

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

С.П.Гожій, А.В. Кліско

КОВАЛЬСЬКО- ШТАМПУВАЛЬНЕ ОБЛАДНАННЯ

ГВИНТОВІ І ГІДРАВЛІЧНІ ПРЕСИ, МОЛОТИ
Навчально-методичний комплекс дисципліни

*Рекомендовано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського
як навчальний посібник для здобувачів ступеня бакалавра,
які навчаються за спеціальністю 131 "Прикладна механіка",
освітніми програмами: Механіка пластичності матеріалів та
Технологія виробництва літальних апаратів*

Київ
«КПІ ім. Ігоря Сікорського»
2020

Шевченко О.В., докт. техн. наук, проф

Рецензент

Відповідальний
редактор

Тітов В.А., докт. техн. наук, проф.

Гриф надано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського (протокол № 10 від 18.06.2020 р.) за поданням Вченої ради Механіко-машинобудівного інституту (протокол № 7 від 24.02.2020 р.)

Електронне мережне навчальне видання

*Гожій Сергій Петрович
Кліско Андрій Валерійович*

КОВАЛЬСЬКО-ШТАМПУВАЛЬНЕ ОБЛАДНАННЯ: ГВИНТОВІ І ГІДРАВЛІЧНІ ПРЕСИ, МОЛОТИ. Навчально-методичний комплекс дисципліни [Електронний ресурс]: *посібник для здобувачів ступеня бакалавра, які навчаються за спеціальністю 131 "Прикладна механіка", освітніми програмами: «Механіка пластичності матеріалів» та «Технологія виробництва літальних апаратів» / С.П.Гожій, А.В. Кліско ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 0,641 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 33 с.*

В навчальному посібнику представлені методичні матеріали, які надають уяву про специфіку ковальсько-штампувальних машин та їх місце серед металообробного обладнання. Зміст і обсяги дисципліни «КОВАЛЬСЬКО-ШТАМПУВАЛЬНЕ ОБЛАДНАННЯ: ГВИНТОВІ І ГІДРАВЛІЧНІ ПРЕСИ, МОЛОТИ» представлені таким чином, що можуть бути корисними як здобувачам вищої технічної освіти, так інженерно-технічним працівникам. В посібнику також надана низка елементів, які допоможуть слухачам при самостійному опануванні компоненти та/або при підготовці до поточного і семестрового контролю. Також в посібнику надані практичні завдання з відповідними розв'язками

© С.П.Гожій, А.В. Кліско, 2020
© КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020

ЗМІСТ

	Стор.
Зміст	3
1 МЕТА І ЗАВДАННЯ ДИСЦИПЛІНИ, ЇЇ МІСЦЕ В НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ	4
1.1 Мета викладання дисципліни	4
1.2 Завдання вивчення дисципліни	5
1.3 Перелік дисциплін, засвоєння яких необхідно для вивчення дисципліни	5
2 ЗМІСТ ДИСЦИПЛІНИ	6
2.1 Назви тем, їх зміст, методичні вказівки та питання для самоперевірки	6
2.1.1 Вступ	6
2.1.2 Розділ 1 Гідравлічні та гвинтові преси	7
2.1.3 Розділ 2 Молоти	9
2.2 Практичні заняття.	13
2.2.1 Тематика практичних занять та приблизна тематика розрахунково-графічної роботи	13
2.2.2 Варіанти завдань на виконання розрахунково-графічної роботи з розрахунку конструктивних параметрів гідравлічного пресу для кування.	15
2.3 Лабораторні роботи	18
2.4 Індивідуальні семестрові завдання	18
2.4.1 Приблизна тематика та тематика окремих розділів дипломних проектів	19
2.4.2 Приблизна тематика та тематика окремих розділів курсових проектів	19
2.5 Контрольна робота	19
2.5.1 Задачі для контрольних робіт	20
2.6 Методичні вказівки	28
2.7 Методика оцінювання знань	28
2.7.1 Модульно-рейтингове оцінювання знань	28
2.7.2 Питання екзаменаційних білетів	30
2.8 Рекомендована література	31
2.8.1 Основна	31
2.8.2 Додаткова	32

1 МЕТА І ЗАВДАННЯ ДИСЦИПЛІНИ, ЇЇ МІСЦЕ В НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ

1.1 Мета викладання дисципліни

Дисципліна "Ковальсько-штампувальне обладнання" (КШО) є провідною фаховою дисципліною в підготовці бакалаврів з інженерної механіки для студентів галузі знань 13 Механічна інженерія, спеціальностей 131 Прикладна механіка, 134 Авіаційна та ракетно-космічна техніка та інших з усіх форм навчання. Мета курсу полягає в наданні студентам систематизовані інформації з конструкторських, технологічних, розрахункових та експлуатаційних особливостей групи ковальсько-штампувальних машин, в яку входять гідравлічні і гвинтові преси та молоти.

Теоретичний зміст предметної області: загальні закони теоретичної механіки та їх прикладні застосування, теоретичні засади конструювання машин, технологій машинобудівних виробництв, механіки рідини і газів, деталей машин і конструкцій, прогнозування експлуатаційних властивостей технічних систем

ФК1. Здатність аналізу матеріалів, конструкцій та процесів на основі законів, теорій та методів математики, природничих наук і прикладної механіки.

ФК2. Здатність робити оцінки параметрів працездатності матеріалів, конструкцій і машин в експлуатаційних умовах та знаходити відповідні рішення для забезпечення заданого рівня надійності конструкцій і процесів, в тому числі і за наявності деякої невизначеності.

ФК3. Здатність проводити технологічну і техніко-економічну оцінку ефективності використання нових технологій і технічних засобів.

ФК4. Здатність здійснювати оптимальний вибір технологічного обладнання, комплектацію технічних комплексів, мати базові уявлення про правила їх експлуатації.

ФК5. Здатність використовувати аналітичні та чисельні математичні методи для вирішення задач прикладної механіки, зокрема здійснювати розрахунки на міцність, витривалість, стійкість, довговічність, жорсткість в процесі статичного та динамічного навантаження з метою оцінки надійності деталей і конструкцій машин.

ФК6. Здатність виконувати технічні вимірювання, одержувати, аналізувати та критично оцінювати результати вимірювань.

ФК7. Здатність застосовувати комп'ютеризовані системи проектування (CAD), виробництва (CAM), інженерних досліджень (CAE) та спеціалізоване прикладне програмне забезпечення для вирішення інженерних завдань з прикладної механіки.

ФК8. Здатність до просторового мислення і відтворення просторових об'єктів, конструкцій та механізмів у вигляді проєкційних креслень та тривимірних геометричних моделей.

ФК9. Здатність представлення результатів своєї інженерної діяльності з дотриманням загальноприйнятих норм і стандартів.

ФК10. Здатність описувати та класифікувати широке коло технічних об'єктів та процесів, що ґрунтується на глибокому знанні та розумінні основних механічних теорій та практик, а також базових знаннях суміжних наук.

1.2 Завдання вивчення дисципліни

В процесі вивчення курсу студенти мають отримати знання по вибору типу ковальсько-пресового обладнання в залежності від особливостей технологічної операції, що виконується. Студенти мають освоїти методи проєктування та розрахунків основних деталей, складальних вузлів і ковальсько-пресових машин в цілому, а також мати уявлення щодо модернізації обладнання для обробки металів тиском.

В процесі навчання, студент повинен засвоїти загальні методи проєктування, структуру і об'єм конструкторської документації, навчитися складати технічні завдання суміжним спеціалістам (з міцності, електрикам, електронікам, гідравлікам, з автоматизації, з програмного забезпечення, будівельникам та ін.), що приймають участь у проєктуванні, виготовленні експлуатації та модернізації, а також свідомо проаналізувати результати виконаних ними завдань.

Мати компетенції щодо конструкторсько-експлуатаційної професійної діяльності:

- користуватись довідковою літературою, в тому числі з мережевих джерел інформації;
- за існуючими методиками вирішувати задачі:
 - проєктування елементів технологічного обладнання для виконання процесів обробки металів тиском або його окремих вузлів та деталей;
 - службового призначення обладнання;
 - обґрунтування вихідних параметрів і вимог до експлуатаційних показників машини;
 - енергетичного або теплового аналізу пристрою з метою вибору робочого органу у вигляді гідравлічного або пневматичного робочого циліндру;
 - експлуатації та регламентного ремонту обладнання та його вузлів.

1.3 Перелік дисциплін, засвоєння яких необхідне для вивчення дисципліни

Дисципліна "Ковальсько-штампувальне обладнання" викладається після загально-інженерних дисциплін та теоретичних профілюючих курсів "Фізико-механічні основи пластичної деформації" та "Математичні основи пластичної деформації", паралельно з технологічними дисциплінами з листового та об'ємного (гарячого та холодного) штампування, а також "Матеріалознавство", "Теорія машин і механізмів", "Деталі машин", "Теоретична механіка", "Опір матеріалів", "Електротехніка", "Теплотехніка", "Гідропневмопривод", "Техніка безпеки", "Охорона праці" та ін.

Поряд з лекціями передбачається проведення лабораторних занять, що охоплюють всі базові розділи курсу та виконання розрахункової роботи - машин ударної дії та/або гідропресового устаткування, що передбачає проектування певної частини технологічної машини, досконально вивченої студентом під час і за місцем проходження виробничої практики, для чого учбовим планом передбачені практичні заняття.

2 ЗМІСТ ДИСЦИПЛІНИ

2.1 Назва тем, їх зміст, методичні вказівки та питання для самоперевірки

2.1.1 Вступ. Роль та значення ковальсько-штампувального виробництва в промисловості. Технологічні особливості обладнання для пластичної обробки металів. Переваги процесів ОМТ з позицій ресурсозаощадження та унікальних особливостей, що визначають стратегічні економічні можливості щодо зменшення собівартості виробу. Перспективи розвитку ковальсько-штампувального обладнання (КШО). Питання охорони праці та техніки безпеки при експлуатації і обслуговуванні КШО.

Методичні вказівки. Загалом ковальсько-штампувальних машин за обсягом сягають 40% загального об'єму виробництва металообробного обладнання в Україні. В курсі особлива увага звертається на ту обставину, що економія металу на заготівельних операціях, що виконуються за допомогою КШО, в ціновому вираженні практично подвоюється, оскільки вартість зняття стружки і ціна такої ж ваги конструкційної сталі майже рівні. Можливість застосування КШО залежить від технологічних можливостей та характеру виробництва.

Питання для самоперевірки.

- Які обмеження ефективного застосування металорізального обладнання та КШО в залежності від характеру виробництва.
- Як поєднуються можливості металообробного обладнання при

крупносерійному та масовому виробництві.

- Яка принципова відмінність між такими групами КШО як молоти та преси.

2.1.2 Розділ 1 Гідравлічні та гвинтові преси.

Підрозділ 1.1 Основні поняття.

1.1.1 Принцип дії гідропресів та їх класифікація.

1.1.2 Робочі рідини, їх властивості, тиски.

1.1.3 Робочий цикл.

1.1.4 Основні типи гідроприводів.

1.1.5 Принцип побудови та елементи гідросхем .

1.1.6 Визначальні особливості та сфера раціонального використання гідропресів.

Література: [1] - стор. 251- 257 , [2]- стор.181-218.

Методичні вказівки. Особливості класифікаційної ознаки КШО за Зіміним. Надати переваги застосування гідравлічного обладнання в порівнянні з механічним. Підкреслити, що швидкодія гідравлічних пресів дещо нижча від механічних, але, в загалом, залежить від технологічного призначення пресу. Особливістю гідравлічного приводу є неможливість технологічного перевантаження і відсутність такого явища, як заклинювання.

Питання для самоперевірки.

- Яке фізичне явище покладено в основу гідравлічного силового приводу.
- Які обов'язкові складові технологічного циклу.
- За якими критеріями визначається тип робочої рідини гідравлічного пресу.

Підрозділ 1.2 Основні типи гідропресів.

1.2.1 Кувальні преси.

1.2.2 Преси для об'ємного штампування.

1.2.2.1 Преси для штампування обкочуванням.

1.2.3 Преси для прошивання та витягування.

1.2.4 Трубно-пруткові преси.

1.2.5 Прес для холодного видавлювання .

1.2.6 Преси для листового штампування .

1.2.7 Преси для переробки пластмас.

1.2.8 Перспективи розвитку пресобудування.

Література: [1] - стор. 338-350, [4] - стор. 3- 46, [8] - стор. 26 - 96, [1] - стор. 20-139.

Методичні вказівки. Детально розглядаються кувальні преси. Для інших пресів матеріал надається у стиснутому і загальному вигляді тільки

с точки зору класифікації за технологічним призначенням та розглядом загальної інформації. Детальний розгляд конструктивних особливостей та характерних розрахунків проводиться в курсі "Спеціальний розділ ковальсько-штампувального обладнання".

Питання для самоперевірки.

- Яке технологічне призначення кувальних пресів.
- Які особливості їх експлуатації.
- Як впливає технологічне призначення на загальні конструктивні особливості пресу.

Підрозділ 1.3 Основні деталі гідропресів.

1.3.1 Станини, колони, гайки, поперечини.

1.3.2 Циліндри, плунжери.

1.3.3 Ущільнення циліндрів.

Література: [1] - стор. 322-337, [4] - стор. 49-119.

Методичні вказівки. Виділити особливості використання та навантаження закритої та відкритої станини. Основні типи гідроциліндрів. Особливості технології їх виготовлення. Особливості використання, навантаження та розрахунків плунжерних гідравлічних циліндрів та зв'язок їх конструкції з впливом на станину. Особливості застосування та розрахунку сил тертя різноманітних типів ущільнювачів.

Питання для самоперевірки.

- Які основні типи станин.
- Які типи робочих гідроциліндрів застосовуються в КШО.
- Відмінності між U та V-подібними типами ущільнювачів.

Підрозділ 1.4 Розрахунки на міцність основних деталей гідропреса.

1.4.1 Розрахунок робочих гідроциліндрів.

1.4.2 Розрахунок станини відкритого типу.

1.4.3 Розрахунок станин закритого типу.

Література: [1] - стор. 322-326, [1] - стор. 167-192.

Методичні вказівки. Особливості розрахунків циліндрів поршневого та плунжерного типів, їх відмінності та спільні риси. Основна увага приділяється розрахункам колонної закритої станини як для спрощеного розрахунку, так і детального. Значна увага приділяється введенню обґрунтованих спрощень при розрахунку колонної закритої станини. Для станин відкритого типу наводяться епюри дії зусиль та моментів.

Питання для самоперевірки.

- Які елементи конструкції розраховуються на міцність в циліндрі плунжерного типу.
- Які елементи конструкції станини розраховуються при спрощеному розрахунку закритої станини.

- Який найбільш навантажений елемент конструкції станини відкритого типу.

2.1.3 Розділ 2 Молоти

Методичні вказівки. Історія створення молотів, як одного з першого виду КШО. Характеристика молотів як енергоємного обладнання ударного типу. Негативний вплив роботи молота на здоров'я людини. Класифікація молотів. Принципова відмінність молотів простої і подвійної дії. Тенденції розвитку та модернізації молотів.

Питання для самоперевірки.

- Якими технологічними показниками характеризують молот.
- Як характеризуються молоти за кратністю дії.
- Які молоти називають шаботними.

Підрозділ 2.1 Загальні відомості.

2.1.1 Елементи теорії удару.

2.1.2 Кінематика та енергетика технологічного удару.

2.1.3 ККД ударного деформування.

2.1.4 Принцип дії та класифікація машин ударної дії.

Література : [1] - стор. 351-363, [2] - стор. 12-18.

Методичні вказівки. Визначити енергетичні витрати при загальному ударі. Зробити акцент на необхідність до утворення прямого центрального удару з точки зору ефективного використання підведеної енергії. Фізичний смисл коефіцієнту поновлення швидкостей. Енергетична характеристика молотів.

Питання для самоперевірки.

- Які умови виникнення прямого центрального удару?
- Фази і періоди деформування?
- Який удар – абсолютно пластичний або абсолютно пружний?

Підрозділ 2.2 Пароповітряні молоти.

2.2.1 Принцип дії, класифікація пароповітряних молотів.

2.2.2 Характеристика енергоносіїв.

2.2.3 Робочий цикл, режими роботи та теоретична індикаторна діаграма.

2.2.4 Побудова можливих індикаторних діаграм.

2.2.5 Розрахунок головних параметрів молота при послідовних ударах.

2.2.6 Елементи розрахунку та індикаторна діаграма при роботі молота одиночними ударами.

2.2.7 Визначення числа ударів в хвилину при роботі молота

послідовними ударами.

2.2.8 Визначення витрат пару при роботі молота послідовними ударами.

2.2.9 Паророзподільні механізми кувального та штампувального молотів.

2.2.10 Визначення розмірів золотникового механізму.

2.2.11 Конструктивні відзнаки штампувального молота від кувального.

2.2.12 Безшаботні молоти з механічним та гідравлічним механізмами зв'язку.

2.2.13 Безшаботні молоти з незалежним рухомих частин.

2.2.14 Особливості розрахунку безшаботних молотів.

2.2.15 Основні деталі молотів, розрахунок на міцність штоку.

2.2.16 ККД пароповітряного молота.

Література:[1] - стор. 351-397, [2]-стор.37-19, [5] - стор. 48 -16.

Методичні вказівки. Висновок з порівняння пари і повітря як носіїв енергії. Охорона праці при користуванні зазначених енергоносіїв. Розгляд конструкції пароповітряного молоту як машини залежної від джерела енергії та такої, що працює за тепловим циклом. Різниця між рівняннями розширення-стискання для ідеального і реального газу, відмінність складових рівняння при застосуванні повітря або пари. Відмінність теоретичної, розрахункової та реальної діаграм циклової роботи молоту. Складання рівняння балансу робіт при визначенні площі поршня та енергії удару. Виділення такої особливості шаблеподібного механізму як керування змінним центром коливань. Програмована циклова робота паророзподільного механізму. Особливості розрахунку розмірів деталей за міцністю, енергетичними або технологічними обмеженнями. Підвищення енергоємності молота завдяки застосуванню двостороннього удару. Можливості створення конструкцій високошвидкісних молотів. Особливості розрахунку молотового штоку за методикою Берьозкіна.

Питання для самоперевірки.

- Які відмінності конструкцій кувальних і штампувальних пароповітряних молотів.
- Які відмінності теоретичної і розрахункової індикаторних діаграм.
- Які деталі входять до складу рухомих частин пароповітряного молоту.
- Наведіть схеми, що підвищують роботоспроможність штоку.
- На яке навантаження розраховують стійки пароповітряного молоту.
- За якими співвідношеннями мас і швидкостей будують безшаботні молоти.

Підрозділ 2.3 Пневматичні молоти.

2.3.1 Принцип дії, особливості конструкції та класифікація

пневматичних молотів.

2.3.2 Режими роботи та повітрярозподілення. Циклограма роботи.

2.3.3 Визначення кута повороту кривошипа під час відриву рухомих частин від поковки.

2.3.4 Рівняння руху рухомих частин вгору .

2.3.5 Рівняння рухомих частин вниз. Визначення швидкості та прискорення баби.

2.3.6 ККД пневматичного молота.

2.3.7 Основні деталі молота.

Література: [1] - стор. 400-41, [2] - стор. 19-119, [12] - стор.40-75,

Методичні вказівки. Особливості застосування механічних передач в машинах ударного типу. Пневматичний молот найбільш розповсюджена машина для вільного кування. Характеристики молоту і автономність приводу завдяки застосуванню додаткового компресорного циліндру. Кінематична схема з відображенням елементів, що з'єднують порожнини компресорного циліндру з атмосферою. Особливості знаходження кутів циклограми α_1 та α_5 , відмінність від рівнянь рівноваги для $\alpha_2, \alpha_3, \alpha_4$.

Питання для самоперевірки.

- Які основні кути розглядаються (входять) до циклограми роботи пневматичного молоту?
- Які основні режими роботи пневматичного молоту?
- За якими величинами розраховують потужність приводного електродвигуна?

Підрозділ 2.4 Молоти з механічним приводом.

2.4.1 Принцип дії, особливості конструкції ресорного молота.

2.4.2 Розрахунок ресорного молота.

2.4.3 Принцип дії, особливості конструкції фрикційного молота з дошкою.

2.4.4 Розрахунок фрикційного молота з дошкою.

Література: [2] - стор. 125-132, стор.146-148.

Методичні вказівки. Особливості застосування механічних передач в машинах ударного типу. Конструкція і розрахунки молотів носять узагальнений характер, оскільки мають обмежене застосування.

Питання для самоперевірки.

- В чому схожість роботи ресорного і пневматичного молотів?
- За якою кратністю дії відноситься більшість механічних молотів?

Підрозділ 2.5 Гвинтові фрикційні прес-молоти.

2.5.1 Принцип дії, класифікація гвинтових фрикційних прес-молотів, особливості їх конструкції.

2.5.2 Рівняння руху при розгоні рухомих частин, визначення

кінетичної енергії рухомих частин.

2.5.3 Рівняння руху рухомих частин вгору.

2.5.4 Визначення сили притискування диска до маховика при розгоні та при русі вгору рухомих частин.

2.5.5 Основні деталі прес-молота та їх розрахунки на міцність.

2.5.6 ККД гвинтового фрикційного прес-молота.

Література: [1] - стор. 439-456, стор. 479-480, [6] - стор. 59-93.

Методичні вказівки. Необхідно визначити межу між чисто гвинтовим приводом цієї групи машин та приводом, який надає додаткові властивості молотів. Особливості несамогальмівної гвинтової пари. Ще однією особливістю гвинтових машин, які працюють в режимі прес-молот є навантаження станини, в який замикається технологічне зусилля. Гвинтовий прес-молот має підвищені характеристики енергоємності. Забезпечення роботоспроможності гвинта – як деталі, що має високу трудомісткість виготовлення. Підкреслити перспективність конструкцій гвинтових машин з безтрансмійним приводом з точки зору підвищення ККД.

Питання для самоперевірки.

- Які основні схеми та конструкції гвинтових пресів?
- Які особливості співвідношень швидкостей диску і маховика гвинтового фрикційного прес-молоту?
- В чому принципова відмінність гвинтових пресів від гвинтових прес-молотів?

Підрозділ 2.6 Гідравлічні молоти та прес-молоти.

2.6.1 Основні конструктивні схеми та принцип дії гідравлічних молотів та прес-молотів.

2.6.2 Розрахунок основних параметрів молотів та прес-молотів.

2.6.3 Динаміка насосно-аккумуляторного привода.

2.6.4 Рівняння руху при розгоні рухомих частин. Визначення кінетичної енергії рухомих частин.

Література: [6] - стор. 126-197, [11] - стор. 190-211.

Методичні вказівки. Основна ідея створення цієї групи машин в тому, що енергія, яку створює робочий гідроциліндр під час холостого ходу накопичується маховиком. Режими роботи. Конструктивні проблеми створення гідрогвинтових прес-молотів.

Питання для самоперевірки.

- Які режими роботи гідрогвинтового прес-молоту?
- Чому гідрогвинтові прес-молоти не мають широкого розповсюдження?

Підрозділ 2.7 Високошвидкісний газовий молот.

2.7.1 Принцип дії та конструктивна схема.

2.7.2 Рівняння руху при розгоні рухомих частин, визначення кінетичної енергії рухомих частин.

2.7.3 Перспективи удосконалення молотів.

Література: [1] - стор. 419-427, стор. 437-439.

Методичні вказівки. Цей матеріал надається в поєднанні з розділом 2.2.12.

Підрозділ 2.8 Фундаменти пресів та молотів.

2.8.1 Класифікація (жорсткі та віброізолювані) фундаментів та призначення.

2.8.2 Конструкція фундаментів.

2.8.3 Розрахунок фундаментів.

Література: [1] - стор. 430-436

Методичні вказівки. Вимоги до фундаментів с точки зору відсутності шкоди для здоров'я людини, та особливостей ґрунту. Основа для розрахунку – поглинання залишкової кінетичної енергії, яку має спільна маса рухомих частин і шаботу на момент виконання удару.

Питання для самоперевірки.

- В чому принципова різниця між жорстким та віброізолюваним фундаментом?
- Як залежить маса фундаменту від характеристик ґрунту?

2.2 Практичні заняття

Практичні заняття передбачають розгляд основних методів проектування за передбаченою тематикою та питань, що пов'язані з виконанням розрахунково-графічної роботи. При цьому тематика всіх розрахункових робіт розподіляються на дві або три групи у відповідності з завданням (та/або гідравлічні преси, та/або молоти, та/або детальне проектування окремих вузлів чи їх теоретичний аналіз). В тому числі можливе індивідуальне завдання, що пов'язане з науковим або тематичним напрямом досліджень КШО на кафедрі. В кожній із названих груп практичні заняття проводяться окремо.

2.2.1 Тематика практичних занять та приблизна тематика розрахунково-графічної роботи

- Вибір конструкції станин гідравлічних пресів.
- Розрахунок редукційного клапану.
- Побудова елементів гідравлічної схеми пресу.

- Розрахунок силових и кінематичних параметрів гідропресів з індивідуальним та насосним приводом.
- Розрахунок підтримуючого клапану.
- Вивчення особливостей контруктивних схем силових гідроциліндрів.
- Особливості роботи клапанних розподільчих пристроїв без навантаження.
- Розрахунок газових балонів гідропресів з насосно-акумуляторною станцією (НАС).
- Розрахунок клапанних розподільчих пристроїв з розвантаженням.
- Основні елементи динамічного розрахунку привода гідропресів з НАС.
- Робота дросельних пристроїв.
- Робочі рідини в гідравлічних пресах. Явище кавітації.
- Робота золотникового розподільчого трьохпозиційного чотирьохходового пристрою з закритим центром.
- Розробка рекомендацій щодо розрахунку потужності насосів и двигунів приводу гідропресів.
- Конструкція і розрахунок запобіжного клапану с розвантаженням.
- Гідравлічні удари в гідравлічних системах і заходи що їх запобігання.
- Розрахунок запобіжного клапану.
- Схеми з'єднання гідравлічного циліндра с повзуном.
- Застосування гідравлічного кінцевого вимикача.
- Контролювання рівня рідини в акумуляторі.
- Конструкція і розрахунок гідравлічного циліндра поршневого типу.
- Конструкція і розрахунок гідравлічного циліндра плунжерного типу.
- Конструкція і розрахунок ексцентриково-плунжерного насосу.
- Визначення області застосування спеціальних гідравлічних пресів.
- Конструкція і розрахунок шестеренного насосу.
- Конструкція і розрахунок лопатного насосу.
- Принципова схема гідропресу з НАС.
- Конструкція і розрахунок запобіжний клапан золотникового типу.
- Енергетика гідропресу з НАС.
- Конструкція і розрахунок наповнюючого клапану.
- Конструкція і особливості розрахунку гідравлічних пресів для гарячого штампування або кування.
- Конструкція і розрахунок ротаційоно-плунжерного насосу з аксіальним розташуванням плунжерів.
- Розрахунок ККД робочого ходу гідропресу з НАС.
- Схема насосу керуванням подачі по тиску.
- Розрахунок швидкості рухомої поперечини з врахуванням пружної деформації системі гідропресу.
- Конструкція і розрахунок кривошипно-плунжерного насосу.

- Особливості конструкції і розрахунку гідравлічних пресів для листового штампування.
- Конструкція і розрахунок ротаційно-плунжерного насосу з радіальним розташуванням плунжерів.
- Розрахунок кінематичних параметрів гідропресів с індивідуальним насосним приводом.
- Конструкція і розрахунок запобіжно-розвантажувальних клапанів.
- Розрахунок силових параметрів гідропресів с індивідуальним насосним приводом.
- Конструкція і розрахунок золотникового розподільчого трьохпозиційного чотирьохходового пристрою з закритим центром.
- Робота вантажного акумулятора.
- Основні параметри гідравлічних насосів.
- Конструкція маслогазових акумуляторів.
- Схема кривошипно-плунжерного насосу с диференціальним поршнем.

Варіанти завдань та приклад розрахунку конструктивних параметрів гідравлічного пресу для кування наведений нижче. Безпосередні данні для розрахунку надає викладач, частина даних для розрахунків обґрунтовується та обираються студентом під час виконання роботи.

2.2.2 Варіанти завдань на виконання розрахунково-графічної роботи з розрахунку конструктивних параметрів гідравлічного пресу для кування

Варіант №1

Визначити розміри поковки, мінімальні розміри робочого столу в плані та мінімальні габарити в плані економічного швидкісного гідравлічного ковальського пресу номінальним зусиллям $P_H = 120 \text{ МН}$ для безпосередньої центральної осадки сталльної поковки, яка має форму прямокутного паралелепіпеду з кінцевим співвідношенням висоти до ширини і довжини як $1:1:4$. Тертям в ущільненнях та направляючих – знехтувати. Використати наведені данні для розрахунків.

Данні для розрахунків:

- тиск в робочій магістралі $p_P = 32 \text{ МПа}$;
- тиск в зливній магістралі $p_{ЗЛ} = 0,5 \text{ МПа}$;
- межа пластичності поковки $\sigma_S = 100 \text{ МПа}$;
- вага рухомих частин пресу $G_P = 5 \text{ МН}$;
- допустиме напруження зминання матеріалу траверс $[\sigma_{ЗМ}] = 60 \text{ МПа}$;
- допустиме напруження на розрив матеріалу колон і корпусу гіроциліндру $[\sigma_P] = 200 \text{ МПа}$.

Варіант №2

Визначити розміри поковки, мінімальні розміри робочого столу в плані та мінімальні габарити в плані економічного швидкісного гідравлічного ковальського пресу номінальним зусиллям $P_H = 150 \text{ МН}$ для безпосередньої центральної осадки сталюї поковки, яка має форму циліндру з кінцевим співвідношенням висоти до діаметру як 2:1. Тертям в ущільнювачах та направляючих – знехтувати. Використати наведені данні для розрахунків.

Данні для розрахунків:

- тиск в робочій магістралі $p_P = 32 \text{ МПа}$;
- тиск в зливній магістралі $p_{ЗЛ} = 0,5 \text{ МПа}$;
- межа пластичності поковки $\sigma_S = 100 \text{ МПа}$;
- вага рухомих частин пресу $G_P = 5 \text{ МН}$;
- допустиме напруження зминання матеріалу траверс $[\sigma_{ЗМ}] = 60 \text{ МПа}$;
- допустиме напруження на розрив матеріалу колон і корпусу гіроциліндру $[\sigma_P] = 200 \text{ МПа}$.

Варіант №3

Визначити розміри поковки, мінімальні розміри робочого столу в плані та мінімальні габарити в плані економічного швидкісного гідравлічного ковальського пресу номінальним зусиллям $P_H = 75 \text{ МН}$ для безпосередньої центральної осадки сталюї поковки, яка має форму прямокутного паралелепіпеду з кінцевим співвідношенням висоти до ширини і довжини як 2:1:5. Тертям в ущільнювачах та направляючих – знехтувати. Використати наведені данні для розрахунків.

Данні для розрахунків

- тиск в робочій магістралі $p_P = 32 \text{ МПа}$;
- тиск в зливній магістралі $p_{ЗЛ} = 0,5 \text{ МПа}$;
- межа пластичності поковки $\sigma_S = 100 \text{ МПа}$;
- вага рухомих частин пресу $G_P = 5 \text{ МН}$;
- допустиме напруження зминання матеріалу траверс $[\sigma_{ЗМ}] = 60 \text{ МПа}$;
- допустиме напруження на розрив матеріалу колон і корпусу гіроциліндру $[\sigma_P] = 200 \text{ МПа}$.

Варіант №4

Визначити розміри поковки, мінімальні розміри робочого столу в плані та мінімальні габарити в плані економічного швидкісного

гідравлічного ковальського пресу номінальним зусиллям $P_H = 120 \text{ МН}$ для безпосередньої центральної осадки сталюї поковки, яка має форму циліндру з кінцевим співвідношенням висоти до діаметру як 1:5. Тертям в ущільнювачах та направляючих – знехтувати. Використати наведені данні для розрахунків.

Данні для розрахунків

- тиск в робочій магістралі $p_P = 32 \text{ МПа}$;
- тиск в зливній магістралі $p_{ЗЛ} = 0,5 \text{ МПа}$;
- межа пластичності поковки $\sigma_S = 100 \text{ МПа}$;
- вага рухомих частин пресу $G_P = 5 \text{ МН}$;
- допустиме напруження зминання матеріалу траверс $[\sigma_{ЗМ}] = 60 \text{ МПа}$;
- допустиме напруження на розрив матеріалу колон і корпусу гіроциліндру $[\sigma_P] = 200 \text{ МПа}$.

Варіант №5

Визначити розміри поковки, мінімальні розміри робочого столу в плані та мінімальні габарити в плані економічного швидкісного гідравлічного ковальського пресу номінальним зусиллям $P_H = 100 \text{ МН}$ для безпосередньої центральної осадки сталюї поковки, яка має форму прямокутного паралелепіпеду з кінцевим співвідношенням висоти до ширини і довжини як 2:1:6. Тертям в ущільнювачах та направляючих – знехтувати. Використати наведені данні для розрахунків.

Данні для розрахунків

- тиск в робочій магістралі $p_P = 32 \text{ МПа}$;
- тиск в зливній магістралі $p_{ЗЛ} = 0,5 \text{ МПа}$;
- межа пластичності поковки $\sigma_S = 100 \text{ МПа}$;
- вага рухомих частин пресу $G_P = 5 \text{ МН}$;
- допустиме напруження зминання матеріалу траверс $[\sigma_{ЗМ}] = 60 \text{ МПа}$;
- допустиме напруження на розрив матеріалу колон і корпусу гіроциліндру $[\sigma_P] = 200 \text{ МПа}$.

Варіант №6

Визначити розміри поковки, мінімальні розміри робочого столу в плані та мінімальні габарити в плані економічного швидкісного гідравлічного ковальського пресу номінальним зусиллям $P_H = 75 \text{ МН}$ для безпосередньої центральної осадки сталюї поковки, яка має форму циліндру з кінцевим співвідношенням висоти до діаметру як 3:2. Тертям в ущільнювачах та направляючих – знехтувати. Використати наведені данні для розрахунків.

Данні для розрахунків

- тиск в робочій магістралі $p_P = 32 \text{ МПа}$;
- тиск в зливній магістралі $p_{ЗЛ} = 0,5 \text{ МПа}$;
- межа пластичності поковки $\sigma_S = 100 \text{ МПа}$;
- вага рухомих частин пресу $G_P = 5 \text{ МН}$;
- допустиме напруження зминання матеріалу траверс $[\sigma_{ЗМ}] = 60 \text{ МПа}$;
- допустиме напруження на розрив матеріалу колон і корпусу гіроциліндру $[\sigma_P] = 200 \text{ МПа}$.

Також під час проведення практичних робіт за курсом студенти під керівництвом викладача розв'язують завдання, які наведені в розділі 2.5. Аналогічні завдання також надаються для розв'язання під час модульних контрольних робіт.

Результати виконання РГР враховуються в РСО.

2.3 Лабораторні роботи

Лабораторна робота № 1. Визначення та встановлення загаданих вимог техніки безпеки при роботі на молотах і гідравлічних пресах (Вступ до курсу лекцій).

Лабораторна робота № 2. (підрозділ 1.2.7 курсу лекцій). Вивчення конструкції та особливостей побудови гідросхеми преса для переробки пластмаси.

Лабораторна робота № 3 (тема 6 підрозділу 1.2 курсу лекцій). Вивчення конструкції та особливостей відкритої і закритої станин гідравлічного преса.

Лабораторна робота № 4 (підрозділ 2.3 курсу лекцій). Вивчення конструкції, принципу дії та особливостей повітрярозподілення пневматичного молота.

Лабораторна робота № 5 (підрозділ 2.5 курсу лекцій). Вивчення конструкції та принципу дії фрикційного прес-молота.

Лабораторна робота № 6 (підрозділ 1.2.2.1 курсу лекцій). Вивчення конструкції та принципу дії пресів для штампуванні обкочуванням.

Кількість лабораторних робіт є приблизною і перевищує наданий робочим планом обсяг часу. Тому в залежності від конкретної ситуації, що пов'язана з готовністю матеріальної бази або ін., обов'язково виконуються тільки чотири лабораторні роботи. Також можлива зміна переліку лабораторних робіт для кожної бригади, на які розбита навчальна група.

Результати і ритмічність виконання і захисту лабораторних робіт враховуються в РСО.

2.4 Індивідуальні семестрові завдання

галузь знань 13 Механічна інженерія,
спеціальності 131 Прикладна механіка та
спеціальності 134 Авіаційна та ракетно-космічна техніка (можливе
застосування)

Ковальсько-штампувальне обладнання як центральна дисципліна майбутньої спеціальності спеціальності 131 Прикладна механіка та спеціальності 134 Авіаційна та ракетно-космічна техніка галузь знань 13 Механічна інженерія є основою для виконання курсового проектування при навчанні за рівнем – бакалавр. А також дипломного проектування за рівнем – бакалавр, так написання магістерської дисертації за рівнем магістр.

2.4.1 Приблизна тематика та тематика окремих розділів дипломних проектів

- Проект гідрогвинтового пресу.
- Проект горизонтально-ковальської машини.
- Проект штампувального автомата.
- Проект гідравлічного пресу з насосним приводом.
- Проект гідравлічного пресу з насосно-акумуляторним приводом
- Проект пароповітряного молота.
- Проект пневматичного молота.
- Проект гвинтового фрикційного прес-молота.
- Проект кувального гідравлічного пресу.
- Проект гідравлічного пресу для штампування обкочуванням.
- Проект гідравлічного пресу для гарячого об'ємного штампування.
- Проект гідравлічного пресу для холодного об'ємного штампування.

2.4.2 Приблизна тематика та тематика окремих розділів курсових проектів

- Розрахунок механічного преса.
- Розрахунок горизонтально-кувальної машини.
- Розрахунок штампувального автомата.
- Розрахунок гідравлічного преса.
- Розрахунок пароповітряного молота.
- Розрахунок пневматичного молота.
- Розрахунок гвинтового фрикційного прес-молота.

2.5 Контрольні роботи

Контрольні роботи проводяться з метою виявлення знань студентів по

основним розділам курсу.

Модульна контрольна робота (для денної форми навчання) розбивається на дві 2, за розділами: перша – 1; друга – 2.1...2.6. Основні цілі контрольних робіт – контроль за поточним засвоєнням знань, атестація студентів тощо.

В залежності від тематики під час проведення МКР надаються наступні завдання, які наведені з відповідями, або подібні до них завдання (з іншими числовими значеннями).

Всі необхідні загальні технічні відомості безпосередньо наведені в завданнях.

2.5.1 Задачі для контрольних робіт

Завдання 1. Вирахувати хід штоку (h) пневматичного циліндру діаметром $D = 0,4$ м пароповітряного молота, якщо тиск енергоносія, який надійшов до верхньої порожнини $p_{\text{п}} = 7,5$ кг/см², а після виконання роботи розширення газ набув наступних кінцевих показників $p_{\text{к}} = 1$ кг/см², $V_{\text{к}} = 0,15$ м³ (вважати, що енергоносій – ідеальний газ; протидією та тертям - знехтувати).

Відповідь: $h = 0,2$ м.

Завдання 2. Вирахувати діаметр (D) пневматичного циліндру пароповітряного молота з ходом штоку $h = 0,75$ м, якщо тиск енергоносія, який надійшов до верхньої порожнини $p_{\text{п}} = 7$ кг/см² при об'ємі $V_{\text{п}} = 0,15$ м³, а після виконання роботи розширення тиск газу став $p_{\text{к}} = 1,05$ кг/см² (вважати, що енергоносій – ідеальний газ; протидією та тертям - знехтувати).

Відповідь: $D = 1,2$ м.

Завдання 3. Вирахувати масу другої баби (m_2) та енергію удару (E_y) безшаботного молота горизонтального розташування, якщо маса першої баби $m_1 = 630$ кг, а швидкість баб в момент удару становила відповідно: $V_1 = 5$ м/с та $V_2 = - 5,5$ м/с (вважати, що після удару рухомі частини одночасно і повністю зупинилися; тертям - знехтувати).

Відповідь: $m_2 = 572,7$ [кг]; $E_y = 16537$ [кг*м].

Завдання 4. Вирахувати швидкість рухомої станини (V_c) та енергію удару (E_y) високошвидкісного молота, якщо швидкість повзуна в момент удару $V_{\text{п}} = 40$ м/с, а маса повзуна і станини становлять $m_{\text{п}} = 200$ кг та $m_c = 4000$ кг відповідно (вважати, що після удару рухомі частини одночасно і повністю зупинилися; гравітацією та тертям - знехтувати).

Відповідь: $V_c = - 2$ [м/с]; $E_y = 168000$ [кг*м].

Завдання 5. Вирахувати енергію удару (E_y) та величину зусилля (P), що буде замикатися в станині аркового типу шаботного ковальського пароповітряного молоту при центральному ударі, якщо маса рухомих частин $m = 500$ кг, їх швидкість в момент удару $V = 7$ м/с.

Відповідь: $E_y = 12250$ [кг*м]; $P = 0$.

Завдання 6. Вирахувати швидкість удару (V) та величину зусилля (P), що буде замикатися в станині мостового типу шаботного штампувального пароповітряного молоту при центральному ударі, якщо маса рухомих частин $m = 3000$ кг, а енергію удару $E_y = 84000$ кг*м.

Відповідь: $V = 7,5$ [м/с]; $P = 0$.

Завдання 7. Скласти рівняння рівноваги для рухомих частинах робочого пневмоциліндру пневматичного молота до моменту повороту кривошипного валу приводу компресорного пневмоциліндру на кут α_1 .

Відповідь: $P_1 + P_0 - P_2 - G = 0$.

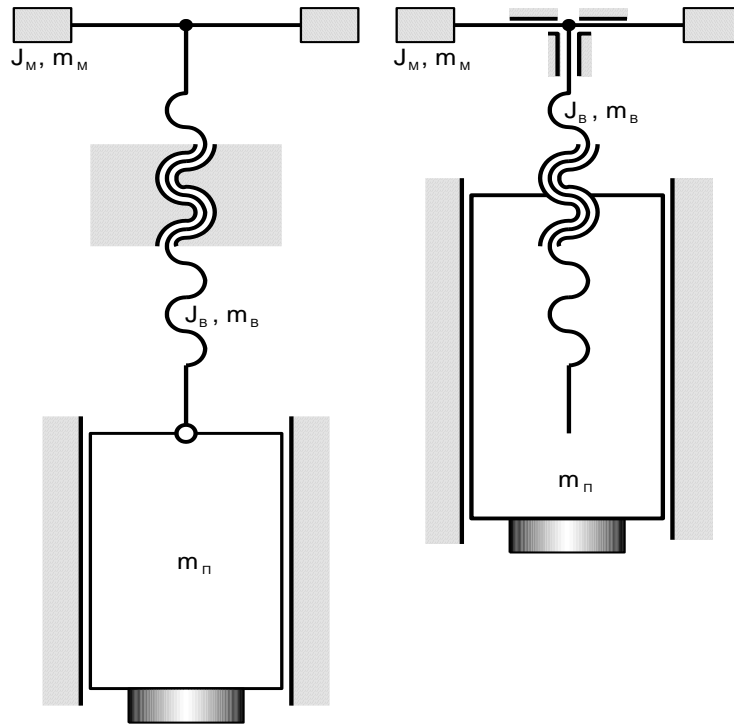
Завдання 8. Навести формулу визначення часу технологічного циклу ($T_{ц}$) роботи гідропресу з чотирма обов'язковими складовими.

Відповідь: $T_{ц} = t_{ц} + t_{х.х.н} + t_{р.х.} + t_{х.х.п}$.

Завдання 9. З наведених схем вибрати гвинтовий прес-молота з максимальними енергетичними можливостями. Навести формули для визначення сумарної маси частин, що рухаються прямолінійно, та сумарного моменту інерції частин, що обертаються, якщо динамічні і кінематичні параметри однакові для обох випадків.

Схема 1.

Схема 2.



Відповідь: Схема 2; $m_{2 \text{ сум}} = m_M + m_B + m_{\text{П}}$; $J_{2 \text{ сум}} = J_M + J_B$.

Завдання 10. Знайти величину прямого і зворотного зусилля гідроциліндру поршневого типу гідравлічного пресу з урахування сил тертя, якщо діаметр гідроциліндру $D = 400$ мм, діаметр штоку $d = 150$ мм, тиск робочої рідини $p = 240$ кг/см², сила тертя в ущільнювачі поршня становить 6%, в ущільнювачі штока 4% від відповідного осьового зусилля (протидією витиснення рідини - знехтувати).

Відповідь: $P_{\text{пр}} = 271296$ кг; $P_{\text{зв}} = 233145$ кг.

Завдання 11. Знайти у відсотках фактичну ефективність (η) роботи гідравлічного циліндру плунжерного типу, пов'язану з витратами на тертя в ущільнювачах при прямому русі, якщо діаметр гідроциліндру $D = 720$ мм, тиск робочої рідини $p = 320$ кг/см², на іспитах гідроциліндр здолав максимальне зусилля $P_{\text{пр}} = 1200000$ кг (іншими протидіями - знехтувати).

Відповідь: $\eta = 92\%$.

Завдання 12. Знайти діаметри одного робочого та двох зворотних гідроциліндрів плунжерного типу гідравлічного пресу з верхнім розташуванням робочого приводу, якщо тиск у напірних магістралях $p_H = 400$ кг/см², у зливних $p_{\text{сл}} \approx 0$ кг/см², вага рухомих частин $G = 20000$ кг, технологічне зусилля $P = 630000$ кг. Силами тертя знехтувати.

Відповідь: $D = 22$ [мм], $d = 5,6$ [мм].

Завдання 13. Знайти кінетичну енергію гвинтового фрикційного прес-молоту з масою рухомих частин $m = 630$ кг і моментом інерції частин, що обертаються, $J = 1000$ кг*м², якщо в момент удару лінійна швидкість рухомих частин $V = 4$ м/с, окружна швидкість $\omega = 3$ с⁻¹.

Відповідь: $E = 9540$ [кг*м].

Завдання 14. Знайти технологічне зусилля (P), яке спроможний здолати гідропрес, та вагу його рухомих частин (G), якщо діаметр одного робочо гідроциліндру $D = 400$ мм, діаметри двох однакових зворотних гідроциліндрів гідравлічного пресу $d = 50$ мм, тиск у напірних магістралях $p_n = 320$ кг/см², у зливних $p_{сл} \approx 0$ кг/см². Всі гідроциліндри плунжерного типу. Силами тертя знехтувати.

Відповідь: $P = 414480$ [кг], $G = 12560$ [кг].

Завдання 15. Вибрати робочий тиск напірної магістралі (p_n) акумулятора при умові, що тиск у зливній $p_{сл} \approx 0$ кг/см². Конструктивно прес має насосно-акумуляторний привід з одним робочим та двома зворотними гідроциліндрами плунжерного типу і наступні параметри: технологічне зусилля $P = 1000000$ кг, вага його рухомих частин $G = 5000$ кг, діаметр робочо гідроциліндру $D = 1000$ мм, діаметр зворотних гідроциліндрів гідравлічного пресу $d = 50$ мм. Втратами в магістралях та силами тертя знехтувати.

Відповідь: $p_n = 127,4$ [кг/см²].

Завдання 16. Визначити тиск у зливній магістралі ($p_{сл}$) гідропресу, якщо тиск у напірній магістралі $p_n = 400$ кг/см², конструктивно прес має насосно-акумуляторний привід з одним робочим і двома зворотними гідроциліндрами плунжерного типу та наступні параметри: технологічне зусилля $P_T = 1240000$ кг, діаметр робочо гідроциліндру $D = 630$ мм, діаметр зворотних гідроциліндрів $d = 100$ мм. Вагою рухомих частин пресу, втратами в магістралях та силами тертя знехтувати.

Відповідь: $p_{сл} = 8$ [кг/см²].

Завдання 17. Вирахувати швидкість рухомих частин (V) та енергію удару (E_y) вантажного молоту простої дії, якщо маса рухомих частин становить $m = 2000$ кг висота підйому $h = 2,5$ м (тертям - знехтувати).

Відповідь: $E_y = 49050$ [кг*м]; $V_c = 7$ [м/с].

Завдання 18. Знайти діаметри (d) колон чотириколонного штампувального гідравлічного пресу з верхнім центральним розташуванням одного робочого гідроциліндру плунжерного типу при

центральному навантаженні технологічним зусиллям, якщо тиск у напірній магістралі $p = 400 \text{ кг/см}^2$, діаметр гідроциліндру $D = 630 \text{ мм}$, допустиме напруження на розрив матеріалу колон $[\sigma_p] = 22 \text{ кг/мм}^2$. Силами тертя та протидії - знехтувати.

Відповідь: $d \geq 134 \text{ [мм]}$.

Завдання 19. Знайти діаметри (d) колон двоколонного дослідницького гідравлічного пресу з центральним розташуванням одного робочого гідроциліндру поршневого типу при центральному навантаженні стисканням зразка зворотнім ходом поршня, якщо тиск у напірній магістралі $p = 320 \text{ кг/см}^2$, діаметр гідроциліндру $D = 250 \text{ мм}$, діаметр штоку $d = 80 \text{ мм}$, допустиме напруження на розрив матеріалу колон $[\sigma_p] = 25 \text{ кг/мм}^2$. Силами тертя та протидії - знехтувати.

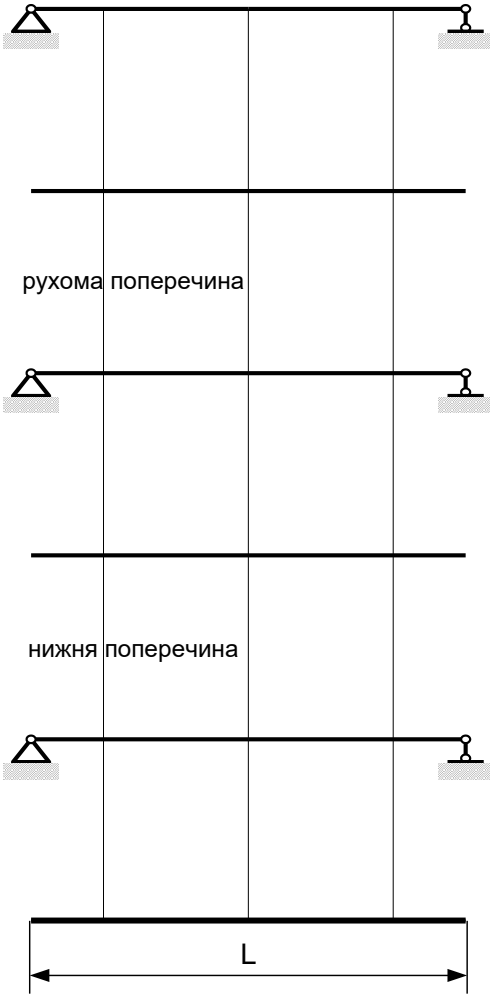
Відповідь: $d \geq 60 \text{ [мм]}$.

Завдання 20. Вирахувати швидкість сумарної маси рухомих частин ($V_{\text{сум}}$) горизонтального безшаботного молоту, якщо швидкість першої баби в момент удару $V_1 = 7 \text{ м/с}$, швидкість другої баби в момент удару $V_2 = -7,5 \text{ м/с}$, а маса баб однакова і становить $m_1 = m_2 = 250 \text{ кг}$ (тертям - знехтувати).

Відповідь: $V_c = -0,25 \text{ [м/с]}$. Завдання 21. На наведеному ескізі з трьох балок довжиною L , що відповідно відповідають верхній, рухомій і нижній поперечинам, нанести схеми прикладання зусилля, які діють на верхню, рухому і нижню поперечини станіни гідравлічного пресу від технологічного зусилля P при спрощеному розрахунку колонної станіни, та побудувати епюри відповідних згинаючих моментів.

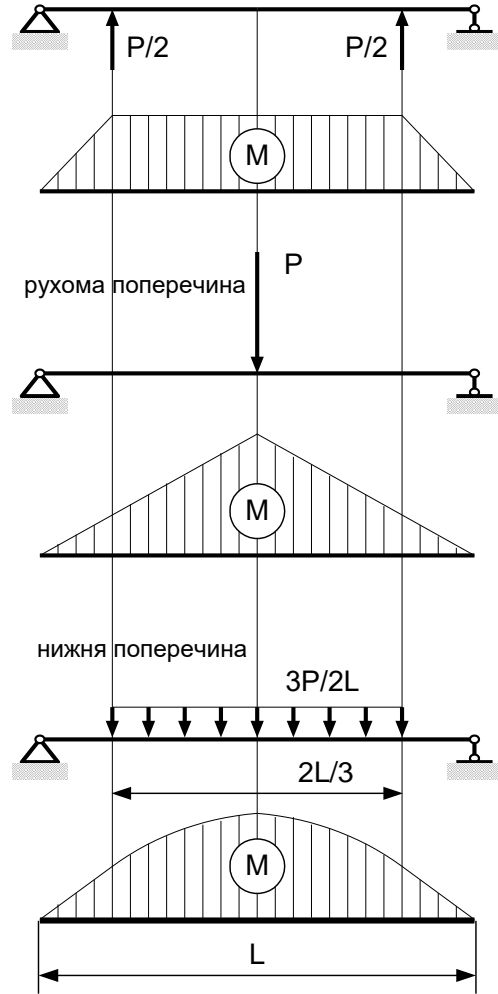
Ескіз балок

верхня поперечина



Відповідь:

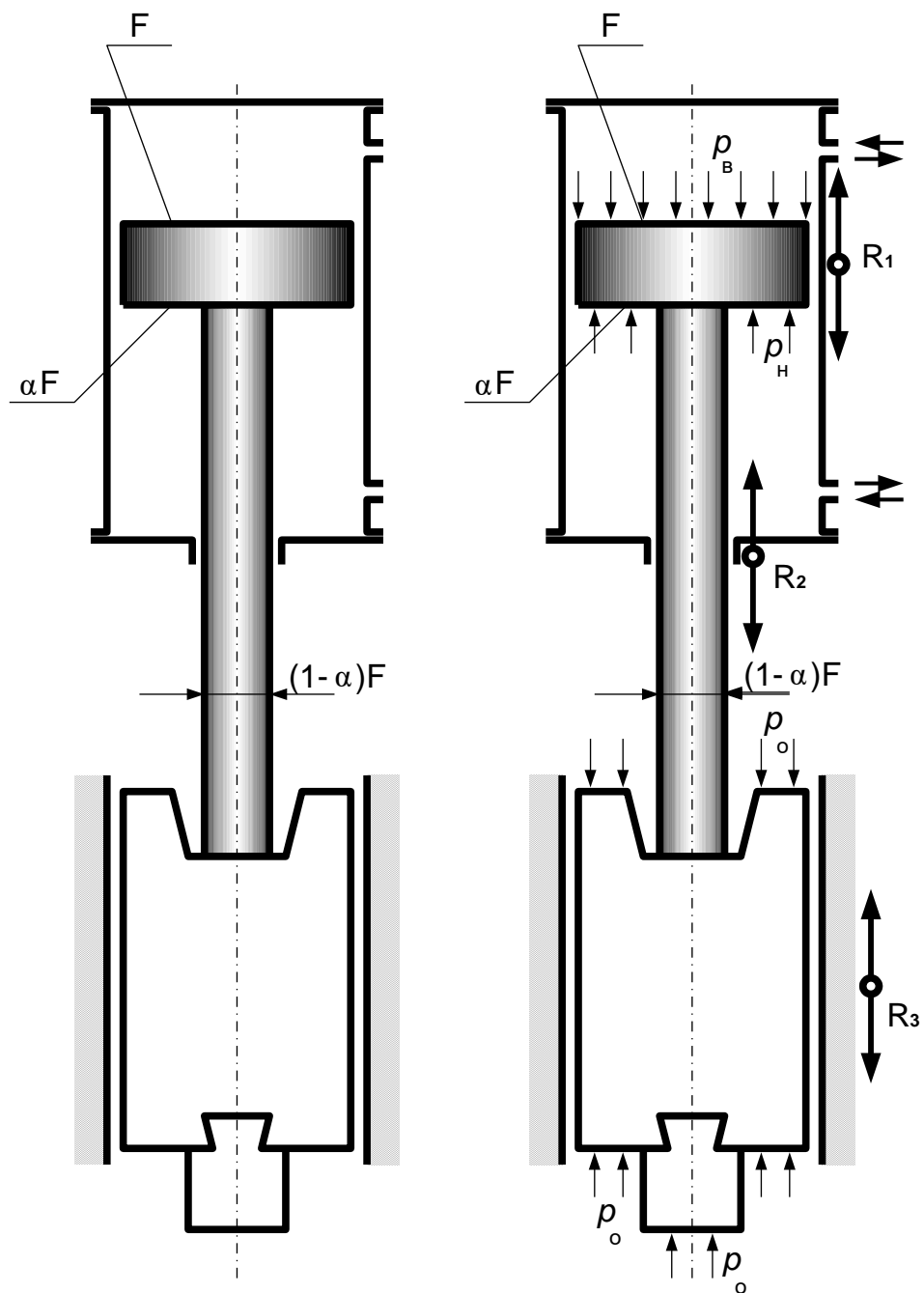
верхня поперечина



Завдання 22. На наведеному ескізі нанести схему прикладання тисків та зусиль, які діють на рухомі частини пароповітряного молота.

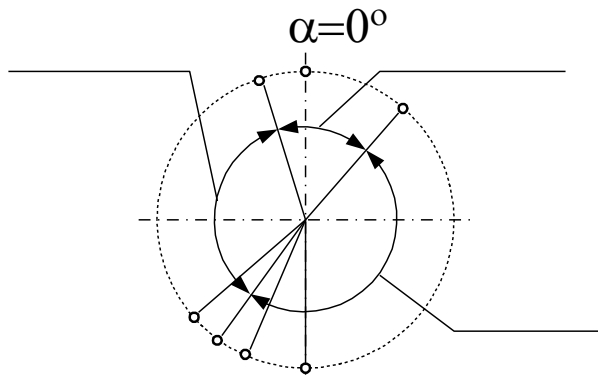
Відповідь:

Ескіз пароповітряного молота

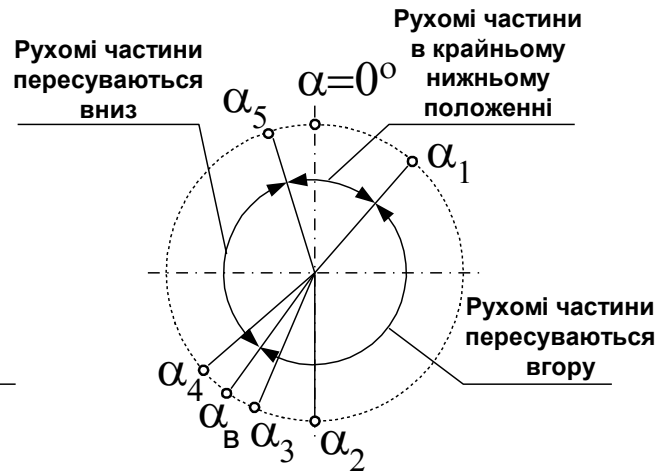


Завдання 23. На циклограмі роботи пневматичного молоту нанести кути повороту кривошипного валу α , що відповідають якісним положенням рухомих частин молоту та надати пояснення виділеним на циклограмі кутам.

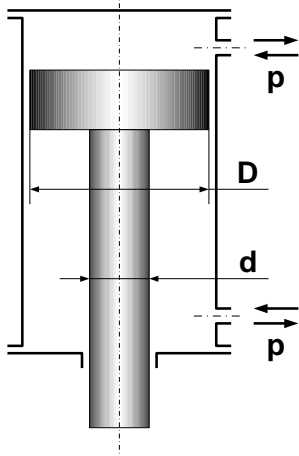
Циклограма пневматичного молоту



Відповідь:



Завдання 24. Навести формули для визначення прямого і зворотного зусилля гідروциліндру поршневого типу (діаметри циліндрів вказані на рисунку).



Відповідь: $P_{пр} = p \cdot \pi \cdot D^2 / 4$; $P_{зв} = p \cdot \pi \cdot (D^2 - d^2) / 4$.

Завдання 25. Навести формулу для визначення зовнішнього діаметру циліндричної частини корпусу гідроциліндру плунжерного типу при розрахунку на міцність, якщо внутрішній тиск рідини $p_p = 400 \text{ кг/см}^2$, межа міцності матеріалу корпусу гідроциліндру $[\sigma_p] = 25 \text{ кг/мм}^2$, діаметр плунжеру $D = 750 \text{ мм}$.

Розв'язок:

Відповідь: $D_z = 877,5 \text{ [мм]}$.

Результати контрольних робіт враховуються в РСО.

2.6 Методичні вказівки

Методичні вказівки щодо питані викладання дисципліни були надані вище у відповідності до розділів курсу.

Для поглиблено вивчення курсу "Ковальсько-штампувальне обладнання" студентам необхідно систематично проробляти матеріали лекцій, а також підручники основного та додаткового складу, що рекомендуються, самостійно та під керівництвом викладачів вирішувати задачі проектування, конструювання та розрахунків викладені в основному переліку.

Студентам необхідно систематично повторяти і знати основні елементи розрахунків на міцність з курсу "Опір матеріалів", основні етапи розробки і склад конструкторської документації з курсу "Інженерна і комп'ютерна графіка", особливості проектування і розрахунків деталей і передач з курсів "Теорія машин та механізмів" і "Деталі машин", особливості проектування пневмо- та гідроприводів з курсу "Гідравліка" та ін.

Знання студентів оцінюються за наступними показниками:

- За результатами модульних контрольних робіт;
- За результатами виконаної розрахунково-графічної роботи;
- За результатами виконання і захисту лабораторних робіт;
- За результатами складання іспиту.

Лекційний курс викладений у формі розробленого мультимедійного забезпечення (презентації), елементи якого вимагають від аудиторії творчого розуміння матеріалу, що викладається.

Рекомендовано проводити іспит у письмовій формі.

2.7 Методика оцінювання знань

2.7.1. Модульно-рейтингове оцінювання знань

Знання студентів оцінюються за бально-рейтинговою системою оцінювання.

Рейтинг студента з дисципліни складається з балів, які він отримав за:

- 1) виконання та захист 4 лабораторних робіт,
- 2) МКР,
- 3) одну розрахунково-графічну роботу,
- 4) відповідь на екзамені.

Система рейтингових балів та критерії оцінювання:

Лабораторні роботи

- Лабораторна робота №1 – 3 бали.
- Лабораторна робота №2 – 3 бали.
- Лабораторна робота №3 – 3 балів.
- Лабораторна робота №4 – 3 балів

Максимальна кількість балів за всі лабораторні роботи дорівнює $R_{лр}=12$ балам.

Максимальна кількість балів виставляється за своєчасно виконану і відмінно захищену лабораторну роботу. За несвоєчасно здачу, недоліки і помилки у протоколі, за помилки при захисті роботи може зніматися покроково з кроком 0,25 бали і не може севfhyj перевищувати 4 балів:

- лаб. робота №1 до 1 балів
- лаб. робота №2 до 1 балів
- лаб. робота №3 до 1 балів
- лаб. робота №4 до 1 балів

Модульний контроль

Максимальна кількість балів за МКР $R_{мкр} = 18$ балів.

За неточні відповіді можливе покрокове зниження оцінки з кроком 0,5 бали кожної МКР до 8 балів. При сумі балів з контрольну роботу менше 10, остання - не зараховується і її необхідно перескладати.

Розрахункова робота

Ваговий бал $R_{рр}=20$ балів.

За несвоєчасну здачу, помилки і недоліки при виконані роботи і при її захисті оцінка знижується покроково з кроком 1 бал до 6 балів. Менший бал ніж 15 потребує доопрацювання розрахункової роботи та її повторного захисту.

Заохочувальні бали

- участь у модернізації та вдосконаленні лабораторних робіт – +5 балів.

Сума заохочувальних балів не повинна перевищувати 0,16 R_c (8 балів). Творча складова (реферат, наукові дослідження, статті, патенти, удосконалення лабораторних робіт та ін.) є основною для нарахування заохочувальних балів (до 10 балів).

$$R_c = R_{лр} + R_{мкр} + R_{рр} = 12 + 18 + 20 = 50 \text{ балів.}$$

Якщо студент за семестр набрав менше 25 балів, він до екзамену не допускається,

Якщо набрав не менше 45 балів, то за згодою студента він може отримати без складання іспиту оцінку - «добре».

Екзаменаційна рейтингова оцінка становить $R_e=50$ бали.

Сумарна рейтингова оцінка становить $R = R_c + R_e = 50 + 50 = 100$ балів

$R = R_c + R_e$	Традиційна оцінка
95...100	Відмінно
85...94	Дуже добре
75...84	Добре
66...74	Задовільно
60...65	Достатньо
<60	Незадовільно
<35	Не допускається

2.7.2 Питання до екзаменаційних білетів

- Класифікація молотів і їхні характеристики.
- Порівняння схем пневматичного, пароповітряного та механічних молотів, а також безшаботних молотів.
- Елементи теорії удару.
- Енергетика удару.
- Термодинамічні основи роботи пароповітряних і пневматичних молотів.
- Тепловий цикл пароповітряного молота.
- Сполучена теоретична діаграма пароповітряного молоту.
- Сили, які діють на рухливі частини пароповітряного молота.
- Визначення площі поршня пароповітряного молоту ($pV = \text{const}$, $pV^n = \text{const}$) та енергії удару пароповітряного молоту ($pV = \text{const}$, $pV^n = \text{const}$).
- Визначення теоретично можливого числа подвійних ударів пароповітряного молоту та витрат енергоносія пароповітряного молоту.
- Теоретична, розрахункова та дійсна діаграми пароповітряного молота.
- Розрахункова діаграма автоматичних ударів, одиничного удару, циклу холостих хитань пароповітряного молота.
- ККД пароповітряного молота.
- Механізми паророзподілу пароповітряних молотів.
- Дистанційне керування кувальним пароповітряним молотом.
- Визначення розмірів золотника і втулки пароповітряного молоту.
- Особливості конструкцій циліндру, рухомих частин, кріплень штока до повзуна, стійок і шаботів пароповітряних молотів.

- Особливості розрахунку стійок пароповітряного молоту.
- Особливості і вимоги до молотових фундаментів, їх загальна характеристика.
- Конструкції та розрахунок жорсткого та віброізолюваного молотових фундаментів.
- Конструкція пневматичного молоту.
- Режими роботи. Циклограма роботи пневматичного молоту.
- Індикаторні діаграми пневматичного молоту.
- Визначення кута α_1 циклограми роботи пневматичного молоту.
- Особливості аналізу руху робочого поршня пневматичного молоту, що відповідає повороту кривошипного валу від кута α_1 до кута α_2 , від кута α_2 до кута α_3 , від кута α_3 до кута α_4 , від кута α_4 до кута α_5 .
- Схеми, конструкції й енергетичний аналіз гвинтових прес-молотів.
- Аналіз роботи гвинтового фрикційного прес-молота при холостому ході вниз та при холостому ході вгору.
- Визначення зусилля натискання диску на маховик.
- ККД гвинтового фрикційного прес-молоту.
- Розрахунок на міцність елементів конструкції гвинтового фрикційного прес-молота.
- Конструкція і робота гідрогвинтового прес-молоту.
- Аналіз роботи гідрогвинтового прес-молоту.
- Класифікація гідропресів.
- Визначення і вибір основних параметрів гідропресу.
- Спрощене визначення лоц робочих і зворотніх циліндрів гідропресу.
- Робочий цикл гідропресу.
- Види приводу гідропресів.
- Динаміка гідропресу, який приводиться в дію від НАС.
- Класифікація та конструкції станин гідропресів.
- Конструкції гідропресів з колонною станиною.
- Силова схема навантаження колонної станини гідропреса.
- Спрощений розрахунок колонної станини гідропресу.

2.8 Література

2.8.1 Основна

1. Гожій С.П. КОВАЛЬСЬКО-ШТАМПУВАЛЬНЕ ОБЛАДНАННЯ: МОЛОТИ. [Електронний ресурс]: посібник для здобувачів ступеня бакалавра, які навчаються за спеціальністю 131 "Прикладна механіка", освітніми програмами: «Механіка пластичності матеріалів» та «Технологія виробництва літальних апаратів» / С.П.Гожій, С.Ф.Сабол, А.В. Кліско ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові

дані (1 файл: 7,974 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 107 с..

2. Гожій С.П., КОВАЛЬСЬКО-ШТАМПУВАЛЬНЕ ОБЛАДНАННЯ: ГВИНТОВІ ПРЕСИ. [Електронний ресурс]: посібник для здобувачів ступеня бакалавра, які навчаються за спеціальністю 131 "Прикладна механіка", освітніми програмами: «Механіка пластичності матеріалів» та «Технологія виробництва літальних апаратів» / С.П.Гожій, С.Ф.Сабол, А.В. Кліско ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 7,974 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 34 с.

3. Гожій С.П. КОВАЛЬСЬКО-ШТАМПУВАЛЬНЕ ОБЛАДНАННЯ: ГІДРАВЛІЧНІ ПРЕСИ. [Електронний ресурс]: посібник для здобувачів ступеня бакалавра, які навчаються за спеціальністю 131 "Прикладна механіка", освітніми програмами: «Механіка пластичності матеріалів» та «Технологія виробництва літальних апаратів» / С.П.Гожій, С.Ф.Сабол, А.В. Кліско ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 7,974 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 151 с..

4. Живов Л.І., Овчинніков О.Г. Ковальсько-штампувальне обладнання. Преси. - Київ: Вища школа, - 1981. - 376 с.

5. Живов Л.І., Овчинніков О.Г. Ковальсько-штампувальне обладнання. Молоти. Гвинтові преси. – К.: Вища школа, - 1985. – 279 с.

2.8.2 Додаткова

1. Банкетов А.І., Бочаров Ю.А., Добринский Н.С., Ланской Е.Н., Прейс В.Ф., Трофимов І.Д. Ковальсько-штампувальне обладнання.- М.: Машинобудування, - 2002. -574 с.

2. Залеський В.І. Обладнання ковальсько-штампувальних цехів.- М.: Машинобудування, - 1993. - 632 с.

3. Воронін В.Г. Гидравлічні преси с безакумуляторним маслонасосним приводом. - М.: Машинобудування, - 2004.- 264 с.

4. Бочаров Ю.А. Винтовые прессы. - М.: Машиностроение, - 1976.- 438 с.

5. 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.

6. Жолобов В.В.,Зверев Г.И. Оборудование гидропрессовых цехов. - М. : Машиностроение,1974.- 361 с.

7. Бочаров Ю.А.,Прокофьев В.Н. Гидропривод кузнечно-прессовых машин.- М.: Высшая школа,1969.- 216 с.

8. Розанов Б.В. Гидравлические прессы.- М.: Машгиз, 1956. - 438 с.

9. Зимин А.И. Машины и автоматы кузнечно-штамповочного производства . Молоты. Ч.1. - М.: Машгиз,1953.- 457 с.
10. Дунаев П.А. Пневматические молоты.- М.: Машгиз,1959. - 228 с.
11. Сторожев М.В., Попов Е.А. Теория обработки металлов давлением. М.; Машиностроение. 1977. - 424 с.