснювати його поворот навколо осі плити для натягу пасів клинопасової передачі. Чотириступінчастий привід має загальне передаточне число $u = 120$ (табл. 4). Перший ступінь - клинопасова передача, яка передає обертання від електродвигуна на маховик – встановлений на приймальному валі; друга – одностороння швидкісна зубчата передача від приймального на проміжний вал; третя – одностороння проміжна зубчата передача від проміжного вала на зубчате колесо, з'єднане порожнистим валом з двома шестернями; четверта – двостороння тихохідна зубчата передача від шестерень на зубчаті колеса ексцентриків. Далі рух від блока колес – ексцентриків через два шатуни передається на внутрішній повзун, а через допоміжні шатуни, встановлені на ексцентриках між вилками перших шатунів, – на восьмиланковий кривошипно-колінчатий механізм приводу зовнішнього повзуна [3, с.31].

Багатодискова фрикційна муфта вмикання і гальмо преса з пневматичним вмиканням розташована між опорами приймального вала. Фрикційний елемент у дисках муфти і гальма – накладки з фрикційного матеріалу типу феродо.

Таблиця 4

Основні дані привода преса подвійної дії

Клинопасова передача						
Розрахунковий діаметр шківів, м; на валу електродвигуна маховика Тип клинових, пасків по ГОСТ 1284-68						0,04 0,12 0-4250Т
Маховик						
Зовнішній діаметр, м Частота обертання, об/хв Момент інерції, $\text{кг} \cdot \text{м}^2$ Маса, кг						0,12 466 136 6,0
Специфікація зубчатих коліс*						
Модуль, мм	1,5	1,5	2,5	2,5	4,0	4,0
Число зубів	20	112	20	62	19	45

* Коефіцієнт корекції у торцевому перерізі – 0;
матеріал Сталь 45;
ступінь точності – 8.

Усталена температура нагріву дисків муфти і гальма не повинна перевищувати температуру навколишнього повітря на $70...80^\circ\text{C}$. Більш високий нагрів поверхонь тертя свідчить про невірне регулювання муфти - гальма або про порушення блокування їх роботи і є неприпустимим при експлуатації преса.

Характерною особливістю преса подвійної дії є наявність двох повзунів: зовнішнього і внутрішнього. Зовнішній повзун переміщується у напрямних станини і має коробчасту форму. З його передньої і задньої сторони розташовані гвинти і гайки, за допомогою яких вручну здійснюється регулювання закритої висоти преса. Усередині зовнішнього повзуна розташовані регульовальні напрямні внутрішнього повзуна. Регулювання виконується за допомогою віджимних планок і притискних гвинтів. Сумарна величина зазору в напрямних

зовнішнього і внутрішнього повзунів встановлюється в межах 0,06...0,12 мм (на обидві сторони). У внутрішньому повзуні розташований механізм регулювання його штампової висоти, який являє собою подвійну черв'ячну передачу з приводом від індивідуального асинхронного електродвигуна. Крайні положення регулювання блокуються двома безконтактними вимикачами, розташованими на задній стороні внутрішнього повзуна.

Прес подвійної дії обладнаний гідропневматичною подушкою, яка призначена для притиску заготовки при витягуванні і виштовхуванні готової деталі. Принцип дії гідропневматичної подушки складається в тому, що тиск на опорну плиту виконується рідиною, а повітря служить для подачі рідини у циліндр при ході подушки вгору. Тиск в гідроциліндрі у 5...10 разів вищий тиску у повітряному циліндрі [11, с.8-10]. Зусилля гідропневматичної подушки при роботі на притиск складає 1/4...1/6 номінального зусилля преса і при роботі на виштовхування – 1/10...1/15 номінального зусилля.

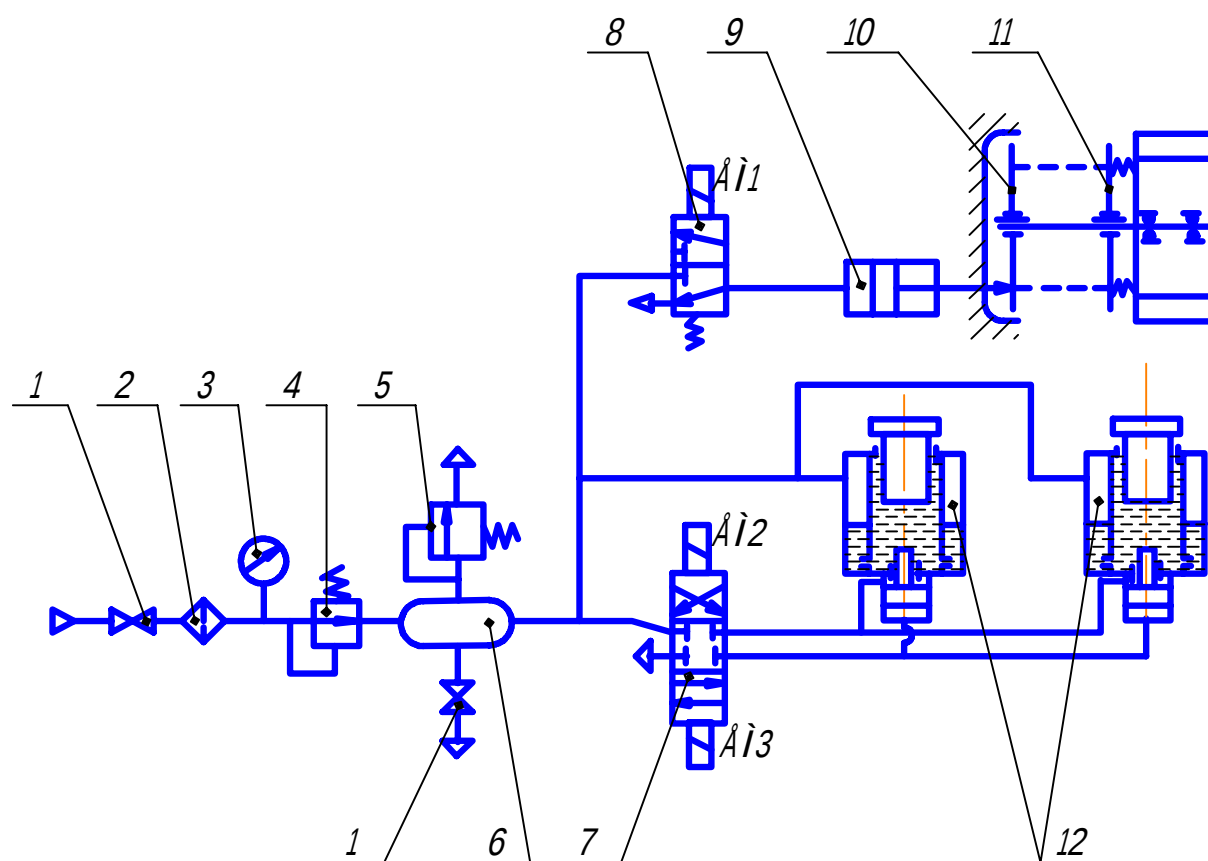


Рис. 6. Пневматична схема преса подвійної дії

Пневматична схема преса (рис. 6) забезпечує роботу муфти вмикання, гальма, двох гідропневматичних подушок і включає в себе вентилі 1, фільтр-вогловідокремлювач 2, манометр 3 для контролю величини тиску, редукційний клапан 4 для регулювання тиску повітря, повітрязбірник (ресивер) 6, запобіжний клапан 5, повітрярозподільвальні клапани 7 і 8. Повітрярозподільвальний клапан 7, керований при допомозі електромагнітів *ЕМ2* і *ЕМ3*, які вмикаються по черзі шляховим перемикачем *КВ2*, пропускає стиснуте повітря у порожнину над або під диференціальним поршнем гідропневматичної подушки 12. Подача повітря у циліндр 9 муфти 11 і гальма 10, а також скид його здійснюються розподільним клапаном 8, який керує електромагніт *ЕМ1*. Максимальний тиск повітря не перебільшує 0,5 МПа. На таку величину тиску настраюється запобіжний клапан 5.

Прес подвійної дії має два електродвигуни; електродвигун *Д1* головного приводу і електродвигун *Д2* регулювання штампової висоти внутрішнього повзуна (рис. 3). Ланцюг управління живиться від знижувального трансформатора *Тр1* з вихідною напругою 110 В.

Перемикачі режимів *Р1*, *Р2* і *Р3* забезпечують три режими роботи: одині ходи, автоматичний, налагоджувальний.

Двигун головного привода вмикається натиском кнопки *П1*, яка блокується допоміжним контактом *К1*, а зупиняється кнопкою *С1*. При роботі поодинокими ходами електромагніт *ЕМ1*, який керує повітророзподільвальним клапаном 8, вмикається при подачі живлення на котушку контактора *Н12* у разі замкнення штампувальником кнопок *П2* і *П3* двома руками. Внаслідок того, що реле блокування *РБ* ввімкнене відразу при подачі живлення в ланцюг управління і контакт *РБ* в ланцюзі котушки *К2* замкнений, муфта з'єднає маховик, який обертається, з приймальним валом, за рахунок чого повзуни починають рухатися униз. Якщо штампувальник відпустить одну з кнопок або обидві зразу, повзуни зупиняться, бо верхній контакт шляхового перемикача *КВ1* на протязі всього ходу униз розімкнений. Після проходження внутрішнім повзуном нижньої мертвої точки і початку підйому можна відпустити кнопки *П2* і *П3*, бо шляховий перемикач *КВ1* замкне свій контакт у ланцюзі, паралельному пусковим кнопкам, і розімкне у ланцюзі блокування. Внаслідок останньої обставини повзуни преса, здійснивши один хід, зупиняться при підйомі.

При роботі автоматичними ходами замкнені контакти перемикача режимів *Р2*, які шунтують верхній контакт шляхового перемикача *КВ1*. Після короточасного натиску пускових кнопок і замикання допоміжного контакту *К2* прес працює неперервними ходами. Для зупинки повзунів преса потрібно натиснути кнопку *С2*.

Двигун *Д2* регулювання штампової висоти, який живиться від знижувального трансформатора *Тр2* з вихідною напругою 24 В через випрямляч, може бути ввімкнений тільки при налагоджувальному режимі через замкнений контакт *Р3* перемикача режимів. Він вмикається реверсивними контакторами *К3* і *К4* за допомогою кнопок *П4* або *П5*. Кінцеві вимикачі *КВ3* і *КВ4* вимикають двигун *Д2* у крайніх положеннях внутрішнього повзуна. При налагоджувальному режимі вимикання гальма і ввімкнення муфти проходить при натиснутих кнопках *П2* і *П3*. При цьому контакт *РБ* в ланцюзі котушки *К2* шунтується замкненням контактом *Р3* перемикача режимів (як показано на рис. 7). Якщо одну або обидві кнопки відпустити, муфта вимкнеться і повзуни зупиняться в будь-якій точці ходу.

Гідропневматичні подушки починають працювати при ввімкненому перемикачі режимів *Р4*. В момент опускання повзунів до нижньої мертвої точки шляховий перемикач *КВ2* натиснутий, що приводить до замикання контактів *К5* і вмикання електромагніту *ЕМ2*, який переміщує золотник розподільника 7 униз (див. рис. 2). Гідропневматичні подушки здійснюють притиск витягнутого виробу. При підйомі повзунів подається живлення на контактор *К6*, який вмикає електромагніт *ЕМ3*, що піднімає золотник розподільника у верхнє положення. При цьому гідропневматичні подушки виштовхують готовий виріб зі штампу.

Машення рухомих частин преса, які труться, проводиться я метою зменшення опору їх руху і запобігання завчасного зношення. Мастило комбіноване - густе і рідке, яке закладається або заливається вручну. Розташування змащених точок, доза і періодичність їх змащення наведені у специфікації до карти змащення (табл. 5).

Специфікація до карти змащування

Змащувальні вузли і деталі	Номера точок на карті змащення	Мастильний матеріал	Режим змащування	Розмір змащувальної площини
Напрямні зовнішнього і внутрішнього повзунів	$\Gamma 1, \Gamma 12$	Літом-солідол УС-3	2 рази на зміну	$2 \text{ см}^2 \cdot 2 = 4 \text{ см}^2$
Втулки у шатунах, важелях та серьгах привода зовнішнього повзуна	$\Gamma 2, \Gamma 3, \Gamma 4, \Gamma 5, \Gamma 6, \Gamma 7, \Gamma 8, \Gamma 9, \Gamma 10, \Gamma 11$	Взимку - солідолом УС-2 ГОСТ 1033-79	2 рази на зміну	$2 \text{ см}^2 \cdot 10 = 20 \text{ см}^2$
Зубчаті передачі привода преса	$\Gamma 13, \Gamma 14, \Gamma 15, \Gamma 16, \Gamma 17$			$2 \text{ см}^2 \cdot 5 = 10 \text{ см}^2$
Втулки опор валів зубчастих коліс	$P 1, P 2, P 5$	Індустріальне мастило І-12А ГОСТ 20700-75	2 рази на місяць	$150 \text{ см}^2 \cdot 3 = 450 \text{ см}^2$
Підшипники вала муфти	$P 3, P 4$		2 рази на місяць	$150 \text{ см}^2 \cdot 2 = 300 \text{ см}^2$
Підшипники електродвигуна	$P 6$		1 раз на півроку	2/3 об'єму мастильної камери
Підшипники маховика	$P 7$		2 рази на місяць	$150 \text{ см}^2 \cdot 1 = 150 \text{ см}^2$

Обладнання, інструмент, матеріали

Малогабаритний кривошипний прес подвійної дії зусиллям 63/63 кН, лінійки, штангенциркуль і вороток для прокручування маховика.

Порядок виконання роботи

1. Вивчити конструкцію кривошипного преса подвійної дії, його кінематичну, пневматичну і електричну схеми у їх взаємному зв'язку.
2. Провертаючи вручну маховик (при включеній муфті), позначити по лінійці, закріпленій на станині, переміщення внутрішнього повзуна S_1 .
3. По переміщенню внутрішнього повзуна визначити кут повороту кривошипа:

$$\cos \alpha = \frac{2 \cdot (R - S) \cdot (R + L) + S^2}{2 \cdot R \cdot (R + L - S)},$$

де R – радіус кривошипа, мм ;

L – Довжина шатуна, мм;

S – Поточне знамення ходу повзуна, мм.

4. Отримані дані занести в табл.6 і побудувати графіки переміщення повзунів від кута повороту кривошипа.

Таблиця 6

α , град	0	10	20	...	350	360
S_1 , мм						
S_2 , мм						

5. Зобразити в масштабі на основі оптимальних графіків циклову діаграму переміщень зовнішнього і внутрішнього повзунів преса подвійної дії.

6. По вказівці викладача виконати ескіз одного із вузлів або основних деталей преса, скласти їх розрахункову схему і провести розрахунок міцності із застосуванням обчислювальної техніки.

Зміст звіту

1. Привести кінематичну схему кривошипного преса подвійної дії з вказівкою передаточних відношень всіх ступіней привода, дати короткий опис конструкції і роботи преса.

2. Показати ескіз вузла або однієї із основних деталей преса, розрахункову схему та результати розрахунку міцності.

3. Скласти таблицю, побудувати графіки переміщень повзунів і циклову діаграму роботи преса.

4. Привести принципи пневматичну і електричну схеми машини.

5. Зробити висновки про роботу, у яких відобразити взаємозв'язок кінематичної, пневматичної і електричної схем преса, а також послідовність переміщень зовнішнього і внутрішнього повзунів.

Контрольні запитання

1. Особливості конструкції кривошипних пресів подвійної дії, які визначаються їх технологічним призначенням.

2. Чому число ходів пресів подвійної дії звичайно менше числа ходів універсальних пресів рівного зусилля?

3. Призначення зовнішнього повзуна в пресах подвійної дії.

4. Улаштування приводу преса подвійної дії.

5. Як забезпечити ідеальну нерухомість зовнішнього повзуна під час робочого ходу внутрішнього повзуна?

6. Чому зовнішній повзун після здійснення робочого ходу зостається деякий час нерухомим?

7. Конструкція і послідовність роботи гідропневматичної подушки преса.

8. Як забезпечується синхронність спрацьовування муфти і гальма?

9. Перерахувати основні елементи електричної схеми керування пресом.

10. Шляхи підвищення швидкохідності витяжних пресів подвійної

Лабораторна робота № 5

КРИВОШИПНИЙ ГАРЯЧОШТАМПУВАЛЬНИЙ ПРЕС

Мета роботи – ознайомитись з улаштуванням кривошипного гарячоштампувального преса, особливостями конструкції його основних вузлів і розрахунком головного виконуючого механізму.

Теоретичні відомості

Кривошипні гарячоштампувальні преси (КГШП) призначені для виконання операцій гарячого штампування і характеризуються значними силовими і енергетичними показниками при високій жорсткості конструкції, швидкохідністю і порівняно невеликими габаритними розмірами штампового простору.

Висока жорсткість КГШП обумовлена вимогами до точності поковок при порівняно великому діапазоні зміни технологічних параметрів поковки і, отже, опору деформації. Підвищення жорсткості конструкції сприяє зменшенню енергетичних витрат і забезпечує

надійність преса при перевантаженнях, частих при роботі з прохолодним металом. Основні параметри КГШП згідно з ГОСТ 6609-70 наведені в таблиці 7.

Таблиця 7

Номінальне зусилля, мм	6,3	10	16	25	40	63
Хід повзуна, м	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,46
Число ходів за хвилину	90	80	75	60	50	40
Закрита висота штампового простору, м	0,56	0,56	0,66	0,89	1,00	1,15
Величина регулювання відстані між столом і повзуном	10...20					
Розміри стола, м						
зліва направо	0,64	0,77	0,94	1,20	1,57	1,90
спереду назад	0,82	0,99	1,20	1,40	1,62	1,95

Велике число ходів КГШП визначається необхідністю зменшення тривалості контакту штампів із заготовкою при обробці гарячого металу. Максимальна швидкість повзуна приблизно у 2 - 4 рази більша від швидкості повзуна універсальних пресів.

Виготовлення поковок порівняно невеликих розмірів і використання малогабаритних штампів зумовлює невеликі розміри робочих площин стола і повзуна порівняно з відповідними розмірами універсальних пресів різного зусилля.

КГШП являє собою однокривошипний прес закритого типу з двоступінчатим приводом і розташуванням валів паралельно фронту преса. Специфічними по своїй конструкції є вузли повзуна, головного вала, стола преса, регулювання закритої штампової висоти і виштовхувача КГШП.

На рис.8 показана типова конструкція сучасного кривошипного гарячостампувального преса, який має суцільну зварну станину 1. Повзун 3 преса переміщується в напрямних 15 станини і отримує рух через короткий перегулюючий шатун 13 від головного ексцентрикового вала 12. При гарячому штампуванні неминуче виникає ексцентричне навантаження преса. Тому в станині передбачені нижні і верхні напрямні повзуна, який має хоботоподібний прилив 11 з допоміжними напрямними полозками для збільшення загальної довжини напрямної бази. Звичайно відношення довжини повзуна з допоміжними напрямними до розмірів його робочої площини складає 3:1. Бронзові плоскі напрямні планки охоплюють призматичний повзун з чотирьох сторін, їх регулювання здійснюється болтами і клинами.

Тиск від шатуна 13 на повзун 3 може передаватись через циліндричний палець 14, як показано в перерізі КГШП, або через циліндричну п'яту на зовнішній поверхні малої головки шатуна. Перший спосіб є більш технологічним і застосовується частіше.

До верхньої частини повзуна кріпиться шток пневматичного врівноважувача 10. Велика маса повзуна з шатуном і головним валом не дозволяє врівноважити маси всіх деталей головного виконуючого механізму. Звичайно зрівноважуються тільки маси повзуна і верхньої половини штампа.

Головний вал 12 преса встановлений у двох підшипниках ковзання. На його правому кінці є тихохідне зубчасте колесо 9 з вмонтованою пневматичною багатодисковою фрикційною муфтою, а на лівому – стрічкове гальмо 5. В теперішній час все частіше проявляється тенденція обладнати потужні КГШП дисковим гальмом. Муфта і гальмо мають заблоковане електропневматичне керування, причому гальмо вмикається через деякий час після вимкнення муфти шляхом припинення подачі стиснутого повітря із цехової магістралі і ресивера 8.

Встановлення муфти і гальма на ексцентриковому валі 12 приводить до збільшення їх габаритних розмірів, але проте зменшується спрацьовування фрикційних накладок муфти,

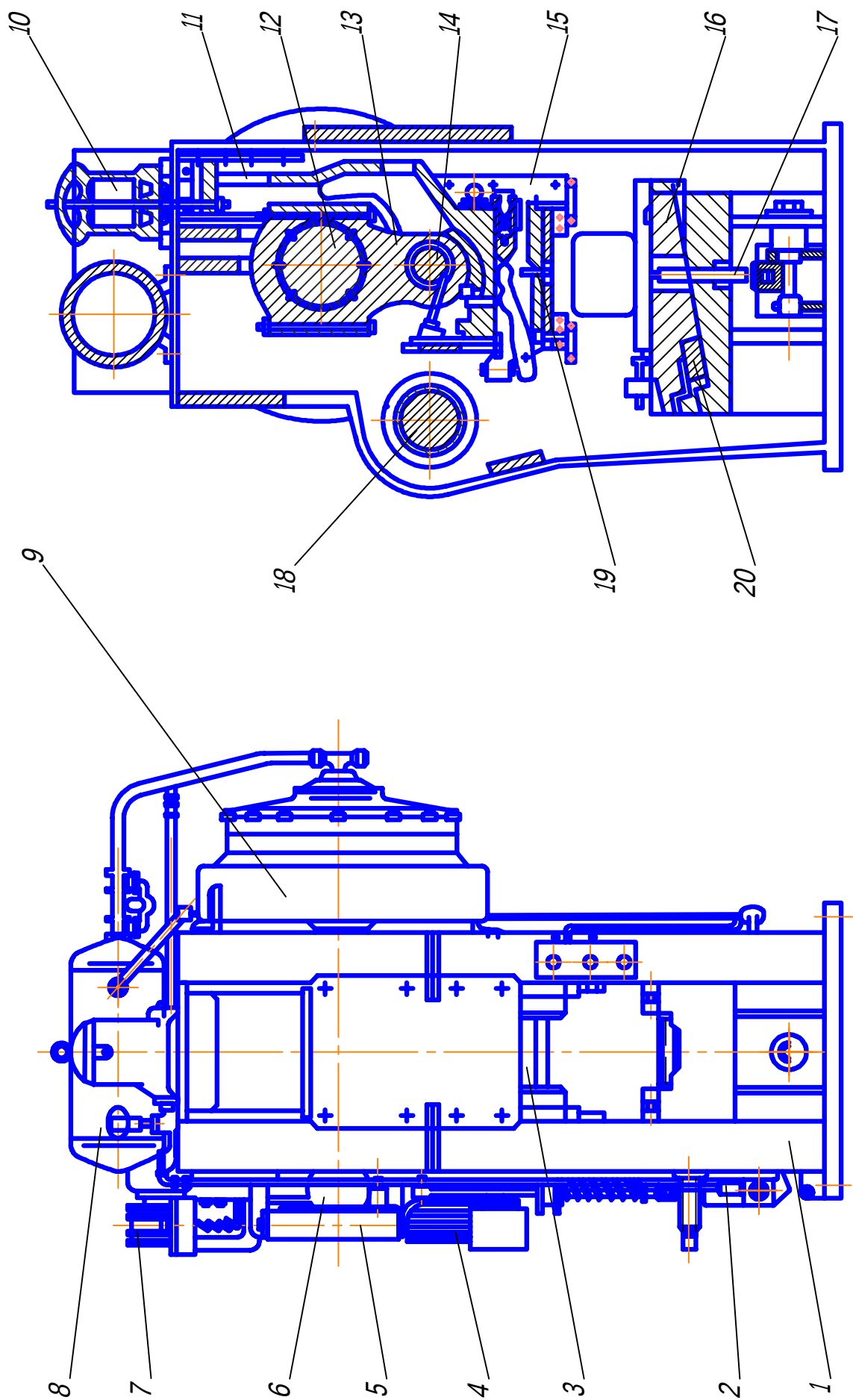
зменшується кількість заклинювань преса. При вмиканні муфти або гальма вони переборюють інерцію тільки кривошипно-шатунного механізму і деталей, жорстко змонтованих на головному валі. Завдяки цьому, а також завдяки відносно невеликій кутовій швидкості головного вала, спрацьовування муфти і гальма проходить більш плавно і спокійно у порівнянні з випадком розташування їх на приймальному валі.

Тихохідне зубчате колесо 9 отримує обертання від шестерні, змонтованої на правому кінці приймального вала 18, який обертається у підшипниках кочення. На лівому кінці приймального вала встановлений маховик 4 з фрикційним запобіжним пристроєм, який обмежує передавальний крутний момент. Маховик 4 отримує оберти при допомозі клинопасової передачі від шківів 7, насадженого на валу електродвигуна. Для зупинки маховика, приймального вала і тихохідної шестерні після вимкнення електродвигуна звичайно застосовується допоміжне гальмо маховика.

У повзуні 3 гарячостампувального преса розташований верхній виштовхувач 19, який приводиться в дію виступом на шатуні при зворотньому ході повзуна. Хід виштовхувача змінюється при регулюванні положення опори виштовхуючого важеля у діапазоні 10...20% від ходу повзуна при розвиваємому зусиллі 50...100 кН. У столі КГШП розташований нижній виштовхувач 17. Його привід здійснюється від кулачка 6, встановленого на лівому кінці ексцентрикового вала поряд з гальмом 5, як показано на рисунку, або від спеціального гідро- або пневмоциліндра. Регулюючи довжину тяги 2 механічного виштовхувача при допомозі різьбової втулки, можна змінити положення стержня виштовхувача 17 по висоті. Для нижнього виштовхувача розрахункове зусилля повинне складати 0,5...1 % номінального зусилля пресу, а хід - приблизно 20 % від ходу повзуна.

В гарячостампувальних пресах не можна застосовувати звичайні способи регулювання штампової висоти, бо різьбові з'єднання володіють невисокою жорсткістю. Тому величину штампової висоти регулюють за допомогою клинового стола 16, який переміщується по похилій площині станини. Клин-стіл обпирається на другий поперечний клин 20, призначений для регулювання стола по висоті. Кут нахилу опорної площини клинового стола у сучасних пресах дорівнює 14...16°, а поперечного клину 8...12°, що забезпечує достатнє регулювання по висоті у межах 10...20 мм, можливість розклинування преса і дозволяє запобігти виштовхування поперечного клина.

КГШП дуже трудомісткі у виготовленні машини, тому їх вартість у декілька разів вища вартості пароповітряних штампувальних молотів, призначених для виготовлення аналогічних поковок. Експлуатаційні витрати при використанні пресів трохи нижчі, ніж для молотів, але не настільки, щоб привести до додаткового економічного ефекту. Прогресивність гарячестампувальних пресів міститься у наступному. За рахунок обробки заготовки у кожному рівчаку за один хід повзуна преса істотно скоротився час активного контакту нагрітого металу з інструментом. В результаті створені передумови для точного штампування складних рельєфних поковок [7], механізації і автоматизації процесу переміщення заготовок між рівчаками, нагріваючим пристроєм і обрізним пресом. Крім того, дякуючи доброму наряду повзуна, високій жорсткості машини, наявності верхнього і нижнього виштовхування в підвищується точність відштампованих поковок, зменшується величина припусків на подальшу механічну обробку штампувальних уклонів і радіусів заокруглень. Підвищенню коефіцієнта використання металу до 60...70% (замість 40...50% при штампуванні на молотах) також сприяє упровадження передових технологічних процесів штампування на КГШП у закритих штампах, гарячого видавлювання і пресування. І, нарешті, широка заміна пароповітряних штампувальних машин кривошипними гарячостампувальними пресами пояснюється спокійним безударним характером роботи останніх, відсутністю ударної дії на ґрунт, поряд розташоване обладнання і обслуговуючий персонал.



Мал. 8. Кривошипный горячештампувальний прес

У нашій країні і за кордоном розроблені нові конструктивні рішення КГШП для підвищення точності поковок і продуктивності штампування. Для підвищення продуктивності потрібно забезпечити неперервність руху заготовки від рівчака до рівчака в одному напрямку. При використанні у цих умовах традиційної конструкції гарячостампувального преса виникли значні позацентрові навантаження на повзуні, підвищились тиснення на напрямні і їх спрацювання, перекося повзуна дуже став позначатися на точності поковок. Це призвело до відмови від відомої схеми а головним валом, паралельним фронту преса, і появі КГШП з головним валом перпендикулярним фронту, та рамним повзуном зі збільшеними основними напрямними; створенню пресів з клиновим приводом переміщення повзуна; пресів а роздвійним шатуном або двома шатунами; пресів з коротким хитним шатуном; пресів з кулісним головним виконавчим механізмом та ін. [6, с. 37; 7, с. 344-348; 8, с.223].

Обладнання, інструмент, матеріали

Малогабаритні кривошипні гарячостампувальні преси з кривошипно-шатунним та кривошипно-клиновим головними виконавчими механізмами, металева лінійка і штангенциркуль.

Порядок виконання роботи

1. Ознайомитись з будовою вузлів і деталей КГШП, особливістю їх призначення і конструкції.
2. Скласти кінематичні схеми гарячостампувальних пресів з кривошипно-шатунним і кривошипно-клиновим головними виконавчими механізмами.
3. По вказівці викладача із застосуванням обчислювальної техніки провести розрахунок параметрів кривошипно-шатунного і кривошипно-клинового механізмів привода [7, рис. 3.4, с. 66-75] або клинового стола преса [6, 1974 р., с.65-69].

Зміст звіту

1. Привести кінематичні схеми і короткий опис вивчених конструкцій КГШП.
2. Надати розрахункову схему, алгоритм і результати розрахунку одного з вузлів гарячостампувального преса.
3. Зробити висновки про роботу, в яких вказати особливості конструкції КГШП (визначені їх технологічним призначенням) і перспективи.

Контрольні запитання

1. Відрізняючі особливості конструкції кривошипних гарячостампувальних пресів
2. Переваги і недоліки КГШП.
3. Основні елементи кінематичної схеми КГШП.
4. Улаштування вузла регулювання штампової висоти гарячостампувального преса.
5. Призначення і особливості роботи верхнього та нижнього виштовхувачів КГШП?
6. Чому муфту і гальмо встановлюють тільки на головному валі КГШП?
7. Улаштування вузла повзуна кривошипного гарячостампувального преса.
8. Які особливості конструкції КГШП з клиновим приводом визначають його високу жорсткість?
9. Істотні відзнаки гарячостампувального преса з круговим шатуном, влаштованим в клиновий привід, конструкція якого розроблена а кафедрі "ОМТ та СТ" ЦНТУ і захищена авторським свідоцтвом № 1636250.
10. Тенденції подальшого розпитку конструкція КГШП.

ВІВЧЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ І СКЛАДАННЯ ЦИКЛОВОЇ ДІАГРАМИ РОБОТИ МЕХАНІЗМВ ГОРИЗОНТАЛЬНО-КУВАЛЬНОЇ МАШИНИ (ГКМ)

Мета роботи: вивчити влаштування ГKM та скласти діаграму роботи її механізмів.

Загальні відомості

Горизонтально-кувальні машини сьогодні широко застосовуються в масовому і серійному виробництві для одержання точних поковок стержневого типу з головкою; з піднутром в одній або двох взаємно перпендикулярних площинах; кільцевого типу та інших форм. Особливості штампування поковок зумовлює особливості влаштування ГKM, штампи яких мають роз'єднання у двох взаємно перпендикулярних напрямках:

- а) між нерухомою і рухомою матрицями;
- б) між блоками матриць і пуансонів.

За принципом дії розрізняють ГKM з вертикальним і горизонтальним роз'єднаннями матриць [3, 9].

Для зразка розглянемо влаштування ГKM конструкції Новокраматорського машинобудівного заводу (НКМЗ). Кінематичну схему такої горизонтально-кувальної машини з вертикальним роз'єднанням матриць показано на рис. 9. Від електродвигуна 18 клиноремінною передачею 24 рух передається маховику 25, встановленому на кінці приводного вала 2. До маховика 25 прилаштована фрикційна пневматична дискова муфта, в разі вмикання якої приводиться в рух привідний вал 2, встановлений на підшпниках кочення 4 та 5.

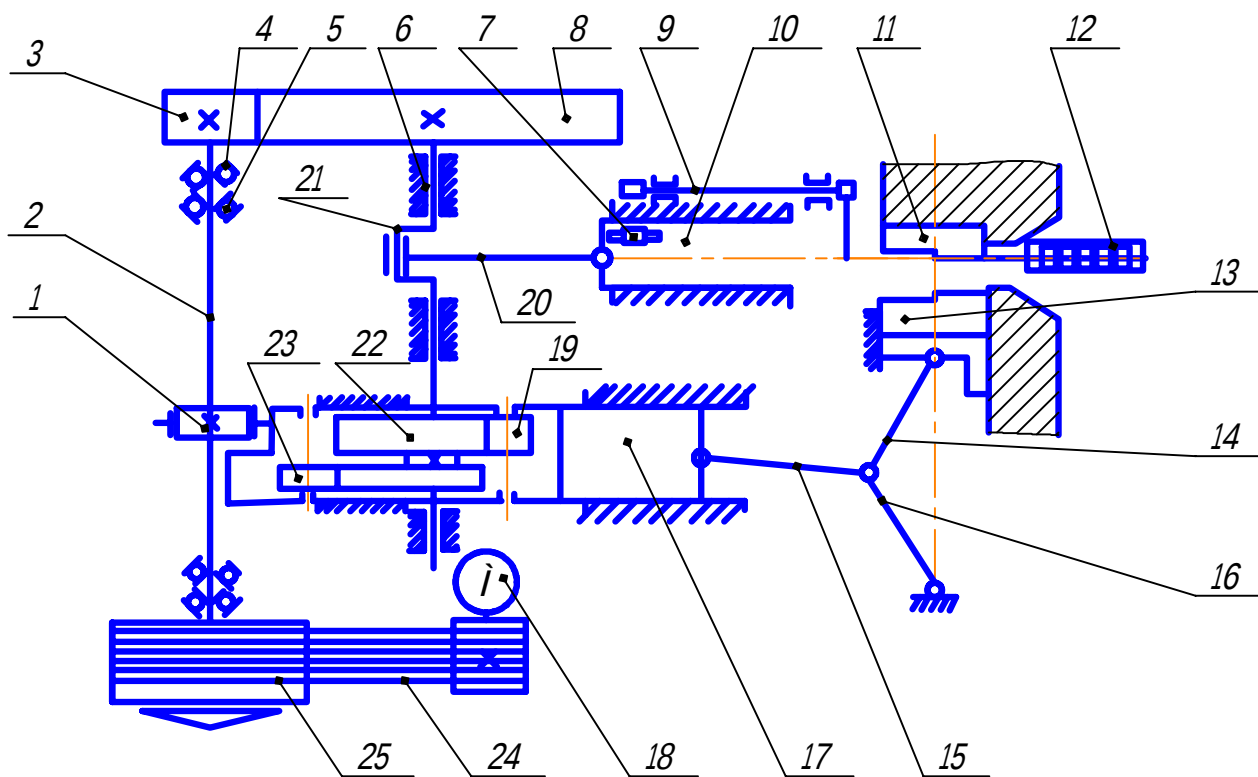


Рис 9. Кінематична схема ГКМ

На протилежному кінці приводного вала встановлено шестерню 3, яка перебуває в зачепленні із зубчастим колесом 8, що жорстко насаджене на колінчастий вал 21, встановлений на підшипниках ковзання 6. Від колінчастого вала шатуном 20 рух передається головному висадаувальному повзуну 10, який здійснює обертально-поступальний рух і несе закріплений у ньому блок-цуансоноутрикувач з пуансонами.

Привод затискного механізму здійснюється за допомогою ексцентрика 22, жорстко насадженого на колінчастий вал 21. Він має два самостійних профіля. З профілями ексцентрика постійно стикаються ролики 23 і 19, встановлені на підшипниках кочення в бічному повзуні 17. Остання ланка затискного механізму – натискний повзун 13, зв'язаний з бічним повзуном важілями 14, 15, 16 і який несе рухому матрицю, встановлену в спеціальному гнізді повзуна.

Коли повертається колінчастий вал 21, робочий профіль кулачка 22 через сполучений з ним ролик 19 переміщує бічний повзун 17 уперед, а затискний повзун 13 – у напрямі нерухомої правої матриці 11, встановленої у спеціальному гнізді станини. При цьому матриці закриваються і протягом визначеного проміжку часу вони закриті. За подальшим обертанням колінчастого валу, другий профіль кулачка 22 через сполучений з ним ролик 19 рухає бічний і затискний повзуни в їх початкові (крайні задні) положення.

На приводному валі 2 встановлено стрічкове пневматичне гальмо 1, призначене для зупинки колінчастого вала машини після закінчення робочого циклу. В порожнині між торцями матриць і пуансонів встановлено передній упор 9, вал якого повертається навколо своєї осі через ролик і важіль за допомогою плоского кулачка 7, встановленого на висаджувальному повзуні. Підшипники упору закріплені у верхній частині машини на правій стінці станини. Великі ГKM обладнані спеціальним гідропневматичним столом 12, який полегшує подавання заготовки в машину.

Поковки в штампах ГKM виготовляються у визначеній послідовності, показаній на цикловій діаграмі (рис. 10), яка забезпечує кінематичний зв'язок механізмів машин. При побудові циклової діаграми за початок циклу беруть початок руху інструментів з початкового положення, за якого матриці повністю розкриті, а блок пуансонів розміщений від них на найбільшій відстані.

Відповідно до діаграми цикл робота ГKM складається з п'яти періодів. Перший період – закриття матриць із затисканням заготовки в струмку (точка a), відведення упору з шляху пуансонів і холостий хід висаджувального повзуна на величину ($S_1 - S_p$) до точки b при значенні кута повороту колінчастого вала α_1 . Другий період – вистоювання матриць у закритому положенні із затиснутою заготовкою, а упор – у неробочому положенні при повороті колінчастого валу на кут α_2 до 180° . У цей час відбувається корисний хід висаджувального повзуна на ділянці шляху S_p .

Третій період – продовження вистоювання матриць у закритому стані до точки c при значенні кута α_3 ; вистоювання упору в відведеному положенні і рух висаджувального повзуна у зворотному напрямі до точки d на відстань S_n . Четвертий період – відхід затисненого повзуна впритул до повного розкриття матриць при триваючому зворотньому русі висаджувального повзуна; висування і вистоювання упору в робочому положенні за кутом повороту кривошипного валу до α_4 . П'ятий період – недовгочасне вистоювання затискного повзуна при відкритих матрицях з одночасним виходом висаджувального повзуна в крайнє заднє положення при $\alpha_5 = 360^\circ$.

Усі механізми і вузли ГKM змонтовані на станині – відкритій зверху коробці зі стінками, підсиленими вертикально і горизонтально розмішеними ребрами. Станини горизонтально-кувальних машин НКМЗ – відлиті. Для збільшення жорсткості вони зверху стягнені потужними поздовжніми і поперечними стяжними болтами. Станина ГKM зусиллям 8 і 12,5 МН (800 і 1250 тс) – цільні, а Р машинах зусиллям 20 і 31,5 МН (2000 і 3150 тс) – складені з двох частин (передньої і задньої), стягнених болтами і зафіксованих одна відносно одної циліндричними і призматичними шпонками і фланцевими болтами. Праворуч у станині в отвір готові поковки падають із машини в пряминок. Вузол висаджувального повзуна ГKM

НКМЗ складають – повзун, шатун, палець, клин, планки і допоміжні деталі: втулка, вкладиші, стопорні планки, гвинти. Повзун – вагома деталь, на передній і задній частинах якої розміщені горизонтальні (верхні й нижні) і вертикальні (праві й ліві) площини тертя. Задні напрямні, виконані на хоботі, які розташовані на значній відстані від передніх напрямних для зменшення перекосу повзуна в гнізді станини при нецентральному навантаженні при штамповці. В передній частині повзуна виконано гніздо для встановлення блока-пуансонотримача і регулюючого клина. В повзуні передбачено порожнину в якій встановлено сталевий гартований вкладиш, що сприймає технологічне зусилля від шатуна через зовнішню циліндричну поверхню його малої головки. Вкладиш надійно кріпиться від повертання за допомогою планок і болтів. Хобот повзуна, в порожнину якого відхиляється шатун під час роботи машини, має коритоподібну форму. Шатун – це короткий кований стержень, на кінцях якого виконані головки. В малій головці шатуна розміщено отвір для пальця і концентрично з ним оброблена зовнішня циліндрична поверхня, через яку шатун передає зусилля при робочому ході на повзун. Велика головка шатуна роз'єднана і стягнута стяжними болтами. Кришка шатуна для попередження її зміщення відносно тіла шатуна фіксується уступами і врізними радіальними шпонками. Внутрішня поверхня великої головки шатуна облицьована двома бронзовими вкладишами з буртами.

Затискний механізм складається із затискного повзуна з притискними планками, розпірними важелями, вилкою і бічного повзуна з пружиноважільним запобіжним устаткуванням, забезпеченого тарілчастими пружинами і регулюючою гайкою. Затискний повзун має основне тіло, хобот і хвостовик. На основному тілі й на хвостовій частині повзуна виконані горизонтальні й вертикальні напрямні площини, за допомогою яких він переміщується в гнізді станини. В хоботі затискного повзуна переріз коробчастий. У верхній частині основного тіла повзуна встановлені притискні планки, які служать для кріплення затискної рухомої матриці.

Бічний повзун складається з передньої та задньої частин, що мають прямокутний переріз і з'єднаним між собою хоботом. У передній частині повзуна змонтовано передній ролик кулачкового механізму і пружно-важільне запобіжне устаткування, а в задній частині – задній ролик кулачкового механізму з важелем і пружинами підресорювання.

Муфта-маховик горизонтально-кувальної машини конструкції НКМЗ має пневматичний циліндр із круговим поршнем і складається з ведучої й веденої частин. Ведуча частина включає в себе маховик, зубчасті вінця, три ведучих диски, кришки, поршень, кільця, вентиляційні кармани та інші дрібні деталі. Маховик встановлено на двох дворядних конічних роликотідишниках і може вільно на них обертатися. Ведена частина муфти-маховика складається із зубчастої ступиці, двох ведених дисків, шайби та інших деталей. Ступиця жорстко посажена на консолі приводного вала за допомогою двох призматичних шпонок і може обертатися з іншими веденими деталями тільки спільно з приводним валом.

Обладнання, інструмент, матеріали

Горизонтально-кувальна машина з номінальним зусиллям на висаджувальному повзуні $P_n = 100$ кН (10 т·с), яка обладнана лінійками і шкалою, штангенциркуль і вороток для провертання маховика.

Порядок виконання роботи

1. Ознайомитися з устаткуванням вузлів і деталей ГKM конструкції Новокраматорського машинобудівного заводу.

2. Прокручуючи вручну маховик (при увімкненій муфті) на 360° , відмітити через кожні 10° кут повороту α колінчастого вала за шкалою укріпленою на кулачку затискного механізму. Відповідно до кута повороту колінчастого вала необхідно зафіксувати:

- переміщення S_1 висаджувального (головного) повзуна;
- переміщення S_2 бічного повзуна;
- переміщення S_3 затискного повзуна;
- крайнє положення переднього упору.

3. Одержані результати занести до табл. 8 і побудувати графіки залежності переміщення повзунів від кута повороту колінчастого вала: $S = f(\alpha)$.

Таблиця 8

α , град	0	10	20	30	40	...	340	350	360
S_1 , мм									
S_2 , мм									
S_3 , мм									

4. Побудувати в масштабі на основі графіків $S = f(\alpha)$ і відмічених крайніх положень упору загальну діаграму ГKM з номінальним зусиллям 100 кН.

Зміст звіту

1. Навести кінематичну схему і короткий опис роботи горизонтально-кувальної машини,

2. За вказівкою викладача виконати ескіз і з подробицями описати один із вузлів ГKM.

3. Скласти таблицю і побудувати графіки переміщень висаджувального, бічного і затискного повзунів у функції кута повороту колінчастого вала, а також циклову діаграму ГKM.

4. Зробити висновки з роботи, в яких указати особливості конструкції горизонтально-кувальних машин, визначених їх технологічним призначенням, і проаналізувати послідовність переміщень механізмів ГKM на основі циклової діаграми.

Контрольні запитання

1. Особливості конструкції горизонтально-кувальних машин.
2. Переваги й недоліки ГKM.
3. Як класифікується ГKM за принципом дії?
4. Основні елементи кінематичної схеми ГKM.
5. Призначення й особливості роботи затискного механізму.
6. Як улаштована муфта горизонтально-кувальної машини конструкції НКМЗ?

Лабораторна робота № 7

КРИВОШИПНІ НОЖИЦІ

Мета роботи – вивчити улаштування кривошипних ножиць різних типів, провести розрахунок міцності столу листових ножиць побудувати циклограму роботи комбінованих прес-ножиць.

Кривошипні ножиці відносяться по ковальсько-пресових машин, призначених для розділових операцій і є основним технологічним обладнанням в заготівельних, ковальсько-штампувальних і листоштампувальних цехах для різки листів, прокату, труб та скрапу. Вони підрозділяються на ножиці з одним і двома кривошипами (відповідно ножиці одно- і двокривошипні). Ножиці листові з похилим ножом (гільйотинні ножиці) є двокривошипними. Решта ножиць відносяться до однокривошипних. Це висічні ножиці, ножиці для різки заготовок і алігаторні ножиці. Комбіновані прес-ножиці мають три виконуючих механізми і служать для різки сортового прокату, листів, полосок, а також пробивання отворів. Для різки труб використовуються спеціальні ножиці [12].

Для різки листа використовуються ножиці з паралельними ножами, з похилим ножом і висічні. Різка на кривошипних ножицях, як правило, прямолінійна, але може здійснюватись під різними кутами до країв листа і не під прямим кутом до поверхні листа (при підготовці його кромок під зварювання). Криволінійна різка можлива тільки на одному виді кривошипних ножиць – висічних.

В теперішній час ножиці для різки листа з паралельними ножами майже не використовуються тому, що потрібні великі зусилля різання. Розділ листового матеріалу на мірні заготовки в сучасних листоштампувальних цехах виконується, як правило, на гільйотинних ножицях. Ножі таких ножиць розташовані під кутом один до одного, що зменшує зусилля різки. При цьому нижній ніж влаштовується горизонтально, а верхній – під кутом $1^{\circ}\dots 3^{\circ}30'$ до горизонтальної площини. Для отримання якісного різку, для запобігання перегин і затягування металу між ножами, ножиці з похилим ножом оснащені притискним механічним або гідравлічним приводом, який при різці притискає лист до столу ножиць.

Основні параметри ножиць з похилим ножом регламентуються ГОСТ 6282-76, передбачаючи як головний параметр – товщину розрізаємого листа від 1,6 до 40 мм при ширині від 1000 до 4000 мм (частота ходів ножа 100...15 за хвилину).

Як приклад розберемо улаштування і принцип роботи малогабаритних ножиць з похилим ножом 1,15/600 мм (рис. 11). Рух від електродвигуна через клинопасову передачу 4 та зубчаті передачі 3 передається на колесо 1, яке вільно обертається на головному валі 14. Коли ножиці не включені на робочий хід, кулачкова муфта 2 відведена в крайнє ліве положення, притиснута торцем до станини і загальмована. При включенні ножиць на робочий хід муфта 2 при допомозі пневматичного циліндра 7 переміщується вправо і з'єднує зубчате колесо 1 з валом 14. Далі рух від ексцентриків 13 через шатуни передається на ножову балку б, до якої кріпиться верхній ніж. Нижній ніж кріпиться до столу 5 ножиць.

Щоб забезпечити різку мірних заготовок, ножиці обладнані регульовальним упором 12, який з'єднаний з ножовою балкою 6. Таким чином, упор при різці переміщується разом з ножовою балкою, а це потрібно, щоб відрізана заготовка не залишалась затиснутою між ножами і упором.

До моменту торкання верхнього ножа з розрізаємим металом спрацьовує притискний пристрій, принцип дії якого складається в поступному. Кулачок 8 діє на плунжер 9, причому профіль кулачка виконаний так, що при ході ножової балки униз, плунжер також переміщується униз і створює необхідний тиск масла для притиску листа до столу ножиць при допомозі притискачів 11. При ході ножової балки вгору кулачок звільнює плунжер 9, який під дією пружин повертається в попереднє положення. Тиск масла падає і притискачі 11 під дією пружин підіймаються нагору. Можливі втрати масла у гідравлічній системі притиску компенсуються за рахунок масла, яке надходить із бака 10. Тиск масла у системі регулюється зусиллям втиснення пружини запобіжного клапана. В разі перевищення розрахункового тиску шарик запобіжного клапана, стискаючи пружину, переміщується вліво і надлишок масла зливається в бак 10.

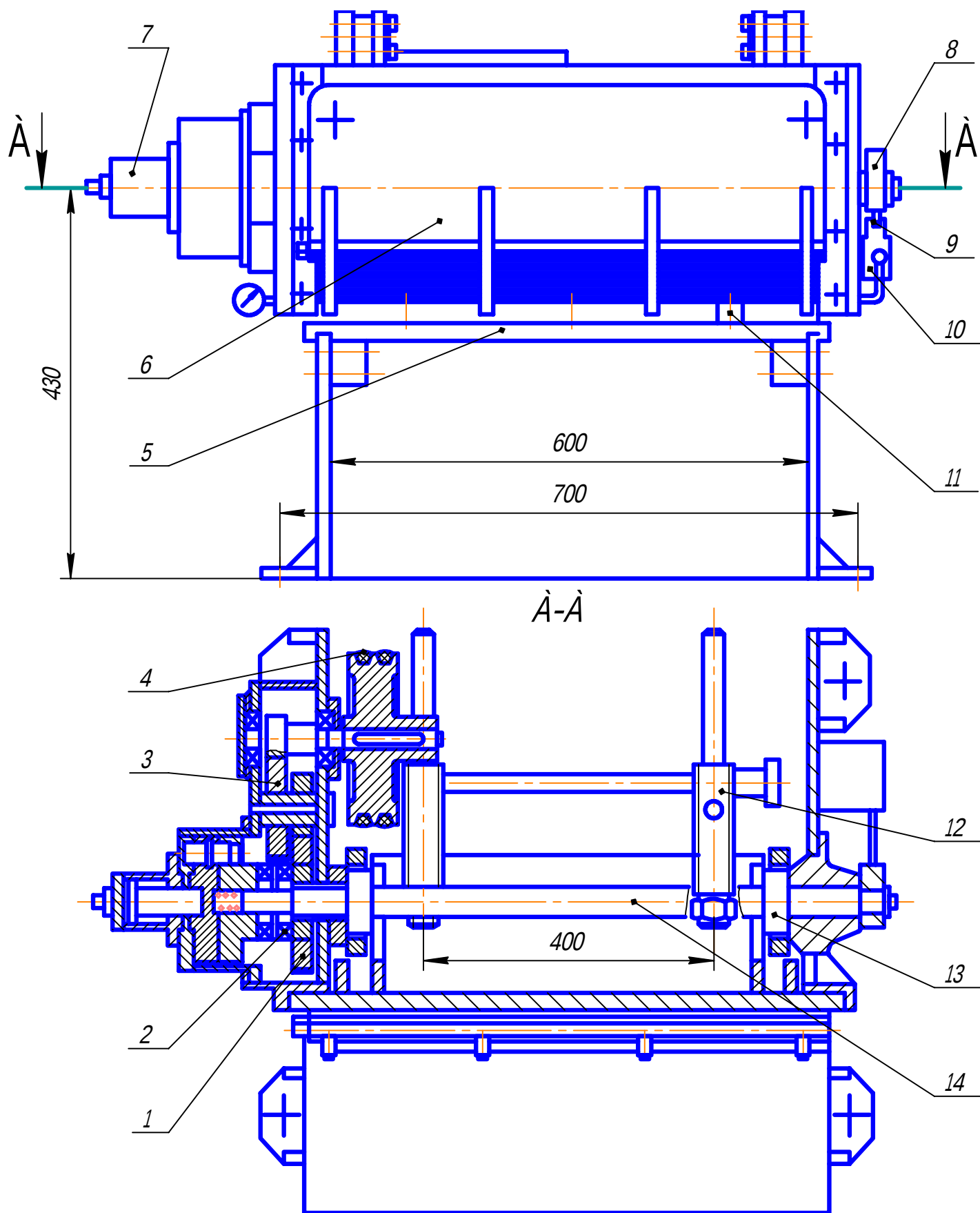


Рис. 11. Загальний вигляд листових ножиць з похилим
верхнім ножем 1, 15/600 мм

Висічні листові ножиці використовуються для різки листа, обрізання краю заготовки, вирізки різних фігур. Їх можна також застосувати для відбортуння, рифлення і формування. Висічні ножиці широко використовуються в металообробній промисловості і в інших галузях техніки для обрізання картону, вулканізованої гуми та інших матеріалів.

Випускаємі у теперішній час висічні ножиці згідно ГОСТ 16829-71 мають номінальні зусилля 8...50 кН (для матеріалу товщиною від 2,5 до 10 мм), довжину ходу ножа 5,5... 10 мм і кількість ходів від 2500...1500 до 600...200 за хвилину.

Привід висічних ножиць конструкції ЦНТУ (рис. 12) здійснюється від індивідуального електродвигуна типу АОЛ 2-21-4 ($N=1$ кВт, $n=1400$ об/хв.). Обертання через клинопасову передачу 2 передається на маховик 3, який закріплений на одному кінці головного ексцентрикового вала 4. З метою збільшення моменту інерції прироста на другому кінці головного вала встановлено другий маховик 5. Кривошипно-шатунний механізм приводить у зворотно-поступальний рух із частотою 500 ходів за хвилину циліндричний повзун 6, який переміщується у напрямних 7.

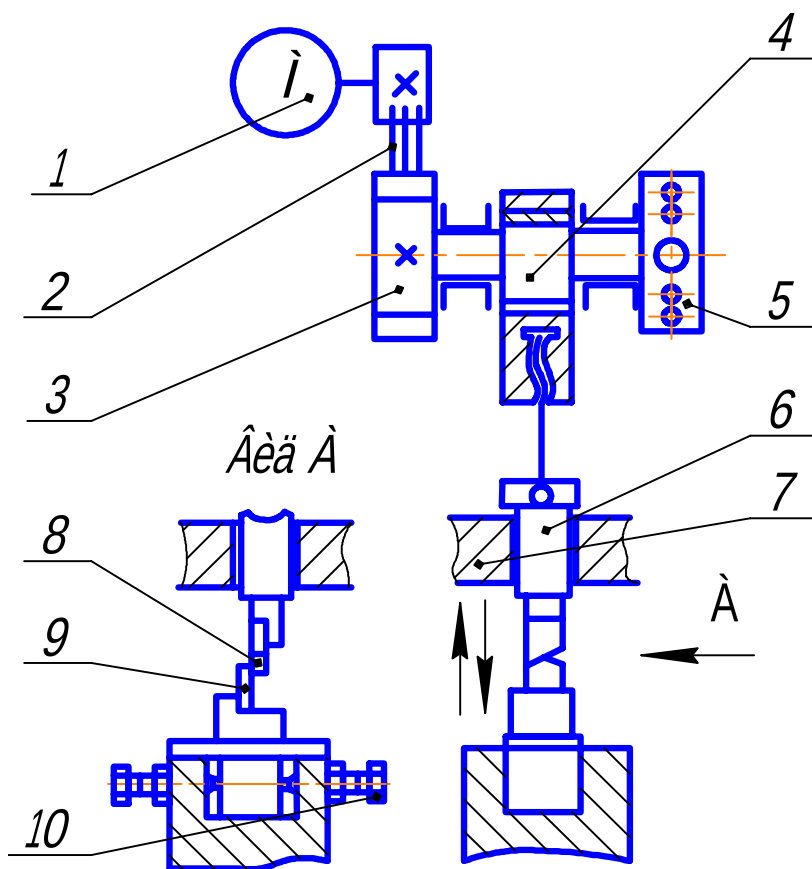


Рис. 12. Схема висічних ножиць

Верхній ніж 8 кріпиться до повзуна, а нижній 9 встановлений нерухомо, але при допомозі регулювальних гвинтів 10 може зміщуватись в поперечному напрямку з метою регулювання величини зазору між ножами. Включення ножиць кнопкове, запуск і зупинку проводять електродвигуном. Робочий механізм ножиць і асинхронний електродвигун закріплені на коробчастій С-подібній станині, звареної із листів. Ця конструкція висічних ножиць дозволяє розрізати металеві листи товщиною до 3 мм.

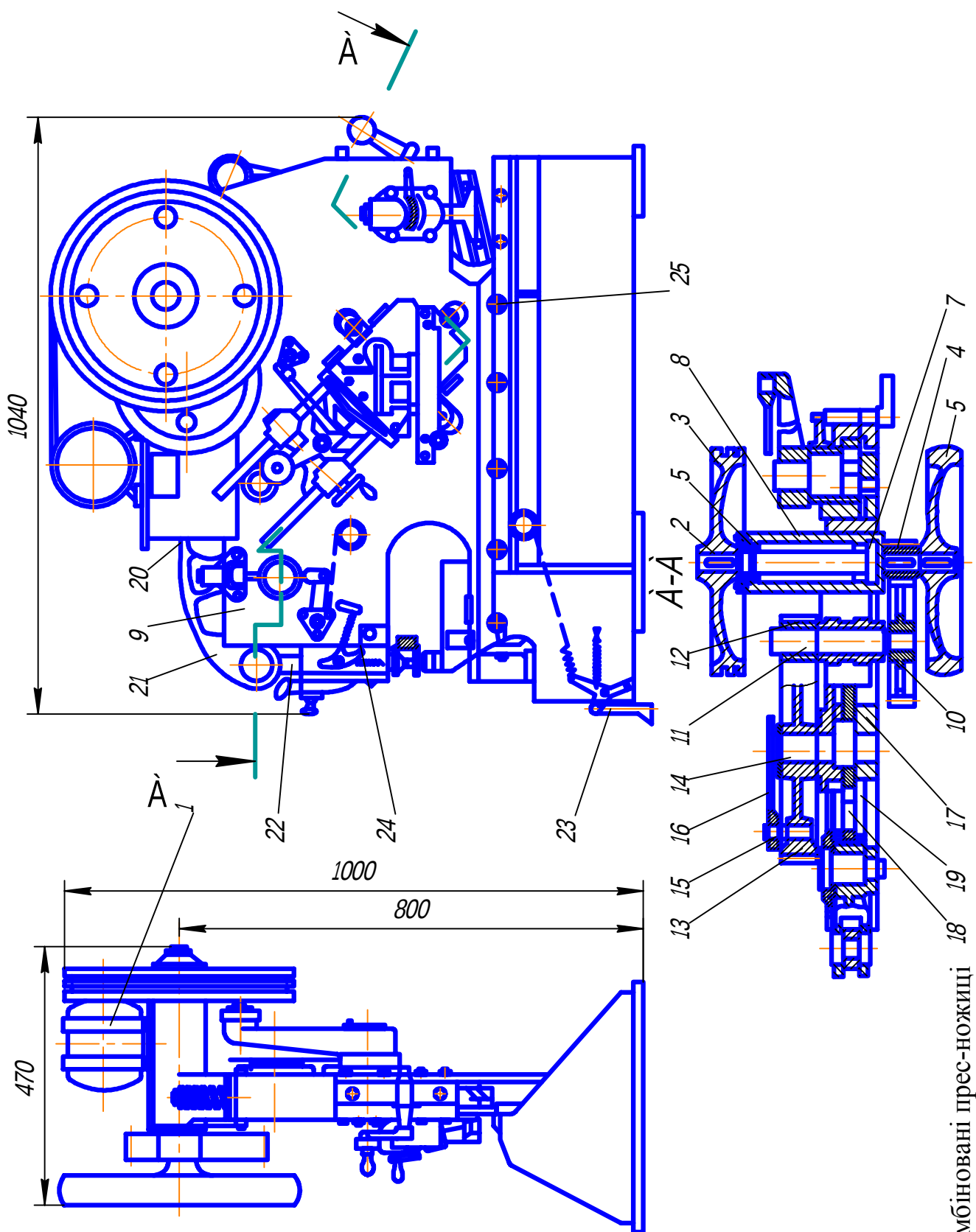


Рис. 13. Комбіновані прес-ножиці

Комбіновані прес-ножиці застосовуються для різки листового сортового і фасонного прокату, вироблювання зарубок та пробивки отворів у листовому матеріалі. Зони особливо вигідні в невеликих заготівельних цехах, де дозволяють зменшити число необхідного обладнання, виконуючи різні операції. Комбіновані прес-ножиці складаються із трьох основних механізмів: ножиць для різання сортового прокату; ножиць з похилим ножом для різки листа і преса для пробивки отворів. Усі ці механізми змонтовані на одній станині і мають загальний привід. Механізм керування повзуном листових і сортових ножиць – важільний, а управління диروطробивним пресом – важільне або педальне [12].

Основні параметри прес-ножиць регламентуються ГОСТ 7355-77, згідно з яким товщина розрізаємих листів 10...32 мм, діаметр вирізаємого круга 36...75 мм, сторона квадрата 32...65 мм, діаметр пробиваємого отвору 26...42 мм в матеріалі, товщина якого 10...32 мм, при кількості ходів за хвилину 63...78.

Лабораторні комбіновані прес-ножиці (рис.13) мають центральний механізм для різання сортового прокату, листові ножиці, розташовані з правої сторони від робочого місця і прес для пробивання отворів, розташований з лівої сторони [11, с.32-38].

Привід прес-ножиць складається із електродвигуна 1, який через клинопасову передачу обертає приводний вал 2. На приводному валі на шпонках посаджений маховик – шків 3, приводна шестірня 4 і другий маховик 5. Встановлення двох маховиків на кінцях приводного вала звільняє його від одностороннього навантаження і забезпечує рівновагу станини. Приводний вал 2 обертається в двох підшипниках 6 і 7, запресованих у загальному корпусі 8, який закріплений в станині 9. Станина прес-ножиць зварена з двох листів, які мають отвори для установлювання втулок підшипників. Приводна шестерня 4 приводить до обертання через зубчате колесо 10 проміжний вал 11, на другому кінці якого розміщена шестірня 12, яка входить у зчеплення із зубчатим колесом 13. Зубчате колесо 13 передає рух через шпонку ексцентриковому валу 14, а через встановлений на ободі палець – кривошипний 15, шатуну 16 листових ножиць. На ексцентрик валу 14 опираються шатун 17 – привід рухомого ножа сортових ножиць і шатун 18 преса для пробивання отворів. Обидва шатуні мають однакову конструкцію великої головки і з'єднані між собою скріплюючим кільцем 19. Передача руху від шатуну 18, мала головка якого через палець 20 шарнірно з'єднана з гойдаючимся важелем 21, здійснюється шатуном 22 та повзун преса для пробивання отворів. Включення повзуна преса на робочий хід здійснюється за допомогою ножної педалі 23 через трос, який проходить через систему роликів, або вручну за допомогою рукоятки 24. Для зручності повздовжньої різки листа на станині комбінованих прес-ножиць встановлені чотири підтримуючих ролики 25.

Обладнання, інструмент, матеріали

Малогабаритні листові ножиці з похилим ножом 1,15/600 мм, висічні листові ножиці і комбіновані прес-ножиці, останні з яких оснащені лінійками і шкалою, штангенциркуль та вороток для прокручування маховика.

Порядок виконання роботи

1. Ознайомитись з конструкцією вузлів та деталей листових ножиць з похилим ножом, висічних ножиць і комбінованих прес-ножиць.
2. По заданих викладачем марці і товщині сталі визначити зусилля різання заготовки листовими ножицями з похилим ножом [9, с. 94], МН:

$$P_p = 0.6 \cdot K \cdot \sigma_B \cdot \delta_s \cdot \frac{t^2}{tg\varphi} \cdot \left[1 + \frac{\sigma_B \cdot \Delta^2 \cdot h}{100 \cdot \delta_s \cdot t^3} + \frac{1.58 \cdot tg\varphi}{\delta_s} \right],$$

де K – коефіцієнт затуплення ножів, який приймається при:

$\sigma_B \leq 1000$ МПа – $K=1,2$;

$1000 < \sigma_B \leq 1500$ – $K=1,5$;

$\sigma_B > 1500$ МПа - $K= 2,0$;

σ_B – межа міцності матеріалу, МПа;

δ_5 – відносне подовження короткого стандартного зразку при розтягуванні;

t – товщина розрізаємого матеріалу, м;

φ – кут нахилу ножа;

Δ – зазор між ножами, м [12, с. 13];

h – відстань від ріжучої кромки ножа до вісі притиску, м.

2. Обчислити силу притиску листа P_{np} [12, с. 13], зусилля розпору T [8, с. 169], скласти розрахункову схему навантаження стола і траверси ножиць [8, с. 173], визначити напруження, виникаючі в них при різці, та величину деформації за допомогою обчислювальної техніки.

3. Провертаючи вручну моховик комбінованих прес-ножиць відмітити через кожні 10° кута повороту α головного вала переміщення профільного ножа S_1 , похилого ножа S_2 і повзуна диркопробивного преса S_3 .

4. Отримані результати занести в табл.9 і побудувати графіки залежності переміщень виконуючих механізмів прес-ножиць від кута повороту головного вала $S = f(\alpha)$.

Таблиця 9

α ,град	0	10	20	30	40	...	340	350	360
S_1 , мм									
S_2 , мм									
S_3 , мм									

5. На основі побудованих графіків скласти в масштабі циклову діаграму роботи комбінованих прес-ножиць.

Зміст звіту

1. Навести кінематичні схеми та короткий опис листових ножиць а похилим ножем, висічних ножиць і комбінованих прес-ножиць.

2. За вказівкою викладача виконати ескіз з основними розмірами і детально описати один з вузлів ножиць. Навести розрахункову схему і результати розрахунку міцності стола і траверси листових ножиць.

3. Скласти таблицю, побудувати графіки і циклову діаграму комбінованих прес-ножиць.

4. Зробити висновки про роботу, в яких вказати призначення і область застосування різних типів кривошипних ножиць, а також відмінні особливості їх конструкції.

Контрольні запитання

1. Класифікація і область застосування кривошипних ножиць.

2. З яких основних вузлів складаються листові ножиці а похилим ножем?

3. Чому кут нахилу верхнього ножа листових ножиць до горизонтальної площини не перебільшує 6° ?

4. Для чого потрібен притиск листа при його різці на кривошипних ножицях з похилим ножом?
5. Вплив величини зазору між ножами на зусилля різання матеріалу листовими ножицями.
6. Особливості застосування висічних ножиць в промисловості.
7. Як здійснюється регулювання зазору між ножами у висічних ножицях?
8. Переваги і недоліки комбінованих прес-ножиць.
9. Яким чином повзун діркопробивного преса комбінованих прес-ножиць вмикається на робочий хід?
10. За якими основними параметрами розрізаємого матеріалу здійснюється вибір потрібного типорозміру ножиць?

Лабораторна робота № 8

ВИВЧЕННЯ УЛАШТУВАННЯ І СКЛАДАННЯ ЦИКЛОГРАМИ РОБОТИ МЕХАНІЗМІВ ДВОХУДАРНОГО ХОЛОДНОВИСАДЖУВАЛЬНОГО АВТОМАТА (ХВА) З СУЦІЛЬНОЮ МАТРИЦЕЮ

Мета роботи: вивчити улаштування ХВА; скласти циклограму роботи всіх механізмів автомата.

Теоретичні відомості

За типовими технологічними прикметами ковальсько-штампувальні автомати поділяють на листоштампувальні й автомати для об'ємного штампування. Найширшу групу складають автомати для виробництва стержневих деталей з головкою (болтів, гвинтів, заклепок), кульок, гайок як у холодному, так і в гарячому стані деформованого металу [7; 1,2].

Автомати для холодного об'ємного штампування поділяють на одно- і багатопозиційні, що дозволяє застосовувати їх для виготовлення найрізноманітніших деталей: від найпростіших – типу болтів і гвинтів, до складних – типу поршневих пальців, свічок автомобільних двигунів і т. ін.; з різних матеріалів: від маловуглецевих до легованих сталей і жароміцних сплавів. Однопозиційні автомати бувають одно- і двохударними залежно від кількості пуансонів, закріплених на повзуні; тому одна деталь виготовляється відповідно за один або за два ходи повзуна.

Залежно від довжини стержня одержуваної деталі однопозиційні автомати виготовляють з суцільною (за довжини стержня до 10 діаметрів) або з роз'ємною (більше від 10 діаметрів) матрицею. Останніми роками випуск автоматів із роз'ємними матрицями скоротився внаслідок складної конструкції машини [4].

Проектуючи виконавчі механізми автоматів, звичайно використовують циклові діаграми-графіки у функції кута повороту вала головного механізму. На них вказують межі регулювання окремих механізмів як щодо переміщення, так і за кутом повороту, що в кінцевому результаті дає змогу в процесі експлуатації налагоджувати і регулювати їх.

Малогабаритний двохударний автомат із суцільною матрицею призначений для холодного висаджування болтів, гвинтів, заклепок та інших подібних виробів з каліброваного металу в бунтах або прутках.

Технологічна характеристика ХВА

Найбільший діаметр стержня виробу, м	$5 \cdot 10^{-3}$
Найбільша довжина стержня виробу, м	$12 \cdot 10^{-3}$
Найменша довжина стержня виробу, м	$6 \cdot 10^{-3}$

Хід висаджувального повзуна, м.....	0,05
Число ходів висаджувального повзуна за хвилину	152
Потужність електродвигуна, кВт	1,8
Частота обертання електродвигуна, об/хв	1440
Габаритні розміри, м	0,82x0,05x0,45

На рис. 14 показано кінематичну схему двохударного холодновисаджувального автомата із суцільною матрицею. Від електродвигуна 1 через клинопасову передачу 2 рух передається на маховик 14, який сидить на колінчастому валі 3 і далі через конічну зубчасту передачу 4 на розподільний вал 5, від якого приводяться в рух механізм повороту головки 6, механізми відрізання і перенесення заготовки 7, виштовхувача 8 і подачі 9, Висаджувальний повзун 12 одержує обертально-поступальний рух від колінчастого вала 3 через шатун 13. На передній частині повзуна 12 розташовано поворотну головку 11, до якої кріпиться пуансонотримач і пуансони 10. Оберт головки роблять для почергового встановлення в робоче положення попереднього і кінцевого пуансонів. Він здійснюється кулачками, роликами і системою важелів механізму повороту головки 6.

Механізм різання і перенесення заготовки 7 до вісі саджувальної матриці складається з кулачків, установлених на розподільному валі, роликів, ножового штока, прямого стержня і ножа.

Висаджені вироби прибираються з порожнини матриці виштовхувачем 8, який включає в себе кулачки, установлені на розподільному валі 5, ролики, систему важелів, шліцевий вал, штовхач і виштовхувач.

Механізм подачі заготовки відповідної довжини у відрізну матрицю 9 складається з кривошипної шайби, яка встановлена на розподільному валі, шатуна, зубчастої рейки, що перебуває в зачепленні із зубчастим колесом. Переривчасте обертання подавальних роликів забезпечується храповим механізмом, що складається із зубчастого колеса, яке перебуває в зачепленні з рейкою, собачок храпового механізму і храпового колеса, жорстко закріпленого на нижньому валі.

Обертання нижнього валу на верхній вал передається зубчастою парою з передавальним відношенням 1:1. Подавальні ролики мають на торцях профільні канавки, та відповідають діаметру заготовки. Станина преса – зварна зі сталевих листів. Колінчастий вал, шестерні, кулачки, ролики, пальці та інші деталі піддають термічній обробці.

Система примусового автоматичного змащення усіх тертьових деталей автомата складається з насоса, масляного резервуара, всмоктуючого і нагнітаючого трубопроводів. Шків привода насоса одержує обертання від колінчастого вала через пасову передачу, пас якої виконано у вигляді спіральної пружини.

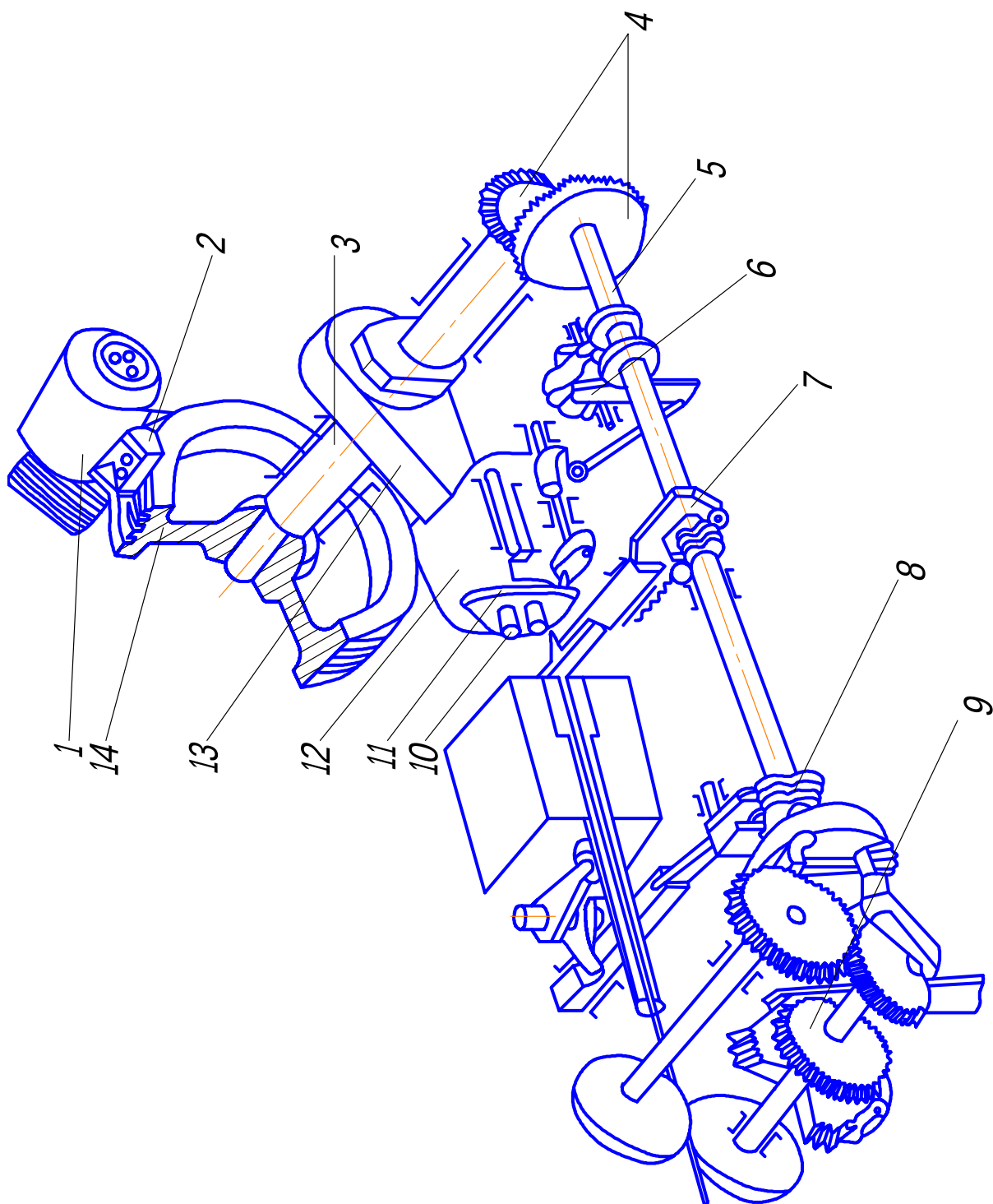
Обладнання, інструмент, матеріали

Малогабаритний двохударний холодновисаджувальний автомат із суцільною матрицею, оснащений лінійками і кількома шалами, штангенциркуль і вороток для повертання маховика.

Порядок виконання роботи

1. Обертаючи вручну маховик автомата на 720°, відмітити через кожні 10° кут повороту α колінчастого вала за шкалою, закріпленою на ободі маховика. Відповідно до кута повороту колінчастого вала слід зафіксувати:

- переміщення висаджувального повзуна 5 по лінійці, закріпленій на напрямній повзуна;



Мал.14. Кінематична схема двохударного холодновидавального автомата з суцільною матрицею

- кут переміщення φ поворотної головки з пуансонами навколо своєї осі за шкалою, розміщеною на висаджувальному повзуні;
- переміщення L ножа по лінійці, закріплений на ножовому штоці;
- хід H виштовхувача по переміщенню стрілки вздовж лінійки, закріплений на стояку;
- кут повороту подавального ролика у за шкалою з ціною поділки 5° , закріпленою на верхньому ролику механізму подачі.

2. Визначити подачу заготовки, відповідну кожному куту повороту колінчастого валу, мм:

$$h = \frac{\pi \cdot d \cdot \gamma}{360^\circ},$$

де d – внутрішній діаметр подавального ролика, виміряний по дну канавки для подачі заготовки, мм.

3. Здобуті результати занести до табл. 10 і побудувати графіки залежності переміщення і кутів повороту механізмів ХВА від кута повороту колінчастого вала: $S=f(\alpha)$; $\varphi=f(\alpha)$; $L=f(\alpha)$; $H=f(\alpha)$; $h=f(\alpha)$.

Таблиця 10

α , град	0	10	20	30	40	...	700	710	420
S , мм									
φ , град									
L , мм									
H , мм									
γ , град									
h , мм									

4. Побудувати в масштабі на основі одержаних графіків загальну діаграму роботи ХВА.

Зміст звіту

1. Навести кінематичну схему і коротко описати роботу холодновисаджувального автомата.
2. За вказівкою викладача виконати ескіз і докладно описати один з вузлів ХВА, скласти циклову діаграму його роботи
3. Скласти таблицю і побудувати графіки і загальну циклову діаграму холодновисаджувального автомата.
4. Зробити висновки з роботи, в яких проаналізувати особливості конструкції ХВА і послідовність переміщення його механізмів на основі циклової діаграми.

Контрольні запитання

1. Особливості конструкції автоматів для об'ємного штампування.
2. Основні елементи кінематичної схеми холодновисаджувального автомата.
3. Призначення циклової діаграми ХВА.
4. Як налагоджуються основні механізми ХВА?
5. В якій послідовності експериментально складається циклова діаграма автомата, що вивчається?

ВИВЧЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ І СКЛАДАННЯ ЦИКЛОВОЇ ДІАГРАМИ РОБОТИ ЛИСТОШТАМПУВАЛЬНОГО АТОМАТА З НИЖНІМ ПРИВОДОМ

Мета роботи: вивчити улаштування листоштампувального автомата з нижнім приводом; скласти циклову діаграму роботи механізмів.

Теоретичні відомості

Листоштампувальні автомати поділяються на універсальні та спеціальні. Універсальні автомати включають в себе три групи машин: з нижнім приводом, верхнім приводом і з самоподачею матеріалу. Вони призначені для виготовлення виробів з широкою номенклатурою з використанням різних операцій порізно, або у визначеній послідовності. Спеціальні автомати використовують для виготовлення виробів заданої форми, наприклад стопорних кілець, платяних ґудзик [1].

Листоштампувальні автомати з нижнім приводом використовуються для штампування із смуги або із стрічки у штампах послідовної дії з міжопераційною подачею через робочу зону за допомогою двосторонньої валкової подачі. Їх визначальні особливості:

а) можливість використання штампів без блоків, що на 20...30% знижує вартість оснащення. В цьому випадку автомат використовують як універсальний блок для встановлення і кріплення штампів, оскільки рухома траверса, до якої кріпиться верхня частина штампа, має надійні напрямні;

б) низьке розташування центра ваги обертальних рухомих мас листоштампувального автомата, що забезпечує мінімальну вібрацію в процесі роботи і дозволяє підвищувати його швидкохідність.

Технічна характеристика листоштампувального автомата з нижнім приводом

Номінальне зусилля, кН.....	63
Хід повзуна, м.....	$14 \cdot 10^{-3}$
Число ходів повзуна за хвилину.....	250
Закрита висота преса, м.....	$75 \cdot 10^{-3}$
Регулювання закритої висоти, м.....	$40 \cdot 10^{-3}$
Максимальна подача стрічки, м.....	$60 \cdot 10^{-3}$
Максимальна ширина стрічки, м.....	$60 \cdot 10^{-3}$
Максимальна товщина стрічки, м.....	$1 \cdot 10^{-3}$
Розміри столу, м:	
ширина.....	0,215
довжина.....	0,26
Розміри між напрямними втулками, м.....	$63 \cdot 10^{-3}$
Габаритні розміри автомата, м:	
ширина.....	0,505
довжина.....	0,575
висота.....	0,542

На рис. 15 показано кінематичну схему листоштампувального автомата з нижнім приводом. Від електродвигуна 10 через клинопасову передачу 11 рух передається на маховик 12. Останній через муфту вмикання, вбудовану в нього, з'єднується з колінчастим валом 9 і далі через шатун 8 передає обертальний рух у вертикальній площині повзуна 7. Повзун 7 переміщується в бічних напрямних 6, закріплених у станині преса. За допомогою чотирьох циліндричних колонок 4, що проходять через напрямні втулки в столі преса 3,

повзун зв'язаний з верхньою траверсою 2. Траверса слугує місцем кріплення верхньої частини штамп, який встановлюють на столі преса 3. Матеріал подається за допомогою двох пар валків 1, які приводяться в дію кулісно-рейковим механізмом 5.

Обладнання, інструмент, матеріали

Листоштампувальний автомат з нижнім приводом зусиллям 60 кН (6,3 тс), обладнаний лінійками і шкалою, індикатор із стояковом; штангенциркуль.

Порядок виконання роботи та розрахунків

1. За поточним значення ходу повзуна S і відповідним йому значенням $\cos\alpha$ визначити кут повороту кривошипа α .

2. За шкалою, закріпленою на опорній плиті автомата, відмітити кут φ переміщення куліси залежно від переміщення повзуна S , при заданому значенні радіуса кривошипа куліси R_K .

3. За лінійкою, закріпленою на кулісі, зафіксувати переміщення нижнього каменя куліси H_H залежно від ходу повзуна S .

4. За лінійкою, закріпленою на верхній частині куліси, визначити переміщення верхнього каменя куліси H_B залежно від ходу повзуна S .

5. За заданого радіуса кривошипа куліси R_K по лінійці, закріпленій на рейці механізму подачі, відмітити горизонтальне переміщення рейки L і кут повороту подаючого валка γ залежно від ходу повзуна S .

6. На основі кута повороту подавального ролика обчислюємо подачу, мм:

$$h = \frac{\pi \cdot d \cdot \gamma}{360}$$

де d - діаметр подавального валка, мм.

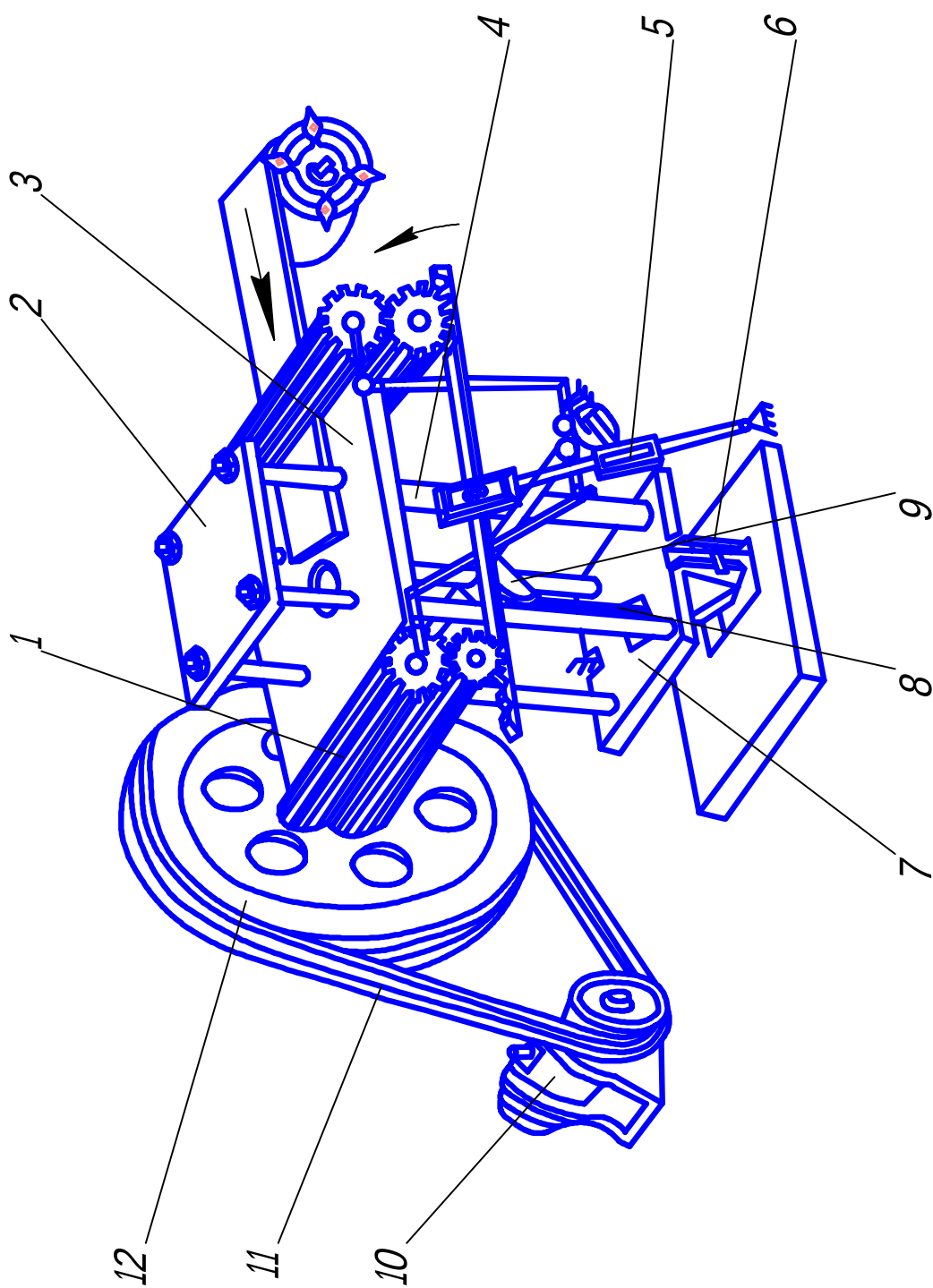
За індикатором, установленим на кронштейні механізму подачі, зафіксувати переміщення l верхнього ролика залежно від ходу повзуна S .

7. Результати вимірювань занести до таблиці 11 і побудувати графіки залежності переміщення і кута повороту механізмів автомата від ходу повзуна: $\alpha=f(S)$, $\varphi=f(S)$, $H_H=f(S)$, $H_B=f(S)$, $h=f(S)$, $l=f(S)$.

Таблиця 11

S , мм										
$\cos\alpha$										
α , град										
φ , град										
H_H , мм										
H_B , мм										
L , мм										
γ , град										
h , мм										
l , мм										

Побудувати в масштабі на основі одержаних графіків загальну циклову діаграму робота листоштампувального автомата.



Мал.15. Кінематична схема листостампувального автомата з нижнім приводом

Зміст звіту

1. Навести кінематичну схему і короткий опис роботи листоштампувального автомата з нижнім приводом.
2. За вказівкою викладача виконати ескіз і докладно описати один з механізмів листоштампувального автомата.
3. Скласти таблицю, побудувати графіки і загальну циклову діаграму листоштампувального автомата.
4. Зробити висновки про роботу.

Контрольні запитання

1. Як класифікуються листоштампувальні автомати?
2. Визначальні особливості листоштампувальних автоматів з нижнім приводом.
3. Основні елементи кінематичної схеми листоштампувального автомата.

Лабораторна робота № 10

ДОСЛІДЖЕННЯ СТАТИКИ КРИВОШИПНОГО МЕХАНІЗМУ З КРУГОВИМ ШАТУНОМ

Мета роботи – дослідити силові параметри кривошипного механізму з круговим шатуном, експериментально визначити величину коефіцієнта тертя в шарнірах і отримати навички роботи з тензометричною і реєструючою апаратурою.

Загальні відомості

Кривошипні виконавчі механізми звичайних пресів, як правило, характеризуються дуже малими силами інерції, в зв'язку з чим має сенс аналізувати силові параметри в статичному стані. Особливість розрахунку сил, діючих на окремі ланки механізмів, необхідність урахування дії сил тертя. Достатньо великі прикладені сили обумовлюють великі діаметри вісів шарнірів, які спільномірні з розмірами ланок, тому зневаження силами тертя при розрахунках призводить до значних похибок.

Для подолання технологічного зусилля деформації металу P_d до кривошипного вала необхідно прикласти крутний момент M_k , Величина крутного моменту залежить як від величини технологічного зусилля, так і від параметрів виконавчого механізму: значення кута повороту α кривошипного вала, коефіцієнта тертя μ , радіусів кривошипу R , великої R_A та малої R_B головок шатуна, опорної шийки вала R_o , а також довжини шатуна L .

Відношення крутного моменту M_k на кривошипному валі до технологічного зусилля P_d називається зведеним до кривошипного вала плечем крутного моменту або зведеним відносним плечем тертя m_k . Приведене плече крутного моменту (сили) у реальному механізмі дорівнює сумі зведених ідеального плеча і плеча тертя [9, с.64].

$$m_k = \frac{M_k}{P_d} = m_k^a + m_k^f,$$

Іншими словами, зведене плече m_k – це величина крутного моменту, яка припадає на одиницю технологічного зусилля. Отже, значення зведеного плеча при заданому положенні кривошипа не залежить від величини технологічного зусилля, визначається тільки параметрами аксіального кривошипно-повзунного механізму:

$$m_k = R \cdot \left(\sin \alpha + \frac{\lambda}{2} \cdot \sin 2\alpha \right) + \mu \cdot [(1 + \lambda) \cdot R_A + \lambda \cdot R_B + R_o],$$

де $\lambda = \frac{R}{L}$ – коефіцієнт шатуна.

Основною задачею статички кривошипного механізму є визначення зведеного плеча крутного моменту m_K , у функції кута повороту α кривошипа, або ходу повзуна S . Знаючи величини плеча крутного моменту і технологічного зусилля на повзуні, можна здійснити всі основні розрахунки кривошипного преса: розрахунки міцності головного, приймального та проміжного валів, зубчатих передач, енергетичний розрахунок і т.д.

Звичайно в теоретичних розрахунках приймається середня зведена величина коефіцієнта тертя, однакова для всіх шарнірів та плоских напрямних, що є припущенням. Встановлено, що коефіцієнт тертя μ зменшується при підвищенні швидкості проковзування та рості питомих зусиль, а головне, при забезпеченні належних умов подачі мастила. Теоретичне визначення коефіцієнта тертя для даних нестабільних умов (змінюються за цикл взаємні швидкості проковзування, питомі зусилля на поверхнях і т.д.) представляється нераціональним [8, с.25]. Тому для нових кривошипних механізмів необхідна експериментальна перевірка основних теоретичних залежностей і дослідне знаходження величини коефіцієнта тертя.

Якщо для даного виконавчого механізму теоретична залежність $m_K^{теор} = f(\alpha, \mu)$ або $m_K^{теор} = f(S, \mu)$ відома, то, навантажуючи, повзун деяким зусиллям, вимірюючи при цьому хід повзуна, кут повороту кривошипного вала і крутний момент на валу, можна отримати дослідні точки та побудувати експериментальну криву $m_K^{експ} = f(\alpha, \mu)$. Порівняння отриманих даних з теоретичною залежністю дозволяє, з однієї сторони, судити про ступінь співпадання експериментальних і теоретичних результатів, а з другої – підібрати величину коефіцієнта тертя μ , при якій теорія більш точно співпадає з експериментом.

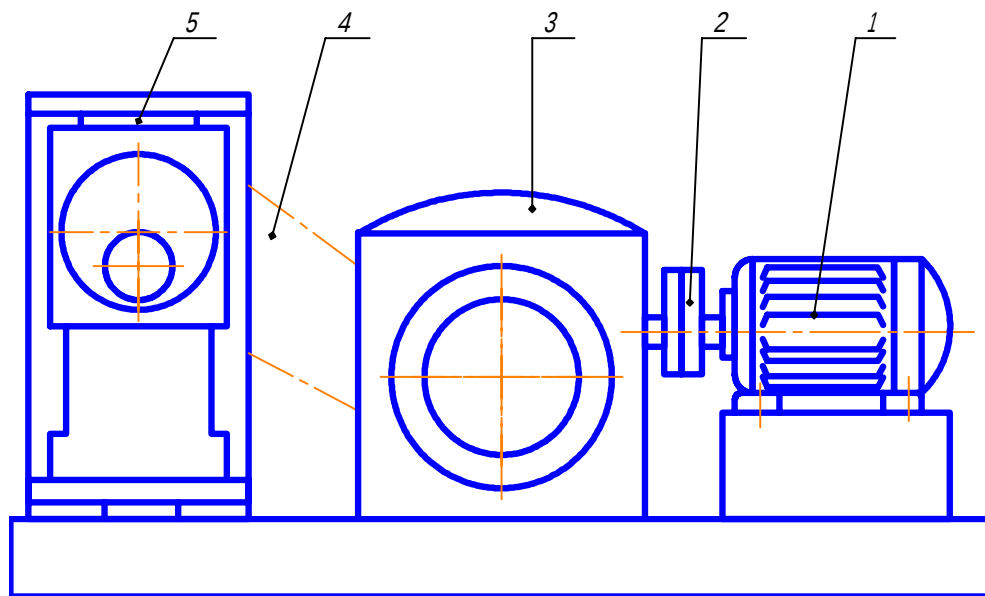


Рис.16. Загальний вигляд лабораторної установки для дослідження статички виконавчого механізму

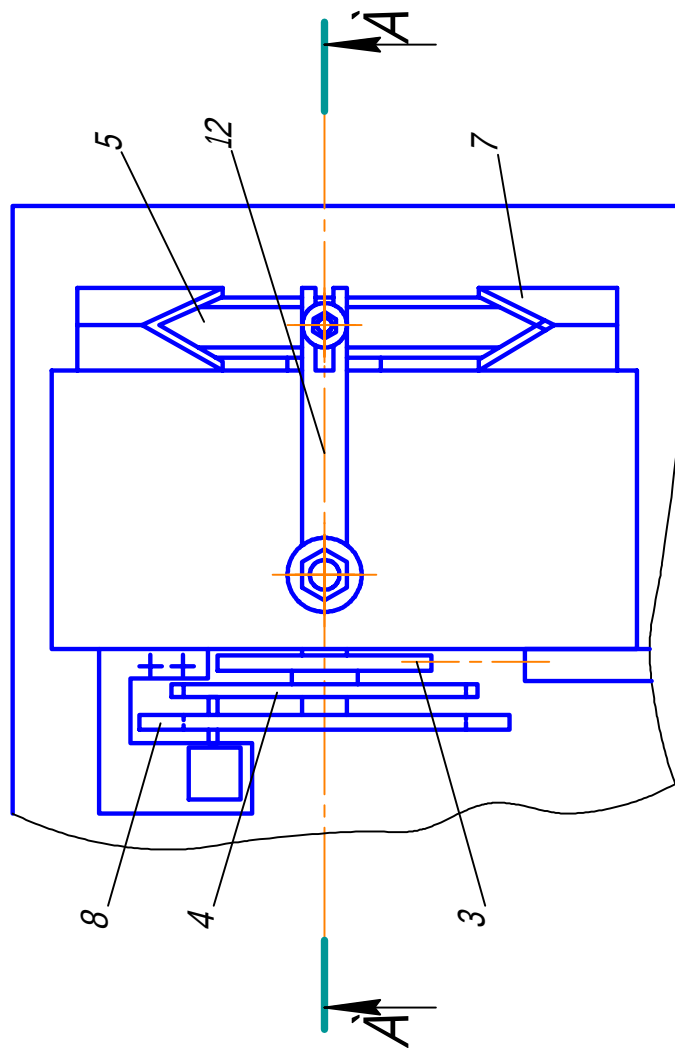
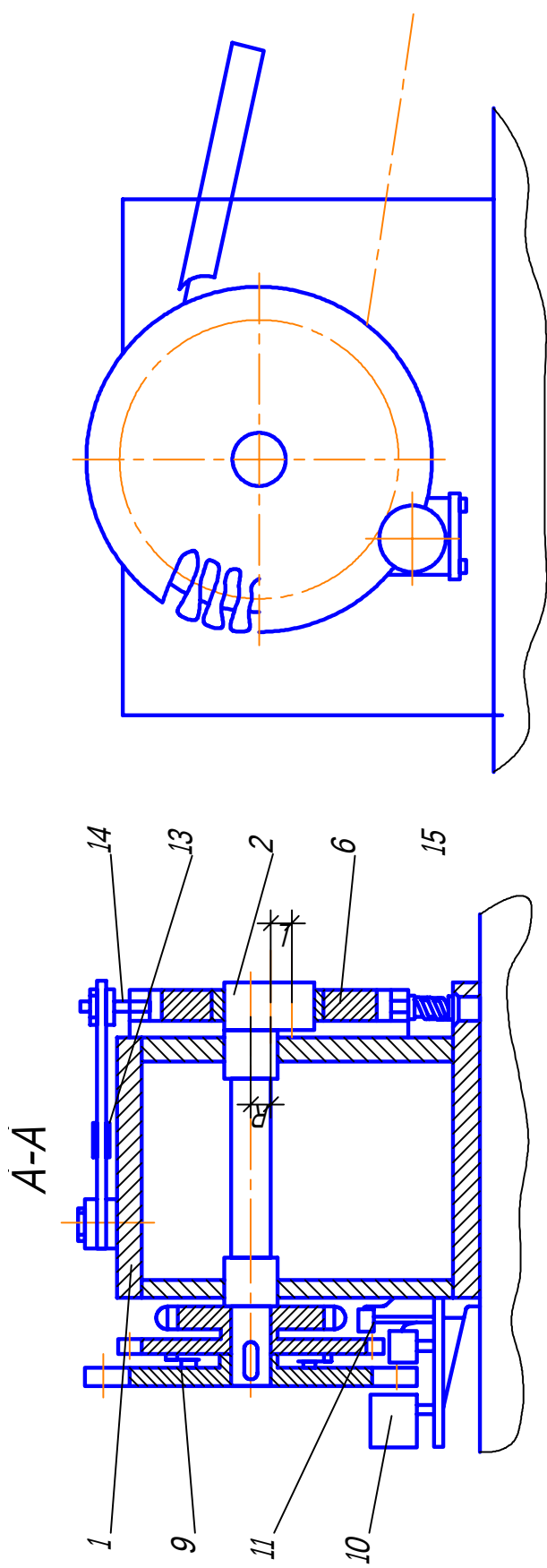


Рис. 17. Схема кривошипного исполнительного механизма
з круговим шатуном і апаратурою
для реєстрації його параметрів

Для дослідження статички виконавчого механізму використовується установка (рис.16), яка складається з електродвигуна 1, муфти 2, редуктора 3, ланцюгової передачі 4 і кривошипного механізму 5 з круговим шатуном. У свою чергу, кривошипний виконавчий механізм а круговим шатуном (рис.17) має станину 1, кривошипний вал 2, на якому вільно посаджена зірочка 3, виконана за одне ціле з диском 4, а з другої сторони розташований повзун 5, з'єднаний з кривошипним валом через круговий шатун 6, що переміщується у напрямних 7, які закріплені на станині.

Дана установка оснащена засобами вимірювання основних параметрів досліджуваного виконавчого механізму. Для реєстрації величини крутного моменту M_k на кривошипному валі 2 механізму встановлений на шпонці диск 8, який зв'язаний із зіркою і ведучим диском 4 за допомогою пластинчатих пружин 9. Обидва диски 4 і 5 мають на периферійній частині однакову кількість прорізів, які за відсутності навантаження на повзуні і незначних силах тертя в рухомих з'єднаннях повністю між собою співпадають. У випадку збільшення навантаження на повзуні і, відповідно, підвищення величини крутного моменту на кривошипному валу, проходить за рахунок деформації пластинчатих пружин 9 зміна величини тілі між прорізами у дисках 4 і 5 та зменшення світлового потоку, який проходить через щіль від освітлювального пристрою 10. Внаслідок зменшення світлового потоку змінюється струм фотодіода 11, який реєструється приладами.

Тарирування фотодіода відмітчика величини крутного моменту проводиться так. Повзун виконавчого механізму фіксують у проміжному положенні, а до ведучої зірочки прикріплюють важіль певної довжини l . Потім послідовно до важеля підвішують різні вантажі з відомою силою ваги до величини, відповідній максимальному крутному моменту $M_{k \max}$. Одночасно проводять запис сигналів, що надходять від фотодіода і підсиленних тензометричним підсилювачем.

Ходограф шляху являє собою стальну пластину 12, до якої приклеєні два датчики 13. Пластина одним кінцем закріплена на станині установки, а другим – з'єднана з гвинтом 14, який впирається у верхню торцеву частину повзуна. При переміщенні повзуна пластина разом з датчиками вигинається, що призводить до виникнення електричного сигналу непогодження опорів двох половин мосту. Цей сигнал підсилюють і записують при допомозі самописного приладу. Тарирування ходографа шляху проводиться при переміщенні повзуна від нижньої мертвої точки вгору до верхньої мертвої точки і потім вниз при прокручуванні кривошипного вала у сторону, зворотню його реальному обертанню в процесі роботи.

Зусилля стиснення пружини 15, яка встановлена під повзуном, визначають, жорстко з'єднавши обидва диски і переміщуючи повзун із крайнього верхнього у крайнє нижня положення. При цьому відмічають величину крутного моменту, створеного вантажем, підвішаним до важеля, і переміщення повзуна. Виходячи із останнього по графіку жорсткості пружини встановлюють зусилля її стиснення.

Обладнання, інструмент, матеріали

Лабораторна установка для дослідження статички кривошипного механізму з круговим шатуном, тарирувальний важіль і набір вантажів, тензометричний підсилювач, осцилограф, фотодіод, металева лінійка.

Порядок виконання роботи

1. Ознайомитись з інструкцією до роботи, лабораторною установкою, призначенням кожного її елемента; вивчити правила роботи з тензометричною і реєструючою апаратурою.

2. У присутності учбового майстра провести тарирування фотодіода відмітчика

величини крутного моменту, ходографа шляху і гвинтової пружини стиснення, встановленої під повзуном.

3. Навести запис досліджуваних параметрів кривошипного виконавчого механізму а круговим шатуном при різній частоті обертів електродвигуна.

4.Продивитись отримані графіки, позначити початок і кінець записаного процесу, виконати маркування кривих за досліджуваними параметрами вказівкою масштабів. По відомих значеннях переміщення повзуна визначити кут повороту кривошипного вала [3, с.90, (2/11)] .

5.Провести вимірювання зареєстрованих параметрів у такій послідовності.

5.1. Визначити по кривій переміщення повзуна точку, відповідаючу його крайньому нижньому положенню, і від неї розкреслити графік вертикальними лініями у напрямку, протилежному напрямку обертання кривошипа, із кроком $\alpha=10^\circ$ до крайнього верхнього положення.

5.2. Починаючи від нижнього крайнього положення при $\alpha=0^\circ$, виміряти лінійкою по кожній вертикальній лінії значення переміщення говзуна S і крутного моменте M_k , занести їх разом з величиною кута повороту α кривошипного вала в табл.12. Вимірювання провести від $\alpha=0^\circ$ до $\alpha=180^\circ$. Переклад значень S і M_k здійснити за тарирувальними графіками.

Таблиця 12

Переміщення повзуна		Експериментальні дані				Розрахункові дані		Відхилення розрахункових даних від експериментальних
		Кут повороту кривошипа	Крутний момент	Величина стиснення пружини	Зусилля створене пружиною	Зведе-не плече	Крут-ний момент	
мА	мм	град	мА	Н•м	мм	Н	мм	Н•м

5.3. Користуючись графіком жорсткості гвинтової пружніш, визначити на основі значень переміщень повзуна величину зусилля стиснення пружини.

6. Розрахувати по формулах значення m_k і M_k ,а також відхил розрахункових даних від експериментальних. Занести всі отримані результати у таблицю.

Зміст звіту

1. Навести стислі теоретичні відомості і скласти структурну схему лабораторної установки, а також апаратури для реєстрації переміщення повзуна та величини крутного моменту.

2. Виконати ескіз кривошипного механізму з круговим шатуном.

3. Виконати на міліметровці тарирувальні графіки ходографа, відмітчика крутного моменту, графік жорсткості гвинтової пружини і всі експериментально отримані криві.

4. Скласти таблицю з експериментальними і розрахунковими даними.

5. Проаналізувати отримані результати.

Контрольні запитання

1. Що розуміється під зведеним плечем крутного моменте?

2. Від яких параметрів залежить величина крутного моменту на кривошипному валу?

3. Переваги і недоліки кривошипного механізму з круговим шатуном.

4. Принцип дії відмітчика кутових переміщень кривошипного вала.

5. Принцип дії відмітчика величини крутного моменту.

- 6 . Як реєструються лінійні переміщення повзуна за допомогою ходографа?
- 7 . Призначення тарировальних графіків.
- 8 . Принцип роботи реєструючої апаратури.
- 9 . Що розуміється під статикою кривошипного механізму?
10. Від яких факторів залежить значення коефіцієнта тертя в рухомих з'єднаннях кривошипного механізму?

ЛІТЕРАТУРА

1. Живов Л.И., Овчинников А.Г. Кузнечно-штамповочное оборудование. Прессы. – Киев: Вища шк., 1981. – 376 с.
2. Власов В.И., Борзыкин А.Я., Букин-Батырев И.К. и др. Кривошипные кузнечно-прессовые машины. Теория и проектирование / Под ред. В.И.Власова. – М.: Машиностроение, 1982. – 424 с.
3. Банкетов А.Н., Бочаров Ю.А., Добринский Н.С. и др. Кузнечно-штамповочное оборудование / Под ред. А.Н.Банкетова, Е.Н.Ланского. – М.: Машиностроение, 1982. – 575 с.
4. Ланской Е.Н., Банкетов А.Н., Элементы расчета узлов кривошипных прессов. – М.: Машиностроение, 1966. – 575 с.
5. Живов Л.И., Овчинников А.Г. Кузнечно-штамповочное оборудование. Молоты. Ротационные машины. Импульсные штамповочные устройства. – Киев: Вища школа, 1972. – 282 с.
6. Ровинский Г.Н., Злотников С.Л. Листоштамповочные механические прессы. – М.: Машиностроение, 1986. – 376 с.
7. Кривошипные кузнечно-прессовые машины /В.И.Власов, А.Я.Борзыкин, И.К.Букин-Батырев и др.: Под ред. В.И.Власова. – М.: Машиностроение, 1982. – 424 с.
8. Электрооборудование кузнечно-прессовых машин: Справочник /В.Е.Стоколов, Г.С.Усышкин, В.Н.Степанов и др. – 2-е изд., перераб. И доп. – М.: Машиностроение, 1981. – 304 с.
9. Методические указания по применению программ расчета деталей кузнечно-прессового оборудования на микрокалькуляторах и ЭВМ / Сост. В.С.Запорожченко, Б.Б.Крышкин, С.Н.Позняков. – Кировоград: КИСМ, 1988. – 68с.
10. Методические указания по САПР элементов кузнечно-прессового оборудования для самостоятельной работы студентов специальности 0503 / Сост. К.И.Васильев, В.С.Запорожченко. – Кировоград: КИСМ, 1988. – 68с.
11. Методические указания к самостоятельной работе студентов специальности 0503 (12.04) по курсу "Кузнечно-прессовое оборудование" /Сост. В.С.Запорожченко, Н.С.Позняков.– Кировоград: КИСМ, 1989. – 44 с.
12. Методичні вказівки до лабораторних робіт з курсу "Ковальсько-штампувальне устаткування". для студентів спеціальності 12.04. Ч.1 /Укл. В.С.Запорожченко. – Кіровоград: КІСМ, 1993. – 44 с.
13. Методичні вказівки до лабораторних робіт з курсу "Ковальсько-штампувальне устаткування". для студентів спеціальності 12.04. Ч.2 /Укл. В.С.Запорожченко. – Кіровоград: КІСМ, 1993. – 60 с.
14. Электрооборудование кузнечно-прессовых машин. Справочник / В.Е. Стоколов, Г.С. Усышкин, В.М. Степанов и др. – М.: Машиностроение, 1981. – 304
15. Явтушенко О.В. Проектування та розрахунок кривошипних пресів / Запоріжжя: ЗНТУ, 2008. – 301 с.
16. ГОСТ 10026-87 Прессы однокривошипные простого действия закрытые. Параметры и размеры. Дата введения в действие: 01.01.1989.
17. ГОСТ 10739-84 Автоматы листоштамповочные с нижним приводом. Параметры и размеры. Нормы точности. Дата введения в действие: 01.01.1986.
18. ГОСТ 10560-88 Прессы листогибочные гидравлические. Параметры и размеры. Нормы точности. Дата введения в действие: 01.01.1989.

ДОДАТКИ

Додаток 1

Програма для обчислення зусилля, що допускається міцністю кривошипного вала, за допомогою ПМК БЗ-34

Адреса	Клавіша	Код	Адреса	Клавіша	Код
1	2	3	4	5	6
00	3	03	15	ИП4	64
01	ИП1	61	16	ИП5	65
02	Fx^4	24	17	Fsin	1[
03	ИП2	62	18	X	12
04	X	12	19	Fx^2	22
05	0	00	20	+	10
06	,	0`	21	$F\sqrt{}$	21
07	1	01	22	+	13
08	X	12	23	С/П	50
09	ИП3	63	24	ИП5	65
10	0	00	25	ИП6	66
11	,	0`	26	+	10
12	5	05	27	П5	45
13	X	12	28	БП	51
14	Fx^2	22	29	00	00

Розподіл комірок пам'яті: $d \rightarrow \text{П1}$; $[\sigma_u] \rightarrow \text{П2}$; $l_{ш} \rightarrow \text{П3}$; $R_{max} \rightarrow \text{П4}$; $\alpha_0 \rightarrow \text{П5}$.

Додаток 2

Програма для обчислення ходу, швидкості та прискорення повзуна преса за допомогою ПМК БЗ -34

Адреса	Клавіша	Код	Адреса	Клавіша	Код	Адреса	Клавіша	Код
1	2	3	4	5	6	7	8	9
00	ИП1	01	19	ИП0	60	38	Fcos	1Г
01	ИП2	61	20	Fsin	1[	39	+	10
02	2	02	21	2	02	40	ИП4	64
03	X	12	22	+	13	41	X	12
04	ПО	40	23	ИП3	63	42	ИП5	65
05	Fcos	1Г	24	X	12	43	Fx^2	22
06	-	11	25	ИП1	61	44	X	12
07	4	04	26	Fsin	1[	45	/-/	0L
08	+	13	27	+	10	46	С/П	50
09	ИП№	63	28	ИП4	64	47	ИП1	61
10	X	12	29	X	12	48	ИП2	62
11	ИП1	61	30	ИП5	65	49	+	10
12	Fcos	1Г	31		12	50	П1	41
13	-	11	32	С/П	50	51	БП	51
14	1	01	33	ИП0	60	52	00	00
15	+	10	34	Fcos	1Г			
16	ИП4	64	35	ИП3	63			
17	X	12	36	X	12			
18	С/П	50	37	ИП1	61			

Розподіл комірок пам'яті: $\alpha_0 \rightarrow \text{П1}$; $\Delta\alpha \rightarrow \text{П2}$; $\lambda \rightarrow \text{П3}$; $R \rightarrow \text{П4}$; $w \rightarrow \text{П5}$.

Технічні дані асинхронних електродвигунів з короткозамкненим ротором серії 4А

Тип	Потужність, кВт	Частота обертання об/хв.	Момент інерції, кг·м ²	
			ротора	приводу
Синхронна частота обертання 1500 об/хв..				
4AA50A4Y3	0,06	1380	0,287·10 ⁻⁴	0,008
4AA50B4Y3	0,09	1370	0,325·10 ⁻⁴	0,01
4AA56A4Y3	0,12	1375	7,0·10 ⁻⁴	0,2
4AA56B4Y3	0,18	1385	7,88·10 ⁻⁴	0,25
4AA63A4Y3	0,25	1380	12,4·10 ⁻⁴	0,35
4AA63B4Y3	0,37	1365	13,8·10 ⁻⁴	0,42
4A71A4Y3	0,55	1390	13·10 ⁻⁴	0,4
4A71B4Y3	0,75	1390	14,3·10 ⁻⁴	0,45
4A80A4Y3	1,1	1420	0,323·10 ⁻²	0,93
4A80B4Y3	1,5	1415	0,333·10 ⁻²	1,29
4A90L4Y3	2,2	1425	0,56·10 ⁻²	1,84
4A100S4Y3	3,0	1435	0,868·10 ⁻²	3,01
4A100L4Y3	4,0	1430	1,13·10 ⁻²	4,54
4A112M6Y3	5,5	1445	1,75·10 ⁻²	4,37
4A132S4Y3	7,5	1455	2,75·10 ⁻²	12,8
4A132M4Y3	11,0	1460	4·10 ⁻²	8,95
4A160S4Y3	15,0	1465	10,3·10 ⁻²	13,09
4A160M4Y3	18,5	1465	12,8·10 ⁻²	15,9
4A180S4Y3	22,0	1470	19·10 ⁻²	19,5
4A180M4Y3	30,0	1470	23,8·10 ⁻²	23,22
4A200M4Y3	37,0	1475	0,368	27,2
4A200L4Y3	45,0	1475	0,445	35,8
4A225M4Y3	55,0	1480	0,64	41,9
4A250S4Y3	75,0	1480	1,02	73,12
4A250M4Y3	90,0	1480	1,16	87,8
4A280S4Y3	110	1470	23	192,9
4A280M4Y3	132	1480	2,48	146,5
4A315S4Y3	160	1480	3,08	182,2
4A315M4Y3	200	1480	3,62	211
4A335S4Y3	250	1485	6	212
4A335M4Y3	315	1485	7,05	283
Синхронна частота обертання 1000 об/хв				
4AA63A6Y3	0,18	885	17,4·10 ⁻⁴	0,66
4AA63B6Y3	0,25	890	21,5·10 ⁻⁴	1,17
4A71A6Y3	0,37	910	16,8·10 ⁻⁴	1,52
4A71B6Y3	0,55	900	20,3·10 ⁻⁴	2,09
4A80A6Y3	0,75	915	0,463·10 ⁻⁴	2,15
4A80B6Y3	1,1	920	0,46·10 ⁻⁴	3,56

Технічні дані асинхронних електродвигунів з короткозамкненим ротором і підвищеним ковзанням

Тип	Номінальна потужність при ПВ = 40%, кВт	Частота обертання, об/хв..	Момент інерції, кг·м ²		Найбільша допустима потужність при ПВ = 100%, кВт
			ротора	приводу (найбільший)	
Синхронна частота обертання 1000 об/хв					
4AC71A6Y3	0,4	920	1,7·10 ⁻⁴	1,5	0,40
4AC71B6Y3	0,63	920	20,2·10 ⁻⁴	1,9	0,50
4AC80A6Y3	0,8	860	0,37·10 ⁻²	2	0,50
4AC80B6Y3	1,2	860	0,38·10 ⁻²	2,5	0,80
4AC90L6Y3	1,7	900	0,75·10 ⁻²	3,75	1,10
4AC100L6Y3	2,6	920	1,3·10 ⁻²	5,5	1,80
4AC112M6Y3	3,2	910	1,74·10 ⁻²	8,2	2,50
4AC112M6Y3	4,2	910	2,1·10 ⁻²	11,7	3,20
4AC132S6Y3	6,3	940	4·10 ⁻²	13,8	4,50
4AC132M6Y3	8,5	940	5,7·10 ⁻²	19,2	6,30
4AC160S6Y3	12,0	940	13,7·10 ⁻²	46,3	10,00
4AC160M6Y3	16,0	940	18,2·10 ⁻²	59,2	13,00
4AC160M6Y3	19,0	940	22·10 ⁻²	76	16,00
4AC200M6Y3	22,0	910	0,4	121	18,00
4AC200L6Y3	28,0	920	0,45	126,2	23,00
4AC225M6Y3	33,0	880	0,74	174	25,00
4AC250S6Y3	40,0	950	1,15	235	33,50
4AC250M6Y3	45	950	1,26	210	36,00
Синхронна частота обертання 750 об/хв					
4AC71B8Y3	0,3	670	18,5·10 ⁻⁴	1,4	0,20
4AC80A8Y3	0,45	660	0,34·10 ⁻²	1,2	0,35
4AC80B8Y3	0,6	660	0,4·10 ⁻²	1,5	0,40
4AC90LA8Y3	0,9	660	0,67·10 ⁻²	3,5	0,70
4AC90LB8Y3	1,2	660	0,87·10 ⁻²	4,2	0,80
4AC100L8Y3	1,6	675	1,3·10 ⁻²	5,9	1,20
4AC112MA8Y3	2,2	670	1,75·10 ⁻²	14,8	1,50
4AC112MB8Y3	3,2	670	2,4·10 ⁻²	23,0	1,90
4AC132S8Y3	4,5	690	4,25·10 ⁻²	24,0	2,60
4AC132M8Y3	6,0	690	5,7·10 ⁻²	32,0	3,60
4AC160S8Y3	9,0	690	13,7·10 ⁻²	73,0	7,00
4AC160M8Y3	12,5	688	18·10 ⁻²	101	10,00
4AC180M8Y3	15,0	700	0,25	130	13,00
4AC200M8Y3	20,0	690	0,4	160	16,00
4AC225M8Y3	26,5	675	0,74	325	22,00
4AC250S8Y3	36,0	694	1,16	285	26,50

Технічні дані асинхронних електродвигунів з фазним ротором серій 4АНК и АКП

Тип	Потужність, кВт	Частота обертання, об/хв.	Момент інерції ротора, кг·м ²
4АНК250SA4У3	75	1455	3,5
4АНК250SB4У3	90	1460	3,65
4АНК250M4У3	110	1465	3,83
4АНК280M4У3	160	1460	2,5
4АНК200M6У3	22	965	1,5
4АНК200L6У3	30	960	1,7
4АНК225M6У3	37	960	2,8
4АНК250SA6У3	45	960	4,5
4АНК250SB6У3	55	965	4,8
4АНК280M6У3	110	960	11,5
4АНК200M8У3	18,5	705	2,0
4АНК200L8У3	22,0	705	2,4
4АНК225M8У3	30,0	700	3,5
4АНК250SA8У3	37,0	705	4,8
4АНК250SB8У3	45,0	710	4,9
4АНК220M8У3	90	720	14,0
АКП-91-6	37	970	3,0
АКП-91-4	55	1460	3,5
АКП-101-4	132	1475	7,3

ЗАГАЛЬНІ ПРАВИЛА ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ ПРИ ВИКОНАННІ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ

Найбільшою небезпекою при роботі на обладнанні, що охоплює електрофізичні та електрохімічні методи обробки є:

- ураження електричним струмом;
- опіки внаслідок займання робочого середовища;
- отруєння газоподібними речовинами розкладання робочого середовища та речовинами ерозії;
- отримання травм від рухомих частин верстатів.

Перед тим як розпочати роботу на верстаті, необхідно ознайомитися з інструкцією техніки безпеки при роботі на даному верстаті. Переконайтеся, що верстат оснащений засобами індивідуального захисту від впливу електричного струму.

До засобів індивідуального захисту відносяться гумові килимки, які мають тавро про дату іспитів їх на електричну міцність. Необхідно слідкувати за чистотою гумових килимків і не допускати попадання на них масла, гасу, емульсії, які застосовуються в якості робочих середовищ, тому що це приводить до їхнього руйнування та зниженню захисних властивостей.

При роботі верстата не можна торкатися до його струмопровідних частин.

У приміщенні, де знаходиться та обслуговується працюючий верстат, повинно знаходитися не менш двох людей, які вивчили правила безпеки, допущені до роботи верстата, які можуть надати першу допомогу при ураженні електричним струмом. Обслуговування та ремонт верстата однією людиною заборонено.

Приміщення, де встановлено обладнання, повинно постачатися попереджувальними плакатами, а також плакатами, зміст яких має вказівки або запобігання, які відносяться до особливостей виконання тієї чи іншої операції на цьому верстаті або ділянці.

Вмикання, вимикання та ремонт верстата здійснюється спеціалістами – електриками. В умовах ЦНТУ це може бути викладач або технік (провідний фахівець).

Підписано до друку 29.09.2018. Формат 60×84 1/16. Папір офсетний.
Друк різнографічний. Гарнітура "Times New Roman". Зам. № 16339/18. Тираж 40 прим.
Видавництво "Поліум", 25006, м. Кропивницький, а/с-1/42, polium@list.ru
Свідоцтво про внесення до Державного реєстру видавничої справи
ДК № 593 від 13.09.2001 р.