

Шифр: **SUPERIORITY**

Наукова робота

“Розробка та виготовлення лабораторної установки маятниковий копер”

Анотація

Робота під шифром **SUPERIORITY** присвячена розробці лабораторної установки «маятниковий копер» для дослідження ударної в'язкості металів. В роботі пророблено та вдосконалено лабораторну установку для дослідження ударної в'язкості металів, її загальну компоновку, ескізи та креслення окремих вузлів та деталей. Наведено загальний вигляд спроектованої та виготовленої установки, інструкція до виконання лабораторної роботи. Лабораторна установка призначена для використання у лабораторному практикумі лабораторії опору матеріалів.

Наукова робота містить: 32 сторінки, 16 формул, 25 рисунків, 2 таблиці, 12 джерел літератури.

Ключові слова: ударна в'язкість, лабораторна установка, експериментальні дослідження.

Зміст

Вступ	4
1. Теоретична частина	6
1.1. Відомості про лабораторну установку	6
1.2. Конструкція лабораторної установки	7
1.3. Методика проведення дослідів	8
1.4. Педагогічний аспект використання лабораторної установки	9
2. Практична частина	11
2.1. Вигляд лабораторної установки	11
2.2. Порядок виконання робіт для виготовлення лабораторної установки <<маятниковий копер>>	12
2.3. Технологія виготовлення	22
2.4. Обґрунтування та вибір матеріалу для виготовлення найбільш навантажених елементів	27
2.5. Розрахунки	28
Висновки	32
Список використаної літератури	33
Апробація результатів роботи	34

Вступ

Умови сьогодення диктують необхідність подальшого вдосконалення та розширення лабораторної навчальної бази природничих кафедр. Особливо це важливо в умовах бурхливого розвитку сучасної техніки, технологій, успіхів матеріалознавства. Сучасні інженери, спеціалісти інженерно-технічного профілю повинні бути в курсі сучасних досягнень науки та техніки, несподіваних проривів та відкриттів у цій галузі, провідних промислових та наукових закладів, які постійно відбуваються у провідних промислових країнах світу.

Питання стає ще більш важливим та актуальним у зв'язку із відсутністю в Україні підприємств та установ, які б займалися розробкою та випуском сучасного навчального лабораторного обладнання. Задача ускладнюється також тією обставиною, що вкрай обмежено фінансування що до придбання обладнання для навчального процесу, розширення матеріально-технічної бази кафедр та лабораторій. Для прикладу установка маятникового копра для випробування матеріалів на ударну в'язкість з мінімальною комплектацією коштує близько дев'яносто шість тисяч гривень. Існуюче в наш час обладнання досить сильно фізично та морально зношено, застаріло, потребує заміни та оновлення, в більшості лабораторій воно вже взагалі стало непридатним для використання.

Актуальність. Тому в лабораторії опору матеріалів ЧНУ імені Юрія Федьковича практикується шлях подальшого розвитку лабораторно-технічної бази кафедри в процесі виконання курсових, дипломних та магістерських робіт з відповідної тематики. При цьому, перш за все, робиться акцент не тільки на теоретичні аспекти роботи, але також - і на практичні. Розраховуються на міцність, жорсткість всі елементи конструкції, визначається та обґрунтовується технологія їх виготовлення, починаючи з операцій розмітки, так і до збирання та оздоблення конструкції. Отримані таким чином діючі моделі конструкцій та споруд і механізмів в подальшому можуть використовуватись при виконанні

лабораторних практикумів з інженерно-технічних дисциплін. Такий підхід дозволяє суттєво розширити тематику лабораторних робіт, їх перелік, звернути увагу студентів на несподівані аспекти явищ, які при цьому вивчаються. А сам факт виконання лабораторних робіт на установці, яка спроектована, виготовлена та доведена до робочого стану товаришами та колегами сприяє тому, що хоча б у певної частини студентів також виникає бажання зробити щось подібне. В цьому полягає виховний та педагогічний аспект навчання, який за певних умов, може суттєво вплинути на подальшу долю студента, сприяти його зацікавленості у поглибленні та розширенні знань в обраній ним галузі навчання, розвитку інклюзії, креативності мислення, іноваційному підході до рішення поставлених перед ним задач, й надалі ефективно займатися педагогічною та викладацькою діяльністю.

З метою досягнення поставленої мети в лабораторії розроблена, спроектована конструкція маятникового копра. Це дозволило поставити ще одну тему для практичного вивчення у навчальному процесі з дисципліни «Опір матеріалів», а також – «Матеріалознавство». Установка дозволяє здійснювати випробовування металевих зразків на ударну в'язкість. Габарити та принцип дії розробленої та виготовленої установки – близькі до тих, що реалізуються існуючими подібними серійними установками. Проте – фізична та моральна застарілість останніх, зношеність основних їх елементів ат вузлів вимагають оновлення цих конструкцій (знижується точність показників, безпечність роботи конструкції, коливання, вібрації, відхилення від номінальної траєкторії руху маятника, відхилення його на неприпустимі значенні від нормального положення тощо). Відсутність вітчизняних виробників та висока вартість закордонних аналогів роблять обраний шлях поповнення та розвитку лабораторної бази важливим та актуальним, привабливим для подальшого практичного розвитку та реалізації, а сам факт самостійного виготовлення установки, яка буде практично використовуватися у навчальному процесі – важливий педагогічний аспект виконання курсової роботи.

Собівартість розробленої, спроектованої та виготовленої установки на порядки нижче відповідного обладнання, яке пропонується в Інтернеті закордонними фірмами-виробниками. Проте, під час роботи над реальним практичним проектом студент набуває важливі навички, які йому будуть вкрай потрібні у процесі подальшої практичної інженерно-технічної або викладацької діяльності.

Запропонований шлях показав корисність такого підходу, його високу та ефективну роль у процесі підготовки інженерів та спеціалістів машинобудівного профілю, майбутніх викладачів технічних дисциплін.

Мета наукової роботи - розробка та виготовлення лабораторної установки «маятниковий копер».

Об'єкт дослідження: процес розробки та виготовлення лабораторної установки «маятниковий копер».

Предмет дослідження: технології та конструкція всіх деталей та вузлів «маятникового копра» а також – педагогічний вплив виготовлення установки на студентів.

Завдання:

1. Виготовити підставки у яких фіксується зразок;
2. Спроектувати та виготовити двосторонні накладки для молотка;
3. Встановити транспортер у необхідне положення для усунення систематичної похибки вимірювань;
4. Виготовити запобіжні фіксатори для штанги молотка для того щоб забезпечити безпечні умови роботи;

Методи: теоретичні та експериментальні.

1. Теоретична частина

1.1. Відомості про лабораторну установку маятниковий копер

Копер – пристрій за допомогою якого випробовують матеріали на ударну в'язкість.

Ударна в'язкість - здатність матеріалу поглинати механічну енергію в процесі деформації та руйнування під дією ударного навантаження. Як правило, вона оцінюється роботою, що виконана для руйнування надрізаного зразка при ударному згині, віднесеною до площі його перерізу в місці надрізу. Вимірюється в Дж/м² [2, 9].

1.2. Конструкція лабораторної установки

На рисунку 1 наведена загальна конструктивна схема лабораторної установки.

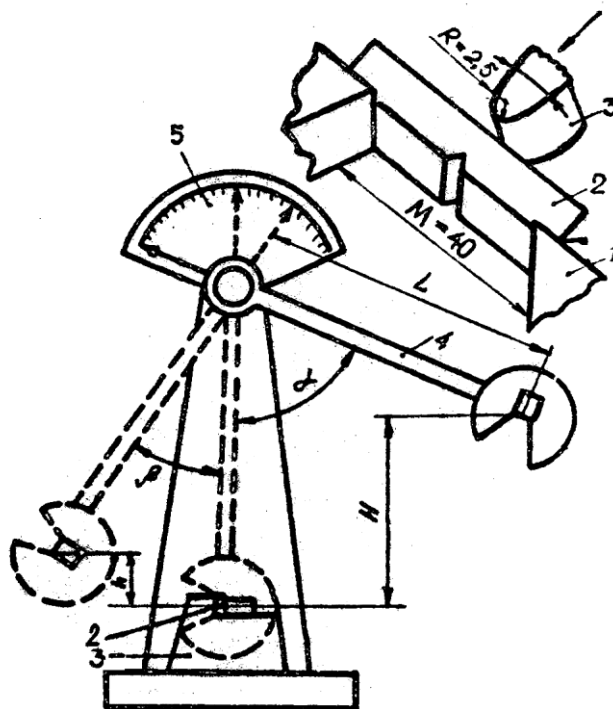


Рисунок 1. Конструктивна схема лабораторної установки

На (рис.1) позначено :

1 - опори; 2- зразок металу; 3-маятниковий молот; 4 – маятник; 5 -шкала для фіксації градуса підйому маятника [1].

Інформація, наведена на рис.1 дозволяє добре зрозуміти призначення та взаємодію окремих вузлів, частин та усієї конструкції установки.

1.3.Методика проведення досліду

Маятниковий копер. На рис. 1 представлена схема випробування на ударний вигин на маятниковому копрі. Зразок 2 встановлюють у спеціальну підставку горизонтально, що забезпечує установку надрізу в середині прольоту між опорами 1. Удар наноситься з боку, протилежному надрізу, в площині, перпендикулярній поздовжній осі зразка. Маятник копра закріплюється в вихідному верхньому положенні, що відповідає швидкості руху ножа маятника в момент удару.

За допомогою шкали 5 фіксується кут підйому маятника α . Потім відкриваємо механізм закріплення, маятник 4 вільно падає під власною вагою, завдає удару по зразку, піднімаючись щодо вертикальної осі копра на кут β . Різниця енергії, отриманої маятником до удару і збереженою їм після удару, дає величину роботи, витраченої маятником на своєму шляху.

$$K=P(H-h) \quad (1)$$

Де: K - робота удару, Дж; P - вага маятника, Н; H – висота підйому маятника до удару, м; h – висота підйому маятника після удару, м. Якщо довжина маятника L , то

$$h=L (1 - \cos \beta) \quad (2)$$

$$H=L (1 - \cos \alpha) \quad (3)$$

Отже, робота удару K по вимірним кутам α і β визначається

$$K=PL (\cos\beta- \cos\alpha) \quad (4)$$

Розрахунки за допомогою наведених виразів в подальшому виконуються студентами у ході виконання лабораторної роботи [7].

1.4.Педагогічний аспект використання лабораторної установки.

Педагогічний аспект нашої роботи полягає в тому що ми під час розробки врахували ті чинники які допоможуть нам дотримуватись педагогічних цілей.

У процесі розробки вирішили дотримуватись креативних цілей. Це безпосередні цілі, що розробляються самими педагогами-практиками та їх студентами з урахуванням типу навчального закладу, навчального предмета і профілю спеціалізації, з урахуванням рівня підготовленості педагогів та розвитку студентів. Кожна мета має свій предмет, тобто те, що передбачається розвинути у вихованця. На основі цього виділяються три групи цілей.

Група А - навчальні цілі формування навичок, знань, умінь, тобто мети формування поведінки і свідомості.

Група В - виховні цілі формування ставлення до самих різних сторін життя: суспільства, праці, теми уроку, професії, друзів, батьків, мистецтва тощо

Група С - розвиваючі цілі формування творчої діяльності, розвитку здібностей, задатків, інтересів студентів.

Потім ми вже керувалися педагогічними термінами для використання лабораторної установки: 1. **Активність** (у навчанні) — характеристика особливостей пізнавальної діяльності особистості, що полягає в усвідомленому використанні нею інтенсивних методів, засобів, форм оволодіння знаннями, вироблення вмінь і навичок. Активність була вибрана так як під час рзробки лабораторної установки потрібно бути активним щоб проробити таку кількість роботи. 2. **Виховання національне** — історично зумовлена і створена етносом

система виховних ідеалів, поглядів, переконань, традицій, звичаїв, спрямованих на доцільну організацію діяльності членів суспільства, в процесі якої відбувається процес оволодіння морально-духовними цінностями народу, забезпечується єднання і спадкоємність поколінь, соборність народу. Таке виховання в нашій роботі є перспективним так як ми пропагандуємо виготовлення самостійно, а не звернення до закордонних компаній. 3. **Демонстрація** — метод навчання, який передбачає показ предметів і процесів у їх натуральному вигляді, динаміці. У нашій роботі активно використовується демонстрація так як нашу установку можна добре продемонструвати студентам. 4. **Креативність** — творча, новаторська діяльність; новітній термін, яким окреслюються «творчі здібності індивіда, що характеризуються здатністю до продукування принципово нових ідей і що входять в структуру обдарованості як незалежний фактор». У роботі використовується термін креативність під час оздоблення всієї конструкції. 5. **Самостійність** – вміння вибирати найкраще з альтернатив, а для цього важливо уміти слухати й аналізувати думки та ідеї людей, котрі поруч. Самостійність була використано в тому що виготовлення конструкції відбувалось самостійно без допомоги інших людей.

Під час навчального процесу ми провели експеримент, цей експеримент проходив у два етапи. Перший етап - це проведення контрольного зрізу по матеріалу предмету «Опір матеріалів» коли лабораторна установка ще не використовувалась у навчальному процесі. Другий етап - також проведення зрізу з цієї ж дисципліни, але вже коли лабораторна установка використовувалась у навчальному процесі. Тобто ми провели контрольні зрізи в 2020 році та в 2021, на прикладі таблиці нижче показано ефективність використання такої установки у навчальному процесі.

Таблица 1. Оцінювання проведення педагогічного експерименту

Назва спеціальності	Успішність в 2020 році	Успішність в 2021 році	Рівень на який піднялась якість освіти
Професійна освіта (машинобудування)	68%	90%	22%
Середня освіта(трудове навчання)	62%	83%	21%
Середні значення	65%	86,5%	21,5%

2. Практична частина

2.1. Вигляд лабораторної установки

В процесі виконання курсової роботи було розроблено виготовлено лабораторну установку «маятниковий копер».



Рисунок 2. Загальний вигляд лабораторної установки

2.2. Порядок виконання робіт для виготовлення лабораторної установки «маятниковий копер»

Спочатку виготовили основу, вона була вирізана з листа металу.



Рисунок 3. Вигляд основи

Потім на основу закріпили ніжки за допомогою яких можна регулювати висоту та горизонтальне положення основи .

Після цього за допомогою болтів на основу було встановлено опори на яких закріплюється маятник (рис.4).

Далі на опори закріпили маятник за допомогою підшипників які приварили на основи (рис.5).

На опори закріпили підставки для встановлення зразків (рис.7).

Потім було встановлено механізм для закріплення та подальшого відпускання маятника (рис.8).

Виготовили отвори для закріплення маятника у верхньому положенні (рис.9).

На опори встановлено транспортер (рис.10).

На рис. 2 наведено вигляд установки, яка була розроблена та виготовлена в ході роботи над темою наукової роботи.



Рисунок 4. Опори на яких кріпиться маятник

Опори маятника виготовлені з сталі, мають вигляд букви Т з метою збільшення осьового моменту інерції у площині руху маятника, це сприяє більшому опору конструкції при ударі маятнікового копра.

На опори встановлюються всі елементи лабораторної установки.



Рисунок 5. Встановлений маятник

На маятнику встановлено маятниковий молоток. Також на маятнику встановлено кільце для фіксації маятника у піднятому положенні і стрілка, яка вказує кут на який відхилиться маятник після удару (рис. 6).



Рисунок 6. Стрілка

Стрілка закріплена на маятнику для того щоб дослідник міг зафіксувати на який кут відхилиться маятник після руйнування зразка.



Рисунок 7. Підставка для закріплення зразка

На рисунку 7 зображено підставки для закріплення зразка - вони призначені для встановлення зразка в певному місці конструкції.

На рис.8 показано механізм для закріплення та подальшого відпускання маятника, цей механізм також використовується для запобігання травм у дослідників.



Рисунок 8. Механізм для закріплення маятника і подальшого відпускання

Механізм для закріплення і подальшого відпускання маятника складається з таких частин : 1) гачок який кріпиться за кільце яке знаходиться на маятнику; 2) ручка за допомогою якої закріплюємо і відпускаємо маятник; 3) кільце на якому ми закріпили ручку і гачок за допомогою зварювального апарату; 4) гвинт на якому закріплюються всі частини.



Рисунок 9. Механізм для закріплення маятника у верхньому положенні

Механізм для фіксації маятника у верхньому положенні призначений для того щоб ми могли закріпити маятник безпечно та надійно і після цього змінювали використані зразки.



Рисунок 10. Транспорт для вимірювання кута на який відхилиться маятник після зіткнення зі зразком.

Транспорт в лабораторній установці «маятниковий копер» призначений для того щоб дослідник міг зафіксувати на який кут відхилиться маятник після зіткнення зі зразком.



Рисунок 11. Маятник у верхньому положенні

На рис. 11 наведено загальний вигляд установки з маятником у верхньому положенні, при якому лабораторна установка готова для проведення досліду.



Рисунок 12. Огорожа

На рисунку 12 наведений вигляд огорожі. Вона складається з 4 частин, перша частина це задня стінка яка закріплена на основу маятника. Друга та третя частини це праві та ліві дверцята що закріплені на задню стінку за допомогою завіс. Четверта частина - це передня стінка вона може бути закріплена на дверцята та зніматись з них, а також може разом з дверцятами відкриватись. Нижче наведено вигляд огорожі в різних положеннях.



Рисунок 13. Відкриті ліві дверцята



Рисунок 14. Відкрита огорожа



Рисунок 15. Відкрита огорожа



Рисунок 16. Огорожа не прикріплена на установку

2.3. Технологія виготовлення

Було розроблено та виготовлено всі елементи та вузли конструкції, які призначені для встановлення зразка на опорах та подальшого проведення досліджень на ударну в'язкість. Технологія виготовлення була такою: для початку ми розробили креслення (рис.17) креслення розроблене для хорошого уявлення про підставки для встановлення зразків, допуски на обробку вказано на кресленні. Далі з листа сталі 12Х18Н9Т, ця сталь є неіржавіючою, було вирізано за допомогою фрезерувального верстату прямокутні заготовки, в подальшому ми відшліфували їх за допомогою шліфувального верстату, після цього зварили за допомогою зварювального апарату електродами, які призначені для зварювання нержавіючої сталі. Ці заготовки були зварені як показано на (рис. 7).

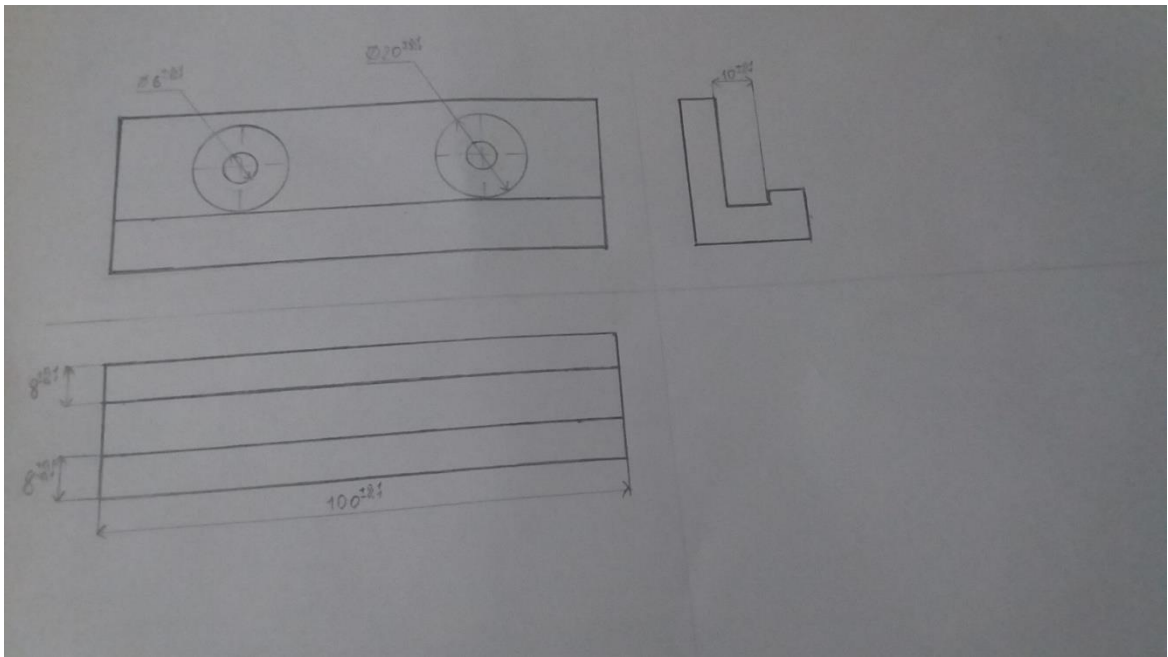


Рисунок 17. Креслення підставки



Рисунок 18. Вигляд підставки з боку

Після зварних робіт було зроблено отвори у заготовці, за допомогою цих отворів ми закріпили підставки для встановлення зразків. Було вирішено зробити ці отвори в потай для того щоб болти за допомогою яких закріплені підставки не заважали заміні зразків.

Також ми виготовили накладки на маятниковий молоток. Маятниковий молоток з початку був розроблений у вигляді як показано нижче на (рис. 19).



Рисунок 19. Початковий вигляд маятникового молотка

В подальшій розробці конструкції було виявлено, що такий маятниковий молоток має занадто малу вагу для проведення дослідів, отже робота для руйнування зразка буде надто малою і не можливо буде провести дослід. Також такий молоток не відповідає стандартним вимогам щодо проведення випробувань на ударну в'язкість. В зв'язку з таким недоліком було прийнято рішення виготовити накладки, які збільшать його вагу більшою та дозволять проводити дослідження у відповідності з ГОСТами та нормами. Так ми виготовили накладки вигляду П, які було приварено на молоток, його вигляд наведено на (рис. 20).



Рисунок 20. Вигляд молотка після вдосконалення

Ці накладки виготовлено з листа нержавіючої сталі товщиною 8мм. Зварювали їх за допомогою зварювального апарату при цьому використовувались електроди які призначені для зварювання нержавіючої сталі.

Після виконання цієї частини було вирішено виготовити такі накладки і на задню частину молотка. Це рішення було запропоноване для того щоб можливо було корегувати вагу молота, було видно як змінюються характеристики установки разом зі зміною ваги.

Технологія виготовлення накладок полягала в тому що з листа металу було вирізано дві накладки права та ліва, далі було просвердлено отвори на цих накладках та на самому молоті. Встановлення вже цих накладок здійснювалось за іншим методом, який полягає в тому що накладки не були приварені на молот, а закріплювались за допомогою болтів. Такий спосіб закріплення дозволяє нам корегувати вагу молота, та уникнути утворення тріщин у зварному шві в наслідок ударних навантажень. Вигляд накладок наведено в наступних зображеннях.



Рисунок 21. Накладки закріплені на молоті



Рисунок 22. Вигляд задньої частини



Рисунок 23. Вигляд з боку

2.4. Обґрунтування та вибір матеріалу для виготовлення найбільш навантажених елементів

Для виготовлення підставок для встановлення зразків і накладок використовувалась неіржавіюча сталь марки 12Х18Н9Т. Ця сталь є корозійно-стійкою, жароміцною, немагнітною, вона використовується в промисловості: зварна апаратура, труби, деталі пічної арматури, тепло обмінники, муфелі, деталі вихлопних систем, листові і сортові деталі. Апарати і посудини, що працюють при температурі від -196 до 600 ° С під тиском, а при наявності агресивних середовищ до 350 ° С.; сталь аустенітного класу.

Додаткова інформація та відомості:

Питома вага: 7900 кг / м³;

Термообробка: загартування $1050 - 1100$ ° С;

Температура кування, ° С: початку 1200 , кінця 850 . Перерізи до 350 мм² охолоджуються на повітрі;

Твердість матеріалу: $HV_{10}^{-1} = 170$ МПа;

Оброблення різанням: в загартованому та відпущеному стані при HV_{169} і $\sigma_B = 610$ МПа, σ_B - тимчасовий опір розриву (межа міцності при розтягуванні),

Зварюваність матеріалу: без обмежень.

Нижче, в таблиці 1 наведено хімічний склад хромо – нікелево - титанової сталі 12Х18Н9Т.

Хімічний склад у % сталі 12Х18Н9Т

Таблиця 2

C	до 0,12
Si	до 0,8
Mn	до 2
Ni	8 - 9,5
S	до 0,02
P	до 0,035
Cr	17 - 19
Cu	до 0,3
Fe	~67

[6]

Проведені експериментальні та теоретичні дослідження та роботи дозволили розробити та виготовити лабораторну установку «Маятниковий копер», довести її до робочого стану та можливості використання в лабораторії для проведення лабораторних робіт з опору матеріалів, технології конструкційних матеріалів та матеріалознавства.

2.5.Проведення розрахунків

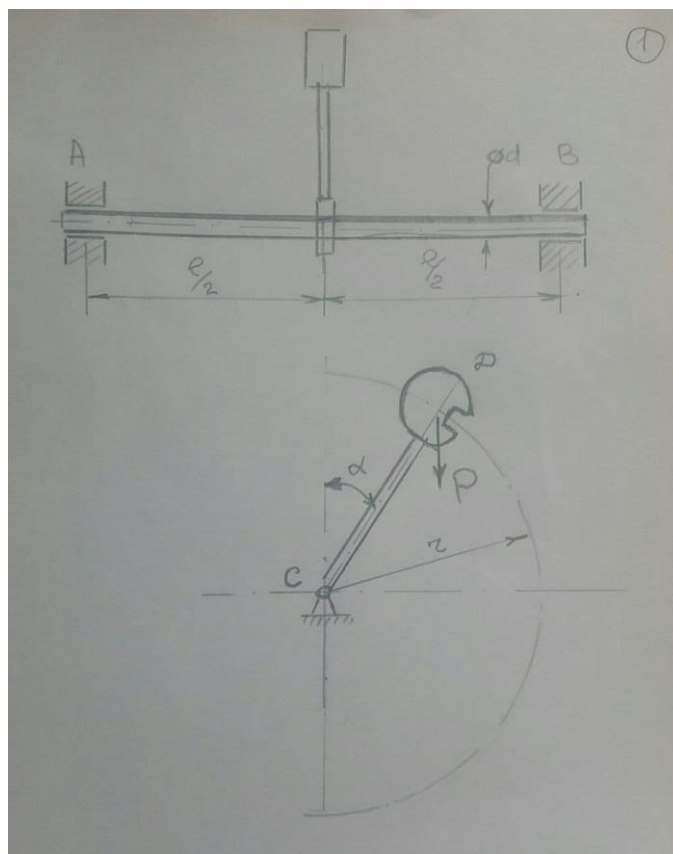


Рисунок 24. Схема до розрахунку маятникового копра

AB- вісь на якій обертається маятник під час роботи.

CD- маятник, масу якого будемо вважати зосередженою в D- центрі ваги маятникового молота.

α - кут на який встановлюється маятник перед пуском.

$\varnothing d=2.1\text{см}$ - діаметр вісі на якій обертається маятник.

$r=60\text{см}$ - радіус обертання маятника.

$l/2$ - довжина напів осей маятникового копра.

Визначимо найбільше нормальне напруження в осі АВ маятника від згину в наслідок дії сил інерції маятника.

При розрахунку власною вагою стержня CD та осі АВ будемо нехтувати.

Вважаємо також близьким до нуля кут α . При такому його значенні маятник буде піднятий до верхньої мертвої точки, адже- буде мати найбільший запас потенціальної енергії та створить найбільшу роботу при ударі по досліджуваному зразку.

Тоді зусилля, яке припадає на вісь буде:

$$P_1 = P + \frac{mv^2}{r} = P + \frac{P}{gr} 2gH = 20.5\text{кг} \quad (5)$$

Таким чином згинаючий максимальний момент буде:

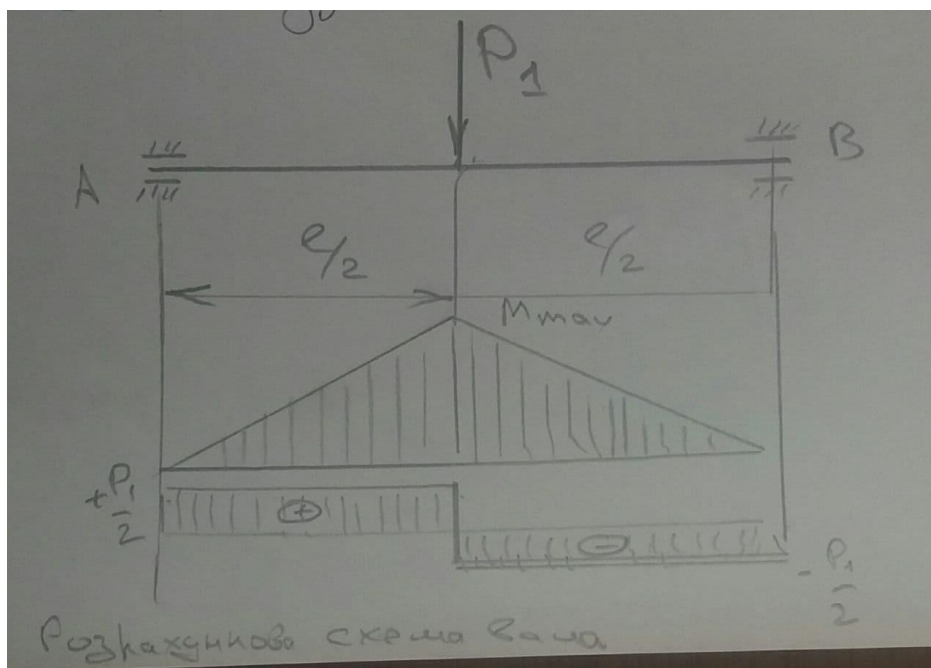


Рисунок 65. Розрахункова схема валу

Оскільки P діє посередині довжини валу, реакції опор будуть симетричні та рівні між собою.

$$R_A = R_B = \frac{P_1}{2} = 10.25 \text{ кг} \quad (6)$$

Тоді для побудови епюри моментів буде дві ділянки $0 \leq x \leq \frac{l}{2}$

$$M_{max} = \frac{P_1}{2} \frac{l}{2} = \frac{lP_1}{4} = 61.5 \text{ кгсм} \quad (7)$$

$$\text{З умови для визначення } \sigma_{max} = \frac{M_{max}}{W_x} = 67.67 \text{ кг/см}^2 \quad (8)$$

σ_{max} - найбільше нормальне напруження в перерізі по середині прольоту
 W_x - осьовий момент опору круглого перерізу з діаметром $\varnothing d$

$$W_x = \frac{\Pi d^3}{32} = 0.909 \text{ см}^3 \quad (9)$$

Тоді підставляючи у вихідний вираз отримаємо

$$\sigma_{max} = \frac{M_{max} 32}{\Pi d^3} = 67.67 \text{ кг/см}^2 \quad (10)$$

Або

$$\sigma_{max} = \frac{l 32 P_1}{4 \Pi d^3} = \frac{8 P_1 l}{\Pi d^3} \quad (11)$$

Для виконання умови міцності необхідно, щоб

$$\sigma_{max} \leq [\sigma]$$

В нас ця умова виконується отже все правильно розроблено.

Де $[\sigma]$ - допустимі нормальні напруження для матеріалу вала

$$([\sigma] = 1800 \text{ кг/см}^2)$$

$$\text{Для перевірки на зріз по дотичним напруженням } \tau_{max} = \frac{P_1}{F} \leq [\tau] \quad (12)$$

де τ_{max} - максимальне дотичне напруження

P_1 - максимальна динамічна сила що діє на вісь

$$F\text{- площа зрізу (дорівнює } F = 2 \frac{\Pi d^2}{4} = 6.92 \text{ см}^2 \quad (13)$$

$[\tau]$ - допустиме дотичне напруження для матеріалу вісі

$$F = \frac{\Pi d^2}{2} = 6.92 \text{ см}^2 \quad (14)$$

$$[\tau]=1000 \text{ кг/см}^2$$

Напруження зминання в такому разі буде

$$\sigma_{\text{зм}} = \frac{P_1}{F_{\text{зм}}} = 3.904 \text{ кг/см}^2 \leq [\sigma] \quad (15)$$

Тут $\sigma_{\text{зм}}$ - діюче розрахункове напруження зминання

$$F_{\text{зм}} - \text{площа зминання } F_{\text{зм}} = d\delta = 5.25 \text{ см}^2 \quad (16)$$

δ - ширина втулки маятника на якій він обертається на важелі CD

$[\sigma]_{\text{зм}}$ - допустимі напруження зминання для матеріалу вісі АВ

$$[\sigma]_{\text{зм}} = 2800 \text{ кг/см}^2$$

Перед практичним проведенням лабораторної роботи викладач обов'язково акцентує увагу на необхідності виконання правил і вимог техніки безпеки при роботі на установці: такий план роботи по-перше, передбачає виключення виникнення «нештатних ситуацій», нещасних випадків, а по-друге- несе на собі також виховну функцію, яка полягає у вихованні у студентів навичок притримуватись дисципліни, виконання певних правил поведінки, що в подальшому, в умовах реальних виробничих та навчальних процесів дасть можливість грамотно, чітко та ефективно працювати для рідної країни, для встановлення її могутності та розвитку, допоможуть молоді знайти своє гідне місце у цьому важливому процесі.

Висновки

1. Розроблено конструкцію та виготовлено за допомогою підготовлених креслень установку маятниковий копер для випробувань на ударну в'язкість металів та сплавів .
2. Розроблена установка дозволила поповнити лабораторно-технічну базу кафедри та розширити перелік та тематику лабораторних робіт які проводяться в лабораторії опору матеріалів.
3. Лабораторна установка буде використовуватися у навчальному процесі кафедри професійної та технологічної освіти і загальної фізики Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича .
4. Виготовлено фіксуючі підставки для випробування зразків;
5. Спроектовано та виготовлено верхні та нижні двосторонні накладки для молота;
6. Встановлено у необхідне положення транспортер для усунення систематичної похибки вимірювань;
7. Виготовлено запобіжні фіксатори для штанги молотка з метою забезпечення безпечних умов роботи;

Список використаної літератури

1. Попилов Л.Я. Советы заводскому технологу/ Справочное пособие. - Л.: 1975.- 265 с.
2. Писаренко Георгій Степанович. Опір матеріалів: підруч. для студ. мех. спец. вищ. навч. закл. / Г. С. Писаренко, О. Л. Квітка, Є. С. Уманський ; за ред. Г. С. Писаренка. – 2 вид. - К.: Вища шк., 2004. - 654 с.
3. Опір матеріалів для студентів механічних спеціальностей вищ. Навч. закл./ Г.С.Писаренко, О.Л.Квітка, Є.С.Уманський.-К.: Вища школа, - 2004.- 655 с.
4. Писаренко Г.С., Яковлев А.П., Матвеев В.В., Справочник по сопротивлению материалов / Г.С. Писаренко, А.П. Яковлев, В.В. Матвеев, -3-е изд. перераб. и доп.-К.: Дельта, 2008.- 816 с.
5. Гурняк, Л. І. Опір матеріалів: навчальний. посібник. для вивчення курсу при кредитно – модульній системі навчання / Гурняк Л. І., Гуцуляк Ю. В., Юзьків Т.Б. - Львів : Новий світ-2000, 2006. - 362 с.
6. Марочник сталей и сплавов / [В. Г. Сорокин, А. В. Волосникова, С. А. Вяткин та ін.]. – Москва: Машинстроение, 1989. – 640 с.
7. <https://studfile.net/preview/7306321/page:2/>
8. https://uk.wikipedia.org/wiki/Ударна_в%27язкість#/media/Файл:Eprouvette_charpy1.svg
9. https://uk.wikipedia.org/wiki/Ударна_в%27язкість
10. <https://studopedia.info/8-1496.html>
11. https://pidru4niki.com/pedagogika/slovník_pedagogichnih_terminiv
12. https://stud.com.ua/46991/psihologiya/pedagogichni_tsili

Апробація результатів роботи

По матеріалах роботи було підготовлено доповідь на 1 міжнародну науково-практичну конференцію «ІНТЕГРАЦІЯ ОСВІТИ, НАУКИ ТА БІЗНЕСУ В СУЧАСНОМУ СЕРЕДОВИЩІ: ЗИМОВІ ДИСПУТИ» . - 6-7 лютого 2020 року.

По матеріалах курсової роботи підготовлено наукову роботу на Всеукраїнський конкурс студентських наукових робіт зі спеціальності «Професійна освіта». Дата проведення 15 квітня 2020 року.

По матеріалах курсової роботи підготовлено доповідь «Модернізація та вдосконалення лабораторної установки маятниковий копер» на щорічну студентську наукову конференцію. Дата проведення 23 квітня 2020 року.

Прийнято доповідь на Всеукраїнську науково-практичну конференцію «Розвиток педагогічної майстерності майбутнього педагога в умовах освітніх трансформацій», (02 квітня 2021 року).

По матеріалах роботи підготовлено доповідь «Модернізація та вдосконалення лабораторної установки маятниковий копер» на щорічну студентську наукову конференцію. Дата проведення - квітень 2021 року.