

Міністерство освіти і науки України
Національний університет водного господарства та
природокористування

Кафедра будівельних, дорожніх та меліоративних машин



02-01-596М

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторних робіт з навчальної дисципліни
«Випробування та сертифікація машин» для здобувачів
вищої освіти другого (магістерського) рівня за освітньо-
професійною програмою «Інжиніринг машин і обладнання»
спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»
денної та заочної форм навчання

Рекомендовано науково-
методичною радою з якості ННМІ
Протокол № 4 від 31.12.2024 р.

Рівне – 2024

Методичні вказівки для виконання лабораторних робіт з дисципліни «Випробування та сертифікація машин» для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня за освітньо-професійною програмою «Інжиніринг машин і обладнання» спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» денної та заочної форм навчання [Електронне видання] / Серілко Д. Л. – Рівне : НУВГП, 2024. – 52 с.

Укладач:

Серілко Д. Л., доцент кафедри будівельних, дорожніх та меліоративних машин, к.т.н., доцент.

Методичні вказівки схвалено на засіданні кафедри будівельних, дорожніх та меліоративних машин.

Протокол № 4 від 31 грудня 2024 року.

Відповідальний за випуск: Тхорук Є. І., к.т.н., доцент, в.о. завідувача кафедри будівельних, дорожніх та меліоративних машин.

Керівник групи забезпечення спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» ОПП «Інжиніринг машин та обладнання»: проф. Кравець С. В.

Попередня версія МВ 02-01-337

© Д. Л. Серілко, 2024
© НУВГП, 2024

ЗМІСТ

ВСТУП	4
1. Лабораторна робота №1 Будова і робота ґрунтового каналу	5
2. Лабораторна робота №2 Будова і робота вимірювально-реєструючої апаратури	8
3. Лабораторна робота №3 Лабораторне обладнання для фізичного моделювання робочих процесів землерийно-транспортних машин (ЗТМ).....	11
4. Лабораторна робота №4 Тарування вимірювальної системи і обробка осцилограм	16
5. Лабораторна робота №5 Дослідження процесу копання ґрунту робочим обладнанням скрепера.	22
6. Лабораторна робота №6 Дослідження процесу розпушення ґрунту зубом розпушувача.	32
7. Лабораторна робота №7 Дослідження процесу опору ґрунту копанню робочим органом бульдозера.	37
8. Лабораторна робота №8 Лабораторні дослідження на ґрунтовому каналі із застосуванням електронного динамометра ВН-1500-1.	48
Література	52

ВСТУП

Методичні вказівки для лабораторних робіт з дисципліни «Випробування та сертифікація машин» призначені для студентів спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» (освітня програма «Інжиніринг машин і обладнання»).

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт розроблені з метою закріплення і поглиблення теоретичних знань і отримання практичних навиків щодо випробування машин і механізмів.

В кожній роботі наведена тема, мета, зміст роботи, перелік обладнання та оснащення робочого місця, загальні відомості, порядок виконання роботи та зміст звіту по даній лабораторній роботі.

В результаті виконання комплексу лабораторних робіт у здобувачів вищої освіти формується загальна уява про випробування машин та механізмів, вони набувають навиків роботи з комплектом вимірювально-ресстраційної апаратури.

При підготовці до виконання лабораторних робіт здобувачі вищої освіти повинні самостійно опрацювати рекомендовану літературу. Викладач контролює підготовленість здобувачів вищої освіти до виконання лабораторної роботи і проводить допуск до заняття.

Після виконання завдань по кожній лабораторній роботі оформлюється звіт. Звіт повинен містити номер, назву і мету заняття та результати, отримані при виконанні лабораторної роботи.

Лабораторна робота №1

Тема: Будова і робота ґрунтового каналу

Мета: вивчити призначення, будову, роботу і технічні дані ґрунтового каналу НУВГП

Завдання:

1) ознайомитись з будовою ґрунтового каналу і його складових: тензометричного візка, моделями робочих органів, приводом візка, вимірювальною апаратурою;

2) вивчити динамометричний і тензометричний методи дослідження взаємодії робочих органів із середовищем.

1.1. Будова ґрунтового каналу

Ґрунтовий канал призначається для експериментального дослідження робочих органів машин і обладнання, в першу чергу, для визначення зусиль, що діють на окремі вузли і деталі машини, тягового опору, що виникає при пересуванні робочих органів машин і дослідження взаємодії моделей робочих органів з ґрунтом. Ґрунтовий канал НУВГП використовується як для навчальних цілей, так і для науково експериментальних досліджень викладачами і аспірантами в дисертаційних роботах.

Ґрунтовий канал являє собою бетонний лоток з розмірами 10х1,8х1,5 м. заповнений піщано-глинистою сумішшю, склад якої можна періодично змінювати.

Над каналом по рейках пересувається тензометричний візок, який являє собою зварну конструкцію, що спирається на чотири колеса з ребордами. Для пересування тензометричного візка спроектований привід. До привода ставляться такі вимоги: забезпечення необхідного тягового зусилля, широкого діапазону швидкостей пересування візка, плавність його ходу. В якості силового обладнання прийнято електродвигун трьохфазового струму, трансмісія трактора ДТ-75Б і барабан будівельної лебідки. Принципова схема і загальний вигляд привода тензометричного візка дано на рис. 1.1.

Обертовий момент двигуна 3 через ланцюгову передачу 5 передається на вхідний вал ходозменшувача 4 і далі на коробку зміни швидкостей 2. Для збільшення передаточного числа і полегшення керування пересуванням візка використовується задній міст трактора ДТ-75Б, який складається із головної передачі,

бортового фрикціону і бортового редуктора.

Обертвий момент двигуна 3 за допомогою ланцюгової передачі 5 передається на вхідний вал ходозменшувача 4 і далі на коробку зміни передач 2.

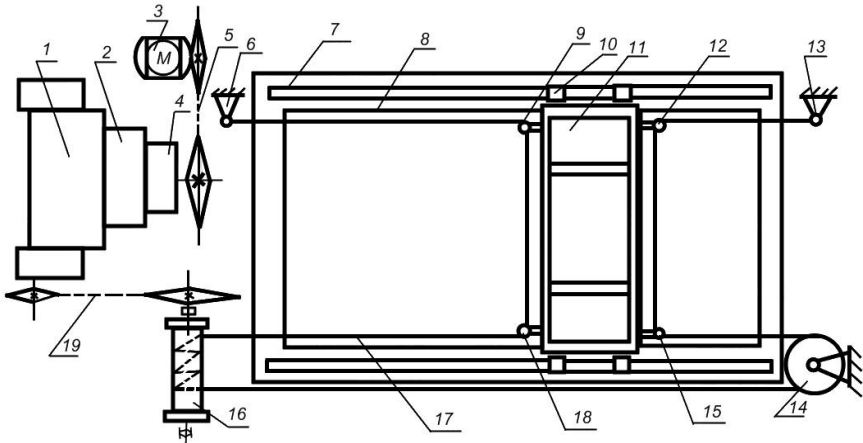


Рис. 1.1. Схема приводу танзометричного візка: 1 – задній міст; 2 – КПЗ; 3 – електродвигун; 4 – ходозменшувач; 5, 19 – ланцюгова передача; 6, 13 – опора; 7 – рамки; 8 – лоток; 9, 12, 14, 15, 16 – направляючі; 10 – ходові котки; 11 – візок; 17 – канат; 18 – барабан

Для збільшення передаточного числа і полегшення керування переміщенням візка використаний задній міст трактора ДТ-75Б, що складає з головної передачі, бортового фрикціону і бортового редуктора. На вихідному валові правого бортового редуктора встановлена зірочка ланцюгової передачі 19, що служить для передачі обертового моменту на вал барабана 18. Відома зірочка цієї передачі виконана змінною. Набір зірочок разом з ходозменшувачем і коробкою зміни передач дозволяє змінити швидкість пересування візка в широких межах від 0,01 м/хв. до 3 м/хв. із великим числом проміжних величин. Механізм пересування візка канатоблочний. Канат закріплюється на опорі 6, проходить через направляючі блоки 9 і 16, виходить на барабан 13. З барабана канат іде на проміжний блок 14 і далі, знову на направляючі блоки 12 і 15, минаючи які закріплюється на опорі 13. Така конструкція дозволяє уникнути перекосу візка при русі уздовж каналу.

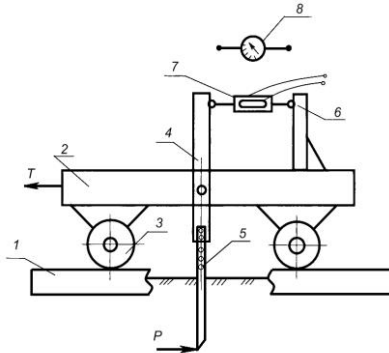


Рис. 1.2. Схема вимірювання сил різання: 1 – рейки; 2 – тензометричний візок; 3 – котки; 4 – кронштейн кріплення робочих органів; 5 – ніж; 6 – стояк; 7 – тензоланка; 8 – динамометр; P – сила різання; T – сила тяги.

Схема вимірювання сил різання дана на рис. 1.2. При визначенні сил різання можливі два методи виміру: динамометричний і тензометричний.

Основним методом досліджень робочих органів землерийних машин у даний час є тензометричний метод, заснований на вимірі ефективного опору тензодатчика, міцно з'єднаного з досліджуваною деталлю, при його деформації разом з останньою.

При включенні у вимірювальну схему датчики з'єднують за допомогою одинарного моста Уїтстона. основна задача якого полягає в тому, щоб перетворити зміни електричного опору датчика в електричний струм або напругу.

У залежності від прийнятої схеми з'єднання датчика в плечах моста можна вимірювати деформації розтягання, стиску, згину, кручення.

Головною перевагою тензометричного способу з використанням тензодатчиків опорів при дослідженні землерийних робочих органів є його універсальність, висока точність виміру (помилка не перевищує 10...12 %), а також можливість синхронно вести запис безлічі досліджуваних і взаємозалежних параметрів на одній стрічці у виді окремих ліній. Тому для виміру сил і моментів використовуємо метод тензометрування.

Динамометричний метод у лабораторних умовах можна використовувати як перевірочний.

Лабораторна робота №2

Тема: Будова і робота вимірювально - реєструючої апаратури

Мета: Вивчити призначення, будову, роботу, технічні дані вимірювально-реєструючої апаратури для тензометрування

Завдання:

- 1) Ознайомитись із будовою і роботою тензорезисторів і тензоланок;
- 2) Вивчити методи вимірювань напружень згину, зсуву, кручення та апаратуру для їх визначення;
- 3) Провести наклеювання тензорезисторів на тензобалку.

2.1. Будова тензоопорів (тензодатчиків)

Вимірювання механічних напружень тензооперами ґруновані на зміні електричного опору провідника струму при його деформації. Тензоопера бувають дротяні і фольєві.

Дротяні тензоопера (датчики) (рис. 2.1) являють собою зигзагоподібний константановий дріт діаметром 0,02-0,05 мм, який розташований між двома тонкими смужками паперу або плівки і приклеєний до них.

Для зручності електричного монтажу до кінців дротів припаюють мідні струмовивідні дроти діаметром 0,1-0,2 мм і довжиною 20-30 мм.

Недоліком дротяних тензоопорів є кінці ділянок, що складають петлі, мають поперечну чутливість. Це знижує чутливість датчика в порівнянні з чутливістю матеріалу дроту на 20-30 %, викликає зміну

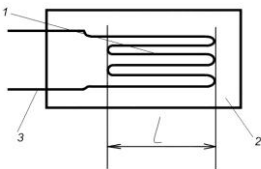


Рис. 2.1. Дротяний тензоопір: 1 – тензодріт; 2 – підкладка; 3 – струмовивідні кінці

опору R від поперечних деформацій, що спотворює покази датчика. Разом з тим, дротяні датчики є самими поширеними дякуючи простоті виготовлення.

Фольєві тензоопера (датчики) (рис. 2.2) складаються із стрічки товщиною 4-12 мікрон, частина металу якої вибрана травленням, а та що залишилася є самим датчиком.

Частини, що сприймають поперечні деформації, мають більший переріз і, відповідно, менший опір, тому реакція датчика на

поперечні деформації незначна. Кінці товсті, тому легко здійснюються виводи. Розташування сітки може бути будь-яким, зокрема, радіальним.

Недолік – дуже тонка стрічка, яка може ламатися, що знижує надійність.

2.2. Вимірювання напружень розтягу і стиску

При вимірюванні деформацій від розтягуючого або стискуючого навантаження на деталі, які мають симетричний відносно нейтральної осі розріз, монтажна і вимірювальна схема датчиків будуть мати два робочих і два компенсаційних датчики в кожному плечі (рис. 2.3). Датчики R_1 і R_1 наклеюють на деталі на діаметрально протилежних відносно нейтральної осі волокнах. На цю ж поверхню в перпендикулярному напрямку наклеюють компенсаційні датчики R_2 і R_2' . Така схема не чутлива до деформацій від згинаючого навантаження і від зміни температури.

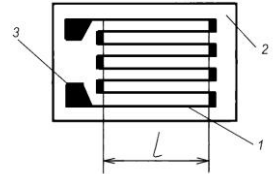


Рис. 2.2. Фолієвий тензоопір:
1 – стрічка;
2 – підкладка;
3 – струмовивідні кінці

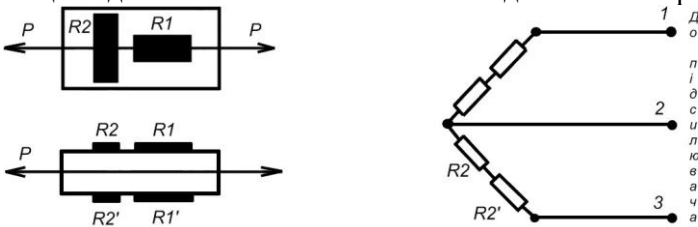


Рис. 2.3. Схема включення датчиків для реєстрації деформацій розтягу-стиску з виключенням згину

2.3. Вимірювання напружень згину

Монтажна і вимірювальна схеми датчиків для вимірювання деформацій від згину деталі в досліджуваному перерізі приведена на рис. 2.4.

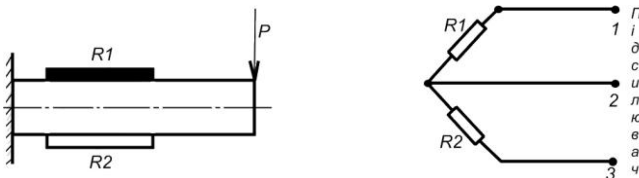


Рис. 2.4. Схема включення датчиків для реєстрації деформації

Датчики R_1 і R_2 , що включені в сусідні плечі вимірювального містка, накладають на деталь, навантажену згинаючим моментом.

Один із датчиків R_1 , наклеюють на поверхню деталі, на яку діють напруження розтягу, а другий датчик R_2 – на поверхню, на яку діє таке ж по величині напруження стиску, тобто датчики R_1 і R_2 підлягають деформаціям, однакоvim по величині, але протилежним за знаком. При цьому виключається вплив температури на показ датчиків, так як при зміні температури обидва датчики деформуються на однакову по величині і знаку величину. Оскільки вони включені в сусідні плечі моста, струм у вимірювальній діагоналі моста не змінюється. Таким чином, тут забезпечується так звана схемна термокомпенсація. Друга перевагою такої схеми – чутливість датчиків в два рази більша, як при одному активному датчику.

2.4. Вимірювання напружень зсуву і кручення

При вимірюванні напружень кручення (обертового моменту) датчики наклеюють на зовнішню поверхню валу, що скручує і включають в мостову схему так, як показано на рис. 2.5.

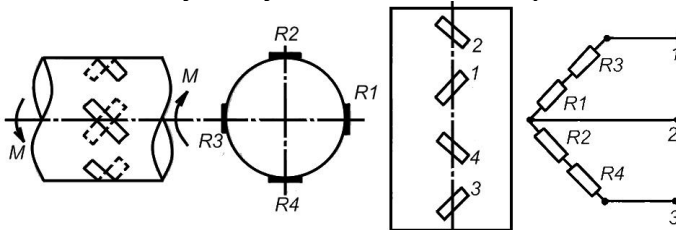


Рис. 2.5. Схема ввімкнення датчиків для реєстрації деформацій кручення

Датчики 1-й і 3-й сприймають стиск, а 2-й і 4-й – розтягування. Тому датчики 1-й і 3-й включають послідовно в одне плече моста, а 2-й і 4-й – в сусіднє плече. Деформація кожного з датчиків змінює струм в вимірювальній діагоналі моста в одному напрямку. Така схема забезпечує температурну компенсацію.

Якщо вал, який досліджується, крім кручення навантажений згинаючим моментом, то датчики, що розташовані на протилежних кінцях діаметру вала (1 і 3, 2 і 4) деформуються на однакову величину в протилежних напрямках. Враховуючи те, що кожна пара таких датчиків розташована в одному плечі моста, то сумарний опір плеча моста (R_1+R_3 і R_2+R_4) і струм в діагоналі моста при цьому не

змінюється, тобто вплив згину на показ датчиків виключається.

2.5. Комплект вимірювально-реєстраційної апаратури.

Для реєстрації, як статичних так і динамічних процесів, переважно використовуються осцилографи.

На рис. 2.6. наведений загальний вигляд комплекту вимірювально-реєстраційної апаратури, який складається з осцилографа Hantek 1008C, комп'ютера та монітора, на який виводяться результати випробувань.

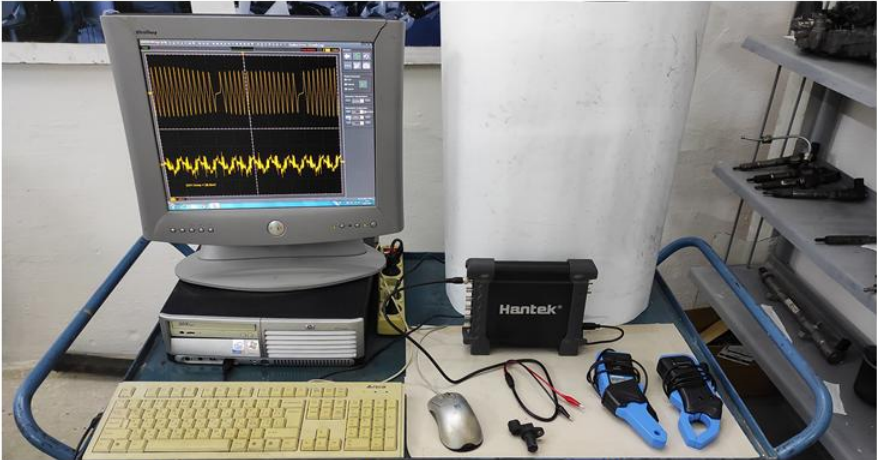


Рис. 2.6. Комплект вимірювально-реєстраційної апаратури.

Цифровий осцилограф Hantek володіє восьмиканальним програмованим генератором, що забезпечує стеження зчитуванням даних і аналіз отриманих сигналів. Для роботи комплексу також використовується програмне забезпечення Hantek.

Лабораторна робота №3

Тема: Лабораторне обладнання для фізичного моделювання робочих процесів землерийно-транспортних машин (ЗТМ)

Мета: Вивчити лабораторне обладнання для фізичного моделювання робочих процесів ЗТМ

Завдання:

- 1) Ознайомитись з будовою стенду для фізичного моделювання робочих процесів ЗТМ;
- 2) Ознайомитись з вимірювальною системою для реєстрації параметрів взаємодії моделей робочих органів з середовищем, що розроблюється;
- 3) Вивчити основні положення по підготовці моделюючого середовища;
- 4) Вивчити методику планування та статистичної обробки експериментальних досліджень.

3.1. Конструкція та принцип дії стенду для фізичного моделювання робочих процесів ЗТМ

Стенд для фізичного моделювання робочих процесів ЗТМ (рис. 3.1.) складається з візка 1, який переміщується по рейкам 20 грунтового каналу.

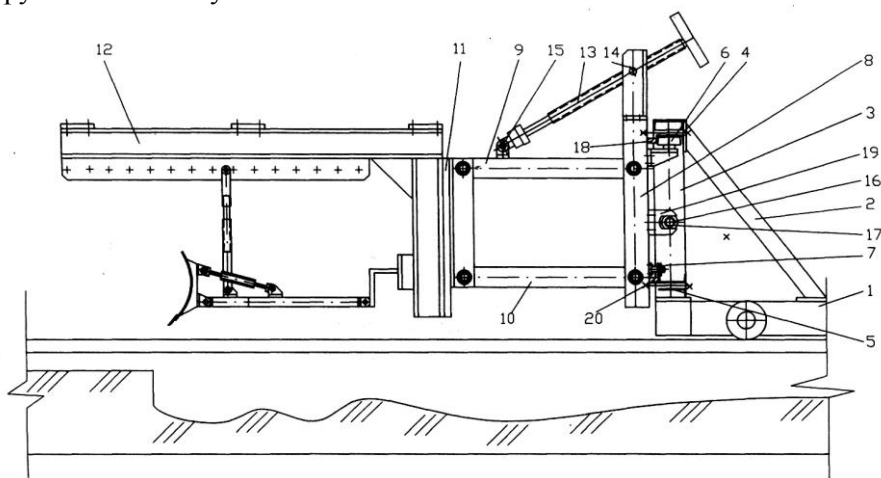


Рис. 3.1. Конструктивна схема тензометричного візка

На візку 1 за допомогою двох підкосів 2 встановлена вертикальна несуча рама 3 з поєздовжніми балками 4 і 5 для переміщення верхніх 6 і нижніх 7 роликів опорної рами 8. Опорна рама 8 за допомогою верхньої 9 та нижньої 10 тяг з'єднана з робочою панеллю 11, на якій закріплена пара Г-подібних кронштейнів 12 для навішування тензометричних ланок та досліджуваних моделей робочих органів ЗТМ. Підйом або опускання робочої панелі 11

здійснюється гвинтом 13, нарізна частина якого за допомогою траверси 14 закріплена на опорній рамі 8, а нижній кінець шарніром 15 на верхній тязі 9 паралелограмного механізму. Поперечне переміщення опорної рами 8 здійснюється гвинтом 16, який змонтовано в підшипникових опорах на несучій рамі 3. Нарізна частина гвинта 16 має гайку 17, взаємодіючу з вилкою 18 на опорній рамі 8. Під час проведення досліджень з фізичними моделями ЗТМ опорна рама 8 фіксується нерухомо відносно несучої рами 3 гвинтовими фіксаторами 19.

3.2. Вимірювальна система

Вимірювальна система стану для фізичного моделювання робочих процесів ЗТМ являє собою комплект стаціонарно встановлених приладів, які призначені для тензометрування досліджуваних процесів. Блок-схема системи вимірювання показана на рис. 3.2.

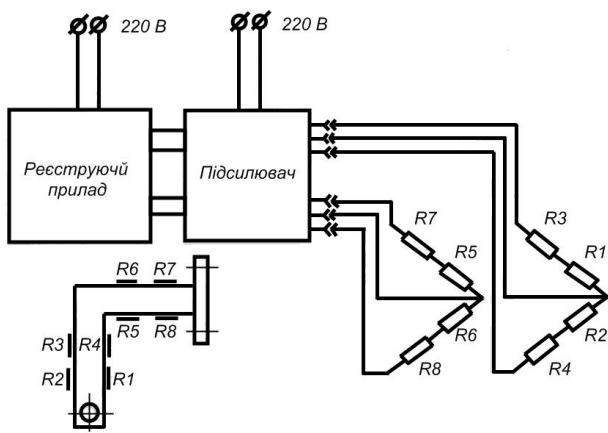


Рис. 3.2. Блок-схема системи вимірювання

Основними елементами системи є універсальні тензоланки, на яких наклеєні тензодатчики $R_1, R_2, R_3, R_4, R_5, R_6, R_7, R_8$. Тензодатчики R_1, R_2, R_3, R_4 наклеєні на вертикальному плечі тензоланки і призначені для вимірювання поздовжніх навантажень, R_5, R_6, R_7, R_8 – для вертикальних. З'єднання датчиків виконано за напівмостовою схемою.

До комплекту вимірювальної системи стану також належать підсилювач і реєстраційний прилад (осцилограф, самописець).

Живлення напівмоста забезпечується від підсилювача, канали якого з'єднані з відповідними напівмостами екранованими провідниками. Вимірювальні сигнали, які виникають в напівмостах тензометрів, підсилюються в підсилювачі і подаються на відповідні канали реєстраційного приладу. Живлення всіх приладів відбувається від відповідних блоків живлення, що під'єднані до зовнішньої мережі напругою $U = 220$ В.

3.3. Моделююче середовище

Зміна фізико-механічних властивостей ґрунту, в залежності від масштабу моделі є важливою умовою наближеного фізичного моделювання. З аналізу критеріїв подібності випливає, що в процесі моделювання такі характеристики ґрунту, як зчеплення C_w і кут внутрішнього тертя ρ , потрібно змінювати пропорційно масштабу моделювання, а щільність ґрунту γ та кут зовнішнього тертя φ змінювались не більш ніж в межах точності вимірювання.

В якості комплексного параметра, що визначає міцнісні характеристики ґрунту при експрес – аналізі використовується кількість ударів динамічного щільноміра.

Моделювання ґрунту досягається піщано-глинистою сумішшю, яка складається з 85 % піску та 15 % лісовидного суглинку.

Визначення потрібних фізико-механічних властивостей середовища, що розроблюється відбувається з урахуванням рівності наступних критеріїв подібності:

$$\frac{\gamma_M l_M}{\sigma_M} = \frac{\gamma_N l_N}{\sigma_N}; \quad \frac{\gamma_M l_M}{\tau_M} = \frac{\gamma_N l_N}{\tau_N}; \quad \frac{\gamma_M l_M}{C_{wm}} = \frac{\gamma_N l_N}{C_{wn}};$$

$$\frac{C_M V_M}{\sigma_M l_M} = \frac{C_N V_N}{\sigma_N l_N}; \quad tg \varphi_M = tg \varphi_N, \quad (3.1)$$

де γ – щільність ґрунту; l – визначальний лінійний розмір робочого органу; σ – нормальне напруження; τ – дотичне напруження ґрунту; C_w – зчеплення ґрунту; φ – кут внутрішнього тертя ґрунту; C – кількість ударів динамічного щільноміра, яка відповідає питомій енергоємності занурення в ґрунт круглого штампа; V – швидкість руху робочого органу.

Підготовка моделюючого середовища відбувається шляхом його зволоження, ретельного перемішування та ущільнення до потрібної міцності, яка контролюється динамічним щільноміром

$$C_m = \frac{C_H}{K_1}; C_{wm} = \frac{C_{wh}}{K_1}. \quad (3.2)$$

Додержання співвідношення (3.2) гарантує фізичну подібність моделюючого середовища, що дозволяє забезпечити подібність процесів, які відбуваються при копанні ґрунту робочим обладнанням моделі та натурі.

3.4. Зміст експериментальних досліджень

Оснoву експерименту складає методика. Методика експерименту являє собою систему прийомів і засобів для послідовного найбільш ефективного здійснення експериментальних досліджень. Методика експерименту складається з наступних пунктів:

- визначення мети та задач експерименту;
- вибір об'єкту дослідження;
- визначення предмету дослідження;
- визначення обладнання і вимірювальних приладів для проведення експериментальних досліджень;
- визначення критерію оцінки процесу; вибір факторів, що змінюються;
- обґрунтування погрібної кількості вимірювань;
- порядок проведення експериментальних досліджень;
- обґрунтування способів обробки і аналізу результатів експерименту.

Мета та задачі експерименту обґрунтовуються на підставі раніш відомої інформації, висунутої гіпотези і виконаних теоретичних дослідженнях.

Вибір факторів, що змінюються – це встановлення основних і другорядних характеристик, які впливають на процес, що досліджується. На підставі аналізу розрахункових або теоретичних схем процесу всі фактори класифікуються і далі з них складається ряд найбільш впливових.

Обґрунтування засобів вимірювання включає вибір потрібних для спостереження та вимірювання приладів, обладнання, машин, апаратів та ін.

Визначення потрібної мінімальної кількості вимірювань потрібно для забезпечення стійкого середнього значення величини, що вимірюється, яке задовольняє заданій ступені точності.

Встановлення потрібної мінімальної кількості вимірювань має велике значення, оскільки забезпечує отримання найбільш об'єктивних результатів при мінімальних витратах часу та засобів і визначається по окремій методиці [2].

В методиці експерименту докладно описується процес проведення експерименту. Спочатку складається послідовність проведення операцій вимірювання і спостереження. Потім ретельно описується кожна операція окремо з урахуванням обраних засобів для проведення експерименту. Важливу увагу потрібно приділяти методам контролю якості операцій, які забезпечують при мінімальній кількості вимірювань високу надійність та задану точність.

Важливим розділом методики проведення експерименту є вибір методів обробки та аналізу експериментальних даних.

Лабораторна робота №4

Тема: Тарування вимірювальної системи і обробка осцилограм

Мета: Вивчити принцип дії тарувального стенда для тарування тензоапаратури

Завдання:

- 1) Ознайомитись з будовою тарувального стенда СДПУ-20;
- 2) Провести тарування тензоланки;
- 3) Провести обробку тарувальної діаграми.

4.1. Тарування вимірювальної системи

Суть тарування полягає в визначенні відповідності між відхиленням реєструючого сигналу від нульового положення і навантаженням, яке діє в заданому напрямі.

При дослідженні дотичної складової опору ґрунту копанню робочими органами ЗТМ (наприклад, зубом розпушувача) для тарування вимірювальної системи використовується гнучкий канат 1, з кінцевим гаком 2, блок 3, гакова підвіска 4 і тарувальні вантажі 5 (рис. 4.1). Тарувальний канат за допомогою кінцевого гака 2 зачіплюється за лезо робочого органу, а до другого кінця, що огинає блок 3, підвішується гакова підвіска 4, на яку встановлюються тарувальні вантажі 5.

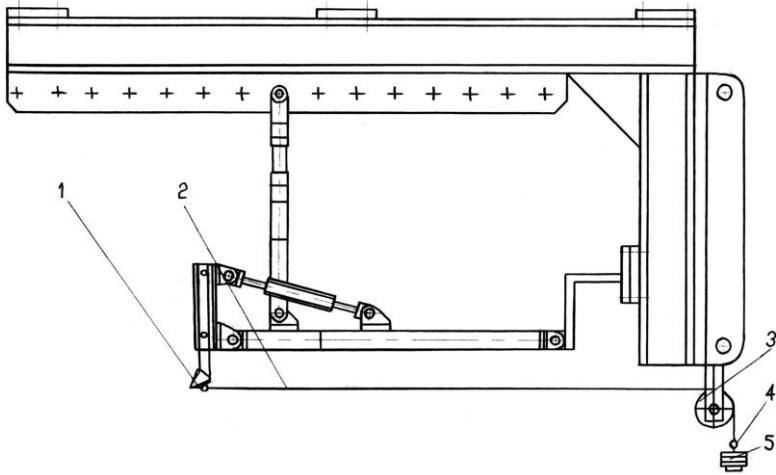


Рис. 4.1. Схема тарувальної системи

Тарування вимірювальної системи виконується наступним чином: при відчепленому від ножа тарувальному канаті, відбувається балансування напівмостів тензometrів, яка дозволяє встановити реєструючий сигнал в нульове положення. Дане положення записується на осцилограму. Далі до леза робочого органу поєднується тарувальний канат і послідовно встановлюються на гакову підвіску 3-5 тарувальних вантажів. Після установки та реєстрації останнього тарувального вантажу відбувається послідовне розвантаження гакової підвіски з відповідною реєстрацією даних на осцилограмі.

Після закінчення тарування на осцилограмі залишається зображення даних тарування (рис. 4.2).

Положення відрізків 1, 2, 3 відносно нульової лінії відповідає величинам тарувальних навантажень

$$l_1 \rightarrow G_1^T ; l_2 \rightarrow G_1^T + G_2^T ; l_3 \rightarrow G_1^T + G_2^T + G_3^T .$$

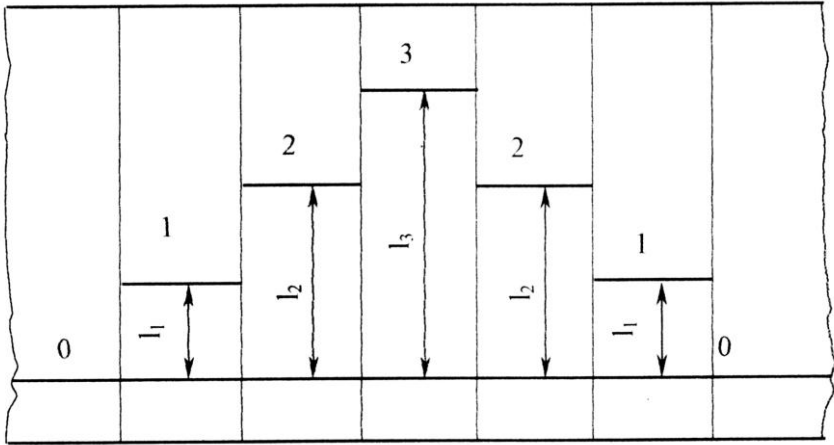


Рис. 4.2. Загальний вигляд тарувальної осцилограми

Якщо відома величина тарувальних вантажів і замірів відхилень l_1 , l_2 та l_3 , можливе визначення коефіцієнтів тарування

$$\bar{K}_T = \frac{1}{2} \left(\frac{G_1^T}{l_1} + \frac{G_1^T + G_2^T}{l_2} + \frac{G_1^T + G_2^T + G_3^T}{l_3} \right). \quad (4.1)$$

Значення отриманого коефіцієнта використовується для розшифрування осцилограм досліджуваних процесів. У цьому випадку величина діючого в процесі копання зусилля P_i визначається залежністю

$$P_i = K_T l_i,$$

де l_i – відхилення сигналу від нульового положення в потрібному нам місці осцилограми, яке вимірюється в мм.

Для розшифрування осцилограми часто використовуються тарувальні графіки, які будуються по даним тарувальних осцилограм. Вид тарувального графіка показано на рис. 4.3. Наявність тарувального графіка значно спрощує процедуру розшифрування осцилограми і забезпечує потрібну точність вимірювання параметрів, що досліджуються.

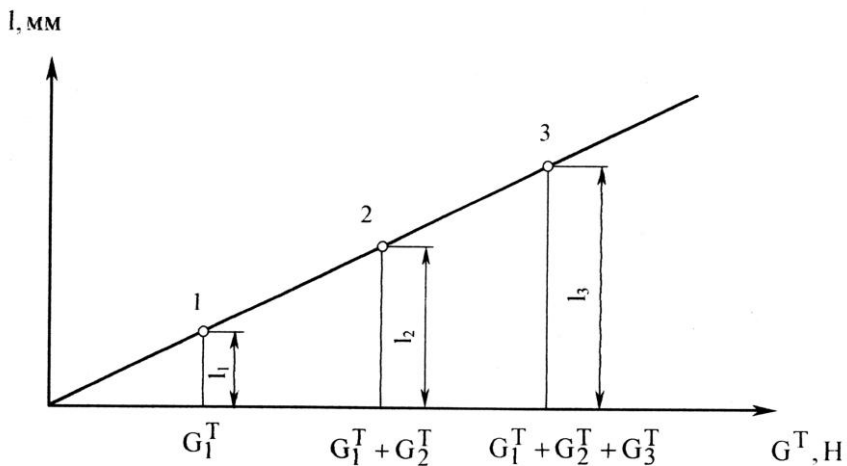


Рис. 4.3. Загальний вигляд тарувального графіка

4.2. Обробка і розшифрування осцилограм

В результаті реалізації кожного досліді на стрічці осцилограми залишається безперервний запис величини реєстрованого параметра P_l . Загальний вигляд отриманої осцилограми показано на рис. 4.4.

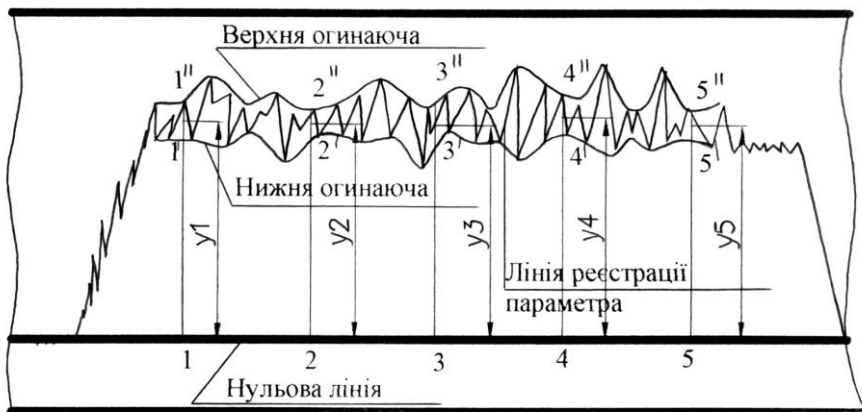


Рис. 4.4. Схема фрагменту осцилограми

Для отримання числових значень вимірюваного параметра P_l

осцилограма може бути опрацьована різними методами: планіметруванням, скануванням і методом координат.

Найбільш поширеним серед названих є метод координат, який пропонується використовувати в учбових лабораторних роботах.

Для обробки осцилограми методом координат потрібно:

- гостро заточеним олівцем на осцилограмі відмітити нульову лінію:

- по пікам максимальних і мінімальних відхилень реєструючого сигналу провести верхню і нижню огинаючи криві;

- на кривій реєстрації відмітити початок і кінець сталої стадії процесу, що вивчається і через вказані відмітки опустити на нульову лінію перпендикуляри 1, 5;

- довжину відрізка нульової лінії між ординатами початку і кінця реєстрації перпендикулярами 2, 3 і 4 розділити на рівні інтервали миттєвих значень вимірюваного параметра. Кількість інтервалів залежить від погрібною кількості значень вимірюваного параметра P_l . Для учбового експерименту пропонується кількість інтервалів приймати в межах 4-х або 6-й;

- відрізки $1^I, 1^{II}, 2^I, 2^{II}, \dots, 5^I, 5^{II}$, що відображають миттєвий інтервал варіації параметра P_l при перетині ординатами 1, 2, ..., 5 верхньої і нижньої огинаючих кривих, поділити на дві рівні частини. Користуючись вимірювачем заміряти середні значення ординат y_1, y_2, \dots, y_5 . Отримані значення в мм за допомогою тарувального графіка або коефіцієнта тарування K_T перевести в розмірність сили (H) і занести в робочу таблицю, форма якої надається в кожній наступній лабораторній роботі;

- отриманий масив цифрової інформації підлягає статистичному аналізу, на основі якого при потребі будуються відповідні графіки та діаграми.

Середнє значення випадкової величини визначається по формулі:

$$P_1 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n P_{1i}, \quad (4.2)$$

де n – кількість інтервалів

При відомому вибіркового значенні визначаємо дисперсію

$$S_{(P_i)}^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (P_i - \bar{P}_1)^2}{n-1}, \quad (4.3)$$

та середньоквадратичне відхилення

$$S_{(P_i)} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (P_i - \bar{P}_1)^2}{n-1}}. \quad (4.4)$$

Тоді коефіцієнт варіації P_i буде дорівнювати

$$K_{\text{вар}} = \frac{S_{(P_i)} 100}{\bar{P}_1}, \%. \quad (4.5)$$

Для оцінки довірчого інтервалу зміни середнього значення використовується наступна розрахункова залежність

$$\Delta \bar{P}_1 = \frac{t \cdot S_{(P_i)}}{\sqrt{n}}, \quad (4.6)$$

де t – критерій Ст'юдента – табульована величина, значення якої визначається числом повторних вимірювань n і довірчою ймовірністю α_0 . При довірчій ймовірності $\alpha_0 = 0,95$ (95%) його значення визначається по табл. 4.1. [3].

Таблиця 4.1.

Значення критерію Ст'юдента (t-критерію) для різного числа вимірювань при $\alpha_0 = 0,95$

n	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
t	12,71	4,3	3,18	2,78	2,57	2,45	2,37	2,31	2,26	2,23	2,2	2,18
n	14	15	16	17	18	19	20	30	40	60	120	
t	2,16	2,15	2,13	2,12	2,11	2,10	2,09	2,0	2,0	2,0	2,0	

При відомому ΔP_i довірчі межі для середнього значення визначаються із співвідношення:

$$P_{l\text{cp}} = \bar{P}_1 \pm \frac{t \cdot S_{(P_i)}}{\sqrt{n}}. \quad (4.7)$$

4.3. Порядок виконання роботи

1. Надати схему конструкції стенду для фізичного

моделювання робочих процесів ЗТМ з позначенням його складових частин.

2. Привести схему системи вимірювання та її принцип роботи, а також марки приладів для вимірювальної системи.

3. Записати критерії подібності для наближеного фізичного моделювання робочих процесів ЗТМ.

4. Надати склад методики експерименту.

5. Ознайомитися з порядком обробки і розшифровки осцилограм.

6. Надати висновки по роботі.

4.4. Техніка безпеки при виконанні лабораторної роботи

1. Перед проведенням лабораторної роботи потрібно пройти загальний інструктаж по техніці безпеки з розписом в журналі.

2. В лабораторії пройти інструктаж по техніці безпеки на робочому місці, та в процесі виконання лабораторної роботи суворо дотримуватись учбової дисципліни.

3. Уважно вивчити апаратуру керування стендом для фізичного моделювання і вивчити інструкцію по пуску та керуванню ним.

4. Категорично забороняється:

- самостійно вмикати центральний рубильник стенду;
- порушувати інструкцію по запуску та керуванню стендом;
- розташовуватись ближче 0,5 м від стенда під час переміщення тензометричного візка.

Лабораторна робота №5

Тема: Дослідження процесу копання ґрунту робочим обладнанням скрепера

Мета: Отримання практичних знань та навичок експериментального визначення головних параметрів процесу копання ґрунту робочим обладнанням скрепера

Завдання:

1) Закріпити загальнотеоретичні положення про закономірності процесу взаємодії ківшевих органів ЗТМ та аналітичне визначення кількісних показників дотичної складової опору ґрунту копанню ковшем скрепера;

2) Вивчити об'єм та послідовність дій, що виконуються при проведенні експериментальних досліджень процесів копання

ґрунтів ковшем скрепера;

3) Обробити і проаналізувати дослідно-експериментальну інформацію та скласти звіт по виконаній роботі.

5.1. Об'єкт дослідження

Об'єктом дослідження є фізична модель ковша скрепера ДЗ-87-1, що виготовлена в масштабі 1:5 ($\kappa_l = 5$).

Фізична модель ковша скрепера, що показана на рис. 5.1, складається із 2-х бокових стінок 1, днища 2, передньої заслінки 7 та задньої стінки 11. В передній частині днища ковша закріплено трьохсекційний ніж 4. З'єднання днища з боковими стінками забезпечено за допомогою кутників 3.

Задня стінка виконана рухомою і фіксується в потрібних позиціях за допомогою спеціального гвинта, що встановлений в отворі траверси 10. Передня заслінка ковша 7 шарнірно закріплена на бокових стінках 1. Положення передньої заслінки фіксується за допомогою 2-х бокових тяг 8, що кріпляться на пальцях кронштейнів бокових стінок 9.

Положення передньої заслінки фіксується за допомогою 2-х бокових тяг 8, що кріпляться на пальцях кронштейнів бокових стінок 9.

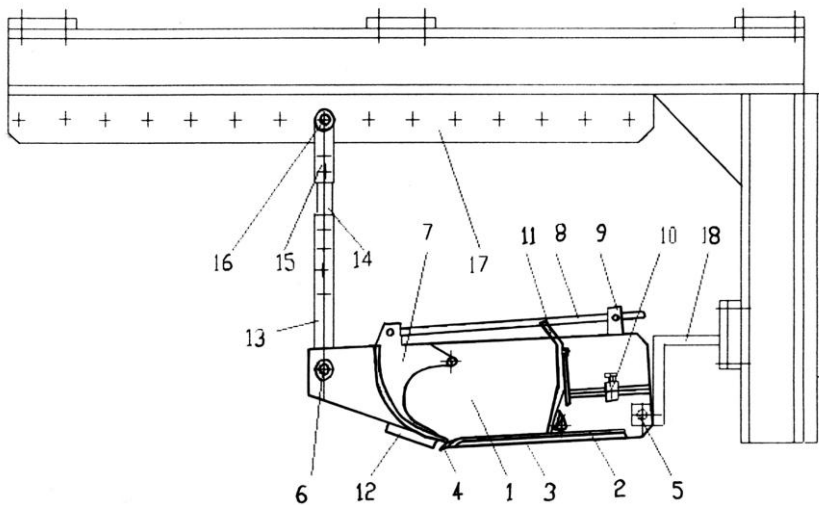


Рис. 5.1. Схема фізичної моделі ковша скрепера

Фізична модель виконана збірно-розбірною, що дозволяє при необхідності змінювати форму та геометричні параметри елементів досліджуваного робочого органу. Технічні дані фізичної моделі приведені в табл. 5.1.

Таблиця 5.1

Технічна характеристика фізичної моделі ковша скрепера ДЗ-87-1

Назва параметрів	Одиниці вимір.	Значення
1. Геометрична місткість	м ³	0,031
2. Ширина ковша	м	0,486
3. Висота ковша	м	0,194
4. Кут різання ґрунту	град	38
5. Хід задньої стінки	м	0,162
6. Довжина	м	0,706
7. Ширина	м	0,492
8. Висота	м	0,28

5.2. Предмет дослідження

Предметом дослідження в даній лабораторній роботі є виявлення якісних та кількісних показників процесу взаємодії ківшевого робочого органу з ґрунтом на стадії копання.

Відомо [1], що процес копання ґрунтів ковшовим робочим органом супроводжується безперервним зростанням опору їх просуванню в забої. Величина та закономірність вказаної протидії залежить від багатьох факторів, серед яких найбільш впливовими є фізико-механічні властивості ґрунтів, геометричні параметри робочого органу, та режими копання.

Схема взаємодії ковша скрепера з ґрунтом в період копання носить складний і суперечний характер, що обумовлює відсутність достатньо ефективної методики аналітичного визначення силових параметрів процесу копання.

Найбільш поширеною методикою аналітичного прогнозу максимальної величини дотичної складової опору ґрунту копанню ковшем скрепера на заключній стадії його заповнення є методика Є. Р. Петерса, в основу якої покладена розрахункова схема, що показана на рис. 5.2.

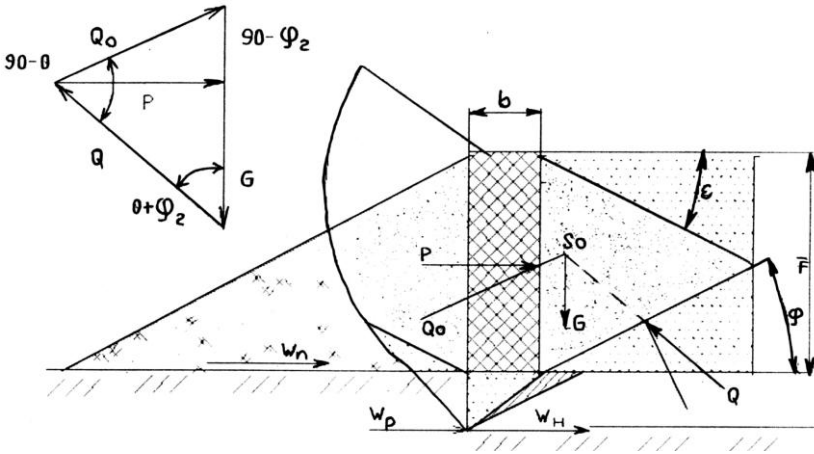


Рис. 5.2. Розрахункова схема до визначення опору ґрунту наповненню ковша скрепера

Звітне методиці, опір ґрунту в кінці заповнення ковша дорівнює сумі 3-х складових:

$$W = W_p + W_m + W_n, \quad (5.1)$$

де W_p - опір ґрунту різанню ножовою системою ковша; W_n - опір наповненню ковша; W_n - опір пересуванню призми волочиння перед передньою заслонкою.

Опір ґрунту різанню визначається по формулі:

$$W_p = kbh, \quad (5.2)$$

де k - питомий опір ґрунту різанню. Його орієнтовне значення приведені у відповідній літературі [1]; b - ширина різання; h - товщина стружки.

Опір пересуванню ґрунтової стружки в ківш на заключній стадії копання відповідно до методики дорівнює:

$$W_n = W_n' + W_n'', \quad (5.3)$$

де W_n' - опір підйому ґрунтового стовпа; W_n'' - опір сил тертя, що діють на поверхні ґрунтового стовпа.

Згідно розрахункової схеми рис. 5.2

$$W_n'' = bhH\gamma_2g, \quad (5.4)$$

$$W_n'' = bhH^2 \gamma_2 \frac{tg \varphi_2}{1 + tg^2 \varphi_2}, \quad (5.5)$$

де g - прискорення вільного падіння; H - висота ковша; γ_2 - щільність ґрунту; φ_2 - кут тертя ґрунту по ґрунту.

Опір пересуванню призми волочіння визначаємо по формулі:

$$W_n = bhH^2 \gamma_2 g \mu_2, \quad (5.6)$$

де y - коефіцієнт об'єму призми волочіння перед передньою заслінкою, $y = 0,5 \dots 0,7$; $\mu_2 = 0,3 \dots 0,5$ - коефіцієнт тертя ґрунту по ґрунту. Підставивши розгорнуті значення складових в формулу (3.1), отримаємо:

$$W = bhH \gamma_2 \left(\frac{kh}{gH \gamma_2} + \frac{Htg \varphi_2}{1 + tg^2 \varphi_2} + yH \mu_2 + h \right), \quad (5.7)$$

Аналізуючи даний вираз бачимо, що найбільш впливовим фактором на величину загального опору заповнення ковша є його висота H . По відношенню до інших факторів функція W є лінійно залежною.

Головною метою даної лабораторної роботи є отримання фактичної інформації про величину і характер дотичної складової опору ґрунту копанню ковшем скрепера в залежності від товщини стружки, що вирізається із масиву, а також від фізико-механічних властивостей ґрунту, що розробляється.

5.3. Прилади та обладнання

Для проведення експериментальних досліджень використовуємо наступні вимірювальні прилади та обладнання:

- | | | |
|---|--|--------|
| 1 | фізична модель робочого обладнання скрепера
ДЗ-87-1 в масштабі, $k_f = 5$ | 1 шт. |
| 2 | ґрунтовий канал | 1 шт. |
| 3 | комплект тензометричних приладів | 1 к-т. |
| 4 | модель щільноміра, $k_G = 5$ | 1 шт. |
| 5 | ваги аналітичні ВЛА-200 | 1 шт. |
| 6 | кільця ґрунтозабірні | 3 шт. |
| 7 | ґрунтозабірник | 1 шт. |
| 8 | бюкси | 3 шт. |

9	піч сушильна	1 шт.
10	лінійка мірна	1 шт.
11	тарувальний пристрій	1 шт.
12	тарувальні гири	5 шт.
13	грунтообробне знаряддя	1 к-т.

Дослідження процесу копання ґрунту робочим органом скрепера проводиться в аналогічних ґрунтових умовах, що і при дослідженнях бульдозерного обладнання, описаних в лабораторній роботі №3.

5.4. Ґрунтові умови

Дослідження процесу копання ґрунту робочим органом скрепера проводиться в аналогічних ґрунтових умовах, що і при дослідженнях бульдозерного обладнання, описаних в лабораторній роботі №3.

5.5. Умови дослідження

Експериментальне досліджується процес копання ґрунту моделлю ковша скрепера ДЗ-87-1.

Критерієм оцінки процесу приймається дотична складова опору ґрунту копанню W , а факторами, що впливають - товщина стружки, що вирізається h і міцність ґрунту, що оцінюється кількістю ударів моделі динамічного щільноміра C_m .

Експеримент складається з двох серій дослідів: в першій серії досліджується залежність $W = f(h)$ при фіксованому значенні C_m , а в другій - залежність $W = f(C_m)$ при фіксованому значенні h .

Першу серію дослідів проводимо при варіації фактора h на трьох рівнях: $h_1 = 2,0$ см; $h_2 = 3,0$ см; $h_3 = 4,0$ см. Фактор C_m фіксується на рівні $C_m = 2$ уд.

Другу серію дослідів проводимо при варіації фактора C_m на трьох рівнях: $C_{m1} = 1$ уд; $C_{m1} = 2$ уд; $C_{m1} = 3$ уд, а фактор h фіксуємо на рівні $h = 3,0$ см.

Швидкість копання ґрунту в обох серіях приймаємо $V_m = 0,3$ м/с. При проведенні дослідів критерій W фіксується реєструючим приладом (осцилографом).

Рівні фактора h встановлюються підйомним механізмом навіски тензометричного візка, а фактор C_m - ущільненням ґрунту до потрібної міцності.

Реалізація вказаних умов дозволить отримати досить широку інформацію про кількісні і якісні показники досліджуваного процесу.

5.6. Порядок проведення дослідів

1. Провести підготовку експериментального поля. Для цього потрібно розпушити зволожений в каналі ґрунт, спланувати його поверхню і ущільнити до потрібної міцності.

2. Відібрати із експериментального поля зразки ґрунту для визначення його вологості та щільності по стандартній методиці.

3. Виконати тарування вимірювальної системи, навантажуючи робочий орган в горизонтальному напрямі і фіксуєючи результати на реєстраційному приладі.

4. Провести планування поверхні експериментального поля по всій довжині каналу ковшем скрепера при мінімальній товщині шару ґрунту. Бокові валки, що утворились після проходу відвала, видалити за межі експериментального поля.

5. Підготувати виступ експериментального поля та встановити модель ковша в вихідне положення за 150. ..200 мм до ребра виступу.

6. Виставити необхідну глибину копання h , користуючись механізмом підйому робочої панелі навіски тензومترчного візка.

7. Лінійкою або рулеткою відміряти необхідну довжину шляху копання. Розрахунок шляху копання виконується по формулі:

$$L_3 = \frac{1,8qk_n}{k_n Bh}, \quad (5.8)$$

де q - геометрична місткість ковша, м³; k_n - коефіцієнт заповнення ковша; κ_p - коефіцієнт розпушення ґрунту; B - ширина прорізу ґрунту, м; h - товщина стружки ґрунту, що вирізається із забою, м.

Умовою ідентифікації дослідів є рівність об'ємів ґрунту що вирізається із забою.

8. Провести запланований дослід, ввімкнувши попередньо вимірювальну систему. В ході досліді уважно спостерігати за процесом копання, відмічаючи його характерні особливості.

9. При досягненні ковшем відміченої довжини експериментального поля зупинити рух тензометричного візка і вимкнути тензометричну систему.

10. Перемістити тензометричний візок в вихідне положення і підготувати експериментальне поле до наступного досліду, для чого повторити дії, вказані в пунктах 6, 7.

11. Провести наступний дослід, діючи по пунктах 8 і 9. Для отримання закономірності впливу товщини стружки h на критерій оцінки W , відповідно до умов експерименту, в першій серії дослідів фактор h варіюємо на 3-х рівнях: $h_1 = 2,0$ см; $h_2 = 3,0$ см; $h_3 = 4,0$ см при $C_m = 2$ ударів. Надійність даних експериментального дослідження забезпечується проведенням повторних дослідів, кількість яких визначається по окремій методиці [2].

Аналогічним чином приводимо 2-гу серію дослідів, варіюючи фактор C_m при постійному значенні $h = 3,0$ см.

12. Після проведення всіх дослідів розшифрувати отримані осцилограми за допомогою тарувального графіка або коефіцієнта тарування. Для перевірки стабільності роботи вимірювальної системи рекомендується після закінчення дослідів (серії дослідів) виконати повторне тарування вимірювальної системи і зіставити отримані результати з попередніми.

13. Занести результати розшифрування осцилограм в таблицю 5.2 і 5.3, а також дані по щільності і вологості ґрунту.

Таблиця 5.2

Результати експериментальних даних по дослідженню

$$W = f(h), C_m = const$$

№ п/п	$\gamma, \text{г/см}^3$	$\omega, \%$	$C_m, \text{уд}$	$h, \text{см}$	$L_k, \text{см}$	$W_j, H, \text{інтервали}$					$\varepsilon_{\text{кк}}$
						1	2	3	4	5	
1			2	2,0							
2			2	2,0							
3			2	2,0							
Середні значення											
4			2	3,0							
5			2	3,0							
6			2	3,0							
Середні значення											
7			2	4,0							

8			2	4,0						
9			2	4,0						
Середні значення										

Таблиця 5.3

Результати експериментальних даних по
дослідженню $W = f(C_M)$, $h = const$

№ п/п	γ , г/см ³	ω , %	C_M , уд	h , см	L_K , см	W_i, H , інтервали					ε_{KK}
						1	2	3	4	5	
1			1	2,0							
2			1	2,0							
3			1	2,0							
Середні значення											
4			2	3,0							
5			2	3,0							
6			2	3,0							
Середні значення											
7			3	4,0							
8			3	4,0							
9			3	4,0							
Середні значення											

14. Виконати статистичний аналіз дослідних даних і побудувати графіки залежностей $\bar{W} = f(V)$; $\bar{W}_{max} = f(h)$; $\bar{\varepsilon}_{KK} = f(C)$, де W - значення дотичної складової при зміні h ; W' - значення дотичної складової при зміні C_M ; $W_{max} = W_5$; $W'_{max} = W'_5$; $\varepsilon_{KK} = \frac{W_5}{Bh}$; $\varepsilon'_{KK} = \frac{W'_5}{Bh}$.

Форма графіків показана на рис. 5.3 і 5.4.

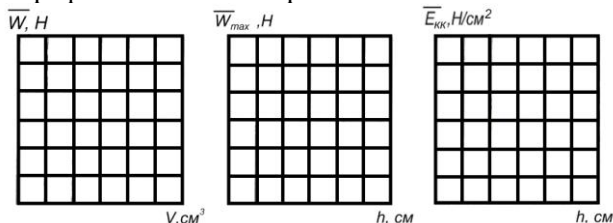


Рис. 5.3. Форми для побудови графіків залежностей:

а) $\bar{W} = f(V)$; б) $\bar{W}_{max} = f(h)$; в) $\bar{\varepsilon}_{KK} = f(C)$

15. Виконати аналіз отриманих даних та сформулювати висновки по роботі.

16. Виконати звіт по лабораторній роботі та захистити його у ведучого викладача.

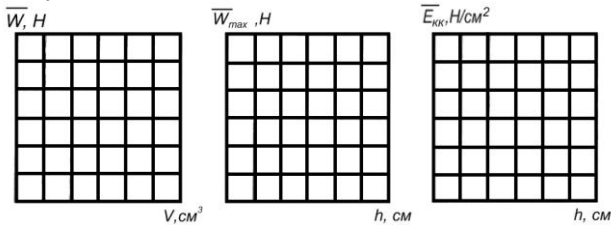


Рис. 5.4. Форми для побудови графіків залежностей:

а) $\bar{W}' = f(V)$; б) $\bar{W}'_{max} = f(h)$; в) $\bar{\varepsilon}'_{kk} = f(C)$

5.7. Розшифрування осцилограм і статистичний аналіз експериментальних даних

Копання ґрунту ковшем скрепера в якісному відношенні, як показує досвід, аналогічне процесу копання ґрунту відвалом бульдозера. Тому розшифрування отриманих осцилограм та статистичний аналіз дослідних даних виконується в тій же послідовності, яка описана в лабораторній роботі №3.

5.8. Техніка безпеки при проведенні експериментальних досліджень

При підготовці та проведенні експериментальних досліджень необхідно дотримуватись наступних правил безпеки.

1. Заходячись в дослідній лабораторії, суворо дотримуватись правил учбової дисципліни.

2. Без дозволу керівника не вмикати або вимикати будь-яке обладнання і прилади.

3. Самостійно не покидати визначене керівником місце.

4. Уважно слідкувати за положенням рухомих частин дослідного обладнання.

5. Ретельно виконувати вказівки та пропозиції керівника досліджень, лаборантів і завідувача лабораторії.

6. Інформувати керівника про замічені неполадки в роботі обладнання та приладів.

Лабораторна робота №6

Тема: Дослідження процесу розпушення ґрунту зубом розпушувача

Мета: Отримання практичних знань та навичок експериментального визначення головних параметрів процесу розпушення ґрунту робочим органом розпушувача

Завдання:

1) Закріпити загальнотеоретичні положення про закономірність взаємодії розпушувальних робочих органів з ґрунтом та аналітичне визначення кількісних показників дотичної складової опору ґрунту копанню зубом розпушувача;

2) Ознайомитись з об'ємом та послідовністю дій, що виконуються при підготовці та проведенні експериментальних досліджень розпушувальних робочих органів;

3) Виконати експериментальне дослідження процесу розпушення ґрунту фізичною моделлю робочого органа розпушувача;

4) Обробити та проаналізувати експериментальні дані і скласти звіт по виконанні роботи.

6.1. Об'єкт дослідження

Об'єктом дослідження є фізична модель зуба розпушувача ДП-26С, що виконана в масштабі 1:5 ($k_l = 5$).

Схема фізичної моделі зуба та навіски його на робочу панель тензOMETричного візка показана на рис. 6.1.

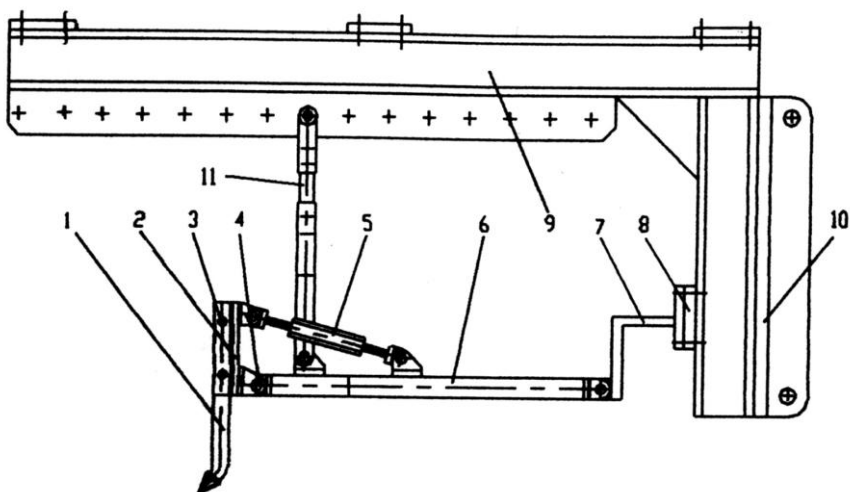


Рис. 6.1. Схема фізичної моделі робочого обладнання розпушувача ДП -26С: 1 – зуб; 2 – універсальна панель; 3 – палець зуба; 4 універсальний шарнір; 5 – регулюючий відкіс; 6 – штовхаюча рама; 7 – тензометри; 8 – балка тензометрів; 9 – Г-подібний кронштейн; 10 – робоча панель

Робочий орган розпушувача 1 за допомогою двох пальців 3 закріплено на універсальній панелі 2, яка під'єднана шарніром 4 і підкосом 5 до універсальної штовхаючої рами 6 фізичної моделі відвала бульдозера.

Універсальна штовхаюча рама за допомогою шарнірів під'єднана до Г-подібного кронштейна 9 тензометричного візка через тензометри 7 і передню підвіску 11. Конструкція універсальної панелі 2, при необхідності, дозволяє встановлювати на ній додатково два і більше розпушувальних органів.

Параметри фізичної моделі досліджуваного обладнання наведені в технічній характеристиці (табл. 6.1).

Таблиця 6.1

Технічна характеристика фізичної моделі розпушувача ДП-26С

Назва параметрів	Одиниці виміру	Значення
1. Кут розпушення	град	48
2. Ширина наконечника	мм	12
3. Глибина розпушення	мм	90

6.2. Предмет дослідження

Предметом дослідження в даній лабораторній роботі є процес взаємодії зуба розпушувача з ґрунтом при зміні глибини розпушення і міцності ґрунту.

При підготовці до даної лабораторної роботи необхідно детально опрацювати лекційний і літературний матеріал, що відноситься до існуючих методик по визначенню дотичної складової опору ґрунтів руйнуванню зубом розпушувача і стисло викласти його в звіті, як аналогічний матеріал, що відображений в лабораторних роботах №4 і 5.

6.3. Прилади та обладнання

Для проведення експериментальних досліджень використовуємо наступні прилади та обладнання:

1. Фізична модель робочого обладнання розпушувача ДП-26С в масштабі, $k_l = 5$ 1 шт.
2. Ґрунтовий канал 1шт.
3. Комплект тензометричних приладів 1 к-т.
4. Модель щільноміра, $k_G = 5$ 1 шт.
5. Ваги аналітичні ВЛА-200 1 шт.
6. Кільця ґрунтозабірні 3 шт.
7. Ґрунтозабірник 1 шт.
8. Бюкси 3 шт.
9. Піч сушильна 1 шт.
10. Лінійка мірна 1 шт.
11. Тарувальний пристрій 1 шт.
12. Тарувальні гирі 5 шт.
13. Ґрунтообробне знаряддя 1 к-т..

6.4. Ґрунтові умови

Дослідження процесу копання ґрунту робочим органом розпушувача проводиться методом фізичного моделювання в умовах зміни фізико-механічних властивостей середовища, що розробляється.

В лабораторній роботі досліджується процес розпушення ґрунту IV і V категорії. Моделювання даного ґрунту забезпечується піщано-глиняною сумішшю, склад якої попередньо визначається експериментально.

Підготовка ґрунту виконується шляхом його зволоження, ретельного розпушення та ущільнення до потрібної міцності. Контроль міцності виконується моделлю динамічного щільноміра.

6.5. Умови проведення досліджень

Експериментально досліджується процес розпушення ґрунту фізичною моделлю зуба розпушувача ДП-26С.

Критерієм оцінки процесу приймається дотична складова опору ґрунту копанню P_p , на подолання якої в реальних умовах затрачується тягове зусилля базового трактора.

В якості головного фактора, що впливає при розпушенні конкретного ґрунту приймаємо глибину розпушення h_p .

Для визначення закономірності зміни $P_p=f(h_p)$ фактор h_p змінюємо на 5-ти рівнях: $h_1 = 4$ см; $h_2 = 6$ см; $h_3 = 8$ см; $h_4 = 10$ см; $h_5 = 12$ см.

При проведенні дослідів критерій P_p реєструється приладами, а рівні фактора h_p встановлюються підйомним механізмом робочої панелі навіски тензометричного візка.

6.6. Порядок проведення дослідів

1. Провести підготовку експериментального поля. Для цього потрібно розпушити зволожений в каналі ґрунт, спланувати його поверхню і ущільнити до потрібної міцності.

2. Відібрати із експериментального поля зразки ґрунту для визначення його вологості та щільності по стандартній методиці.

3. Виконати тарування вимірювальної системи, навантажуючи робочий орган в горизонтальному напрямі і фіксуючи результати на реєстраційному приладі.

4. Провести планування поверхні експериментального поля по всій довжині каналу.

5. Підготувати виступ експериментального поля та встановити модель зуба розпушувача в вихідне положення за 150...200 мм до ребра виступу.

6. Виставити необхідну глибину копання h_p , користуючись механізмом підйому робочої панелі навіски тензометричного візка.

7. Лінійкою або рулеткою відміряти необхідну довжину шляху реалізації розпушення. Довжину шляху пропонується прийняти в межах 500...700 мм.

8. Провести запланований дослід, ввімкнувши попередньо вимірювальну систему.

9. При досягненні зубом відміченої довжини експериментального поля зупинити рух тензометричного візка і вимкнути тензометричну систему.

10. Перемістити тензометричний візок в вихідне положення і підготувати експериментальне поле до наступного досліду, для чого повторити дії, вказані в пунктах 6, 7.

11. Провести наступний дослід при новому рівні фактора h_p , діючи по пунктах 8 і 9. Кожен дослід на визначеному рівні h_p повторити не менше як 3 рази.

12. Після проведення дослідів розшифрувати отримані осцилограми по методиці, що викладена в лабораторній роботі №3.

13. Занести результати розшифрування осцилограм в таблицю 6.2. В таблицю занести також дані по щільності і вологості ґрунту.

14. Виконати статистичний аналіз дослідних даних і побудувати графіки залежностей $\bar{P}_p = f(h_p)$ і $\bar{\varepsilon}_p = f(h_p)$. Графіки виконати по формі, що показана нарис. 4.2.

Таблиця 6.2

Результати експериментального дослідження $P_p = f(h_p)$

№ п/п	γ , г/см ³	С, уд	ω , %	h_p , см	l_k , см	P_p, H , інтервали					\bar{P}_p	ε_p
						1	2	3	4	5		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1				4	50							
2				4	50							
3				4	50							
4				6	50							
5				6	50							
6				6	50							
7				8	50							
8				8	50							
9				8	50							
10				10	50							
11				10	50							
12				10	50							
13				12	50							
14				12	50							
15				12	50							

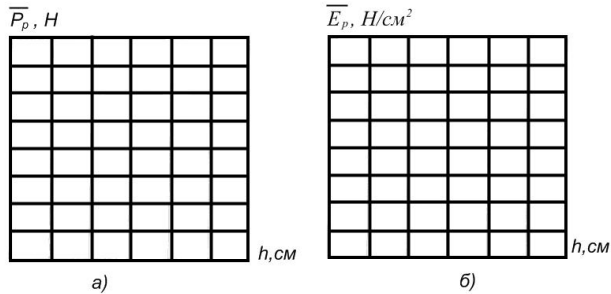


Рис. 4.2. Форми для побудови графіків залежностей:
 а) – $\bar{P}_p = f(h_p)$; б) – $\bar{E}_p = f(h_p)$

15. Виконати аналіз отриманих даних, та сформулювати висновки по роботі.

16. Виконати звіт по лабораторній роботі та захистити його у ведучого викладача.

6.7. Розшифрування осцилограм і статистичний аналіз експериментальних даних

Розпушення ґрунту зубом розпушувача носить стаціонарний характер, тому розшифрування осцилограм і статистичний аналіз отриманих даних виконується в послідовності, яка приведена в лабораторній роботі № 3.

6.8. Техніка безпеки при проведенні експериментальних досліджень

При підготовці і проведенні даної лабораторної роботи необхідно дотримуватись правил безпеки, що наведені в лабораторних роботах № 3, 4, 5.

Лабораторна робота №7

Тема: Дослідження процесу опору ґрунту копанню робочим органом бульдозера

Мета: Отримання практичних знань та навичок експериментального визначення головних параметрів процесу копання ґрунту робочим органом бульдозера.

Завдання:

1) Закріпити загальнотеоретичні положення про закономірності процесу взаємодії відвальних органів ЗТМ з

грунтом, та аналітичне визначення кількісних показників дотичної складової опору ґрунту копанню відвалом бульдозера;

2) Вивчити конструкцію та принцип дії лабораторного обладнання для проведення експериментальних досліджень;

3) Ознайомитись з об'ємом та послідовністю дій, що виконуються при підготовці та проведенні експериментальних досліджень;

4) Виконати експериментальне дослідження процесу копання ґрунту фізичною моделлю відвалу бульдозера, обробити і проаналізувати отриману інформацію та скласти звіт по виконаній роботі.

7.1. Об'єкт дослідження

Об'єктом дослідження є фізична модель відвалу бульдозера ДЗ-171.1, що виконана в масштабі 1:5 ($k_l = 5$).

Схема фізичної моделі відвала та елементів його навіски на робочу панель тензометричного візка показана на рис. 7.1.

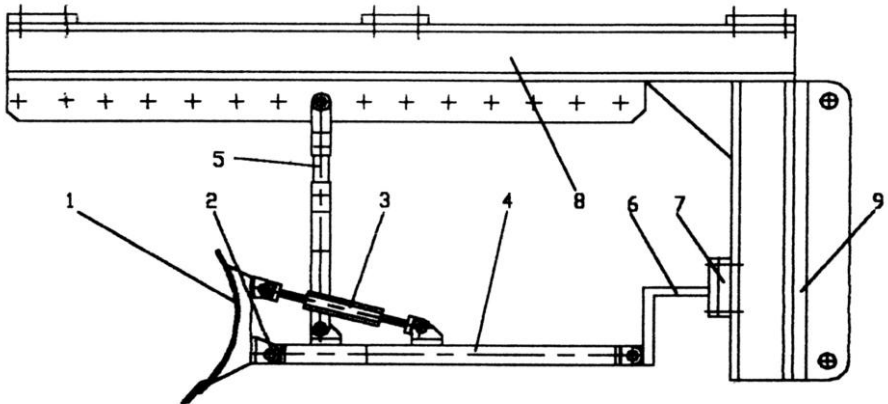


Рис. 7.1. Схема фізичної моделі робочого обладнання бульдозера ДЗ-171.1: 1 - відвал; 2 - універсальний шарнір; 3 - регулюючий відкіс; 4 - штовхаюча рама; 5 - передня підвіска; 6 - тензometri; 7 - балка тензometriв; 8 - Г-подібний кронштейн; 9 - робоча панель.

Відвал виготовлено із листової сталі зварної конструкції. Лінійні параметри моделі визначались з урахуванням основних положень теорії подібності при використанні наступних критеріїв в геометричній подібності:

$$\frac{l_{M_i}}{l_{M_b}} = \frac{l_{H_i}}{l_{H_b}}; \alpha_{M_i} = \alpha_{H_i},$$

де l_{M_i} і l_{H_i} - лінійні параметри відповідно моделі і натури, що визначаються; B_m і B_n - довжина відвалів, відповідно моделі і натури; α_{M_i} і α_{H_i} кутові параметри моделі і натури.

Параметри фізичної моделі досліджуваного обладнання наведені в технічній характеристиці (табл. 7.1)

Таблиця 7.1

Технічна характеристика фізичної моделі бульдозера ДЗ-171.1

Назва параметрів	Одиниці вимірювання	Значення
1. Довжина відвала, B	см	82,4
2. Висота відвала, H	см	22,8
3. Кут різання, α	град	55
4. Радіус кривизни лобової поверхні, R	см	20
5. Кут запрокидування, β	град	75
6. Ширина ножа, l	см	5,5

7.2. Предмет дослідження

Предметом дослідження в даній лабораторній роботі є вивчення якісних та кількісних показників процесу взаємодії відвального робочого органу з ґрунтом на протязі всієї стадії його копання.

Відомо [1], що процес копання ґрунтів відвальними робочими органами супроводжується безперервною зміною величини протидії просуванню їх в забої. Величина та закономірність вказаної протидії залежить від багатьох факторів, серед яких найбільш значимими є фізико-механічні властивості ґрунтів, що розробляються, геометричні характеристики робочого органу, та режими копання, що визначаються товщиною відокремлюваного від забою ґрунту h та швидкістю просування відвала в забої V_k . Найбільш поширена схема взаємодії відвалу бульдозера з ґрунтом [1], що показана на рис. 7.2.

Загальний опір ґрунту копанню відвалом бульдозера розглядаються як сума наступних складових: опору ґрунту різанню ножової системою відвала, W_p ; опору переміщення накопиченої перед відвалом призми ґрунту по поверхні забою $W_{П.В.}$; сили тертя ґрунту по лобовій поверхні відвалу F_T та сили тертя леза ножа об ґрунт W_L .

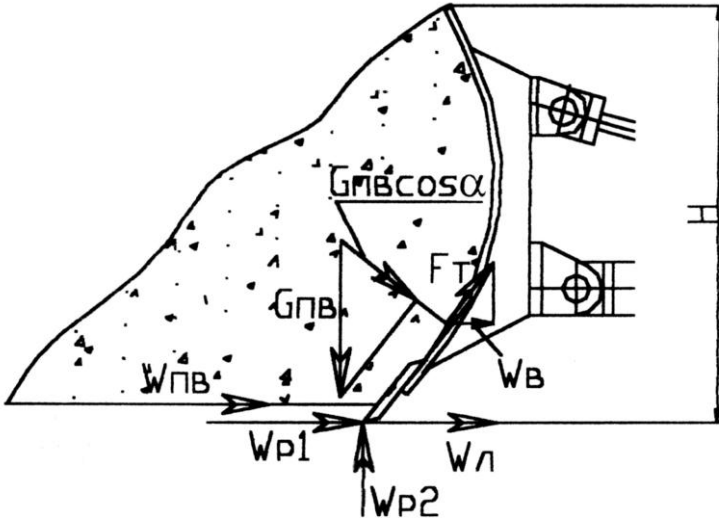


Рис. 7.2. Схема процесу взаємодії відвала бульдозера з ґрунтом в період копання

Дотична складова загального опору ґрунту копанню дорівнює сумі дотичних складових вказаних сил.

$$W_{\kappa} = W_{p_l} + W_{П.В} + W_B + W_L, \quad (7.1)$$

де W_{p_l} - дотична складова опору ґрунту різанню; W_B - дотична складова сили тертя ґрунту по лобовій поверхні відвалу.

Дотична складова опору різанню ножовою системою відвалу визначається по формулі [1]:

$$W_{p_l} = k_1 B h, \quad (7.2)$$

де k_1 - коефіцієнт питомого опору ґрунту різанню, значення якого табульоване [1] і залежить від фізико-механічних властивостей ґрунту; B - довжина відвалу; h - товщина шару ґрунту, що відокремлюється від забою.

Опір переміщенню призми волочіння залежить від ваги ґрунту, що накопичений в визначальний момент процесу копання, та величини коефіцієнта тертя ґрунту по ґрунту. Його величина визначається виразом:

$$W_{П.В} = q \gamma_p \mu_1 g, \quad (7.3)$$

де q - об'єм призми волочіння, m^3 ; γ_p - щільність розпушеного

грунту, кг/м; μ - коефіцієнт тертя ґрунту по ґрунту; g - прискорення вільного падіння, м/с².

Враховуючи складність зовнішньої форми призми волочіння, її величину визначають як об'єм тригранної призми, параметри якої приведені на рис. 7.3.

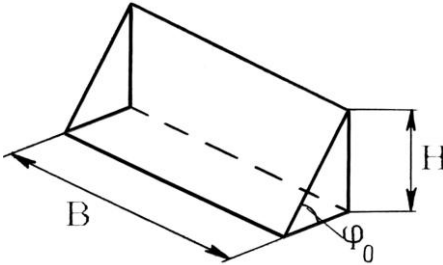


Рис. 7.3. Розрахункова схема форми призми волочіння для визначення її об'єму

Тоді

$$W_B = \frac{\gamma_p g B H^2 \cos^2 \alpha \cdot \mu}{2 \operatorname{tg} \varphi_0}, \quad (7.4)$$

де α - кут різання ґрунту; μ - коефіцієнт тертя ґрунту по сталі.

Величину сили тертя леза ножа визначають по емпіричній формулі.

$$W_{Л} = 0,3 W_{p_i}. \quad (7.5)$$

З урахуванням розгорнутих значень складових загальний опір ґрунту копанню відвалом бульдозера на кінцевій стадії визначається по формулі:

$$W_B = 1,3 k_1 B h + \frac{\gamma_p g B H^2}{2 \operatorname{tg} \varphi_0} (\mu_1 + \cos^2 \alpha \cdot \mu). \quad (7.6)$$

Аналіз даної формули показує, що вона не відображає динаміки процесу копання на протязі часу формування призми волочіння, а тільки дозволяє визначити орієнтовне значення дотичної складової W_K , коли кількість ґрунту, що вирізається із поверхні забою дорівнює величині втрат ґрунту із призми в бокові валки.

Тому для визначення фактичного значення W_K , динаміки його зміни на протязі всього процесу копання, а також оцінки аналітичних моделей, що використовуються для початкового орієнтовного прогнозу величини навантажень на бульдозерне обладнання, потрібні експериментальні дослідження, які дають об'єктивну відповідь на зазначенні питання.

7.3. Прилади та обладнання

Для проведення експериментальних досліджень використовуємо наступні вимірювальні прилади та обладнання.

1	фізична модель робочого обладнання бульдозера ДЗ-171.1 в масштабі, $k_l = 5$	1 шт.
2	грунтовий канал	1шт.
3	комплект тензометричних приладів	1 к-т.
4	модель щільноміра, $k_G = 5$	1 шт.
5	ваги аналітичні ВЛА-200	1 шт.
6	кільця ґрунтозабірні	3 шт.
7	ґрунтозабірник	1 шт.
8	бюкси	3 шт.
9	піч сушильна	1 шт.
10	лінійка мірна	1 шт.
11	тарувальний пристрій	1 шт.
12	тарувальні гири	5 шт.
13	ґрунтообробне знаряддя	1 к-т.

7.4. Ґрунтові умови

Дослідження процесу копання ґрунту робочим органом бульдозера проводиться методом фізичного моделювання в умовах зміни фізико-механічних властивостей середовища, що розробляється.

В лабораторній роботі досліджується опір копанню відвалом бульдозера ґрунту II-ї категорії. Моделювання вказаного ґрунту забезпечується піщано-глиняною сумішшю, що складається з 85% річного піску і 15% глини. Виходячи із технологічних міркувань, рекомендується варіювати h на наступуючі рівнях:

- 1) 3-х рівневий експеримент – $h = 20, 30, 40$ мм;
- 2) 5-ти рівневий експеримент - $h = 10, 20, 30, 40, 50$ мм.

При цьому, кожен дослід необхідно повторити 3...5 разів. Кількість повторень визначається по окремій методиці [2], що передбачає проведення попередньо спеціальної серії однотипних дослідів в кількості, достатній для статистичного аналізу.

Підготовка ґрунту виконується шляхом його зволоження, ретельного розпушення та ущільнення до потрібної міцності. Контроль міцності забезпечується динамічним щільноміром по співвідношенню:

$$C_m = \frac{C_n}{k_1}, \quad (7.7)$$

де C_m - потрібне число ударів для моделі ґрунту; C_n - число ударів для натурального ґрунту; k_1 - масштаб моделі робочого органу.

7.5. Умови дослідження

Експериментально досліджується процес взаємодії відвалу бульдозера з ґрунтом на стадії копання.

Критерієм оцінки процесу приймається дотична складова опору ґрунту копанню W_k , на подолання якої затрачується практично вся сила тяги рушія базового тягача.

В якості головного фактора приймається товщина шару ґрунту h , що вирізається із забою. Вказаний фактор в реальних умовах роботи бульдозерного агрегату є найбільш змінним, оскільки при копанні через коливання машини в поздовжньо-вертикальній площині внаслідок нерівностей опорної поверхні, леза ножа відвала весь час міняють своє вертикальне положення, змінюючи товщину шару ґрунту h , що вирізається із масиву.

Таким чином, експериментальне досліджується залежність дотичної складової опору ґрунту копанню відвалом бульдозера W_k від товщини шару ґрунту h , що вирізається із масиву.

Можливі два варіанта експерименту: 1 - фактор h змінюється на 3-х рівнях; 2 - фактор h змінюється на 5-и рівнях.

При 3-х рівневому експерименті значення h можна послідовно прийняти таким, що дорівнює 2, 3, 4 см, а при 5-и рівневому - 1, 2, 3, 4, 5 см. Середнє значення $h = 3$ см, відповідає середньому значенню вказаного фактора, зазначеного в технічній характеристиці бульдозера ДЗ-171.1 і перерахованому для моделі по залежності:

$$h_{m_i} = \frac{h_{n_i}}{k_l} \text{ см,}$$

де h_{m_i} - товщина шару ґрунту для моделі, см; h_{n_i} - товщина шару ґрунту для натурі, см; k_l - масштаб моделі.

Інтервал варіювання h в залежності від поставлених задач можуть бути збільшені або зменшені.

Швидкість копання ґрунту визначається по критерію подібності

Фруда (Fr) [2] $\frac{V_m^2}{q l_m} = \frac{V_n^2}{q l_n}$, тоді $V_m = \frac{V_n}{\sqrt{k_l}}$. При $V_n = 0,6$ м/с,

$$V_m = \frac{0,6}{\sqrt{5}} = 0,268 \text{ м/с.}$$

Остаточно при проведенні експерименту швидкість

тензометричного візка можна прийняти $V_m = 0,3$ м/с.

7.6. Порядок проведення дослідів

1. Провести підготовку експериментального поля. Для цього розпушити зволожений в каналі ґрунт, спланувати його поверхню і ущільнити до потрібної міцності ($C_n = 1-2$ ударів.).

2. Відібрати із експериментального поля зразки ґрунту для визначення його вологості та щільності по стандартній моделі.

3. Виконати тарування вимірювальної системи каналу, навантажуючи робочий орган в горизонтальному напрямі і фіксуєчи результати на реєструючому приладі. Після тарування тарувальні пристосування демонтувати.

4. Виконати планування поверхні забою по всій довжині каналу за допомогою відвала при мінімальній товщині шару ґрунту, що зрізається. Бокові валки ґрунту, що утворились після проходу відвала, видалити за межі експериментального поля.

5. Підготувати виступ експериментального поля та встановити відвал у вихідне положення за 150...200 мм до виступу.

6. Виставити необхідну глибину копання, користуючись механізмом підйому робочої панелі навіски тензометричного візка.

7. Мірною лінійкою на поверхні забою відмітити необхідну довжину шляху копання. Розрахунок шляху копання виконується по формулі:

$$L_k = \frac{H^2}{2htg\varphi_0}, \quad (7.8)$$

де H - висота відвала, м; h - товщина шару ґрунту, що зрізається, м; φ_0 - кут природного укосу ґрунту, град.

8. Ввімкнути реєстраційний прилад і хід тензометричного візка. В ході дослідів уважно спостерігати за процесом копання, особливу увагу приділяючи процесу накопичення призми ґрунту перед відвалом та втратами ґрунту в бокові валки.

9. При досягненні відвалом відмітки довжини шляху копання, зупинити тензометричний візок і вимкнути реєстраційний прилад. Повернути тензометричний візок у вихідне положення.

10. Підготувати експериментальне поле до наступного дослідів, для чого повторити дії вказані в пунктах 6, 7.

11. Провести наступний дослід по пунктам 8 і 9. Для отримання необхідної статистичної інформації необхідно провести 3-5 груп

дослідів, що відрізняється рівнем (величиною) змінюваного фактора

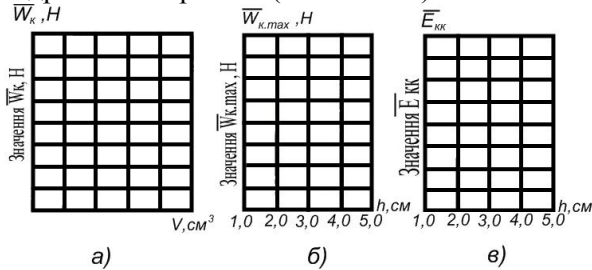


Рис. 7.4. Форми для побудови графіків $\bar{W}_k = f(V)$, $\bar{W}_{k,max} = f(h)$,
 $\epsilon_{kk} = f(h)$

12. По даних тарування вимірювальної системи побудувати тарувальний графік, або визначити числове значення коефіцієнта тарування K_m .

13. Користуючись тарувальним графіком, або коефіцієнтом тарування, розшифрувати отримані осцилограми і результати звести в таблицю 7.2.

14. По табличних даним побудувати графіки залежностей

$$\bar{W}_k = f(V), \bar{W}_{k,max} = f(h), \epsilon_{kk} = f(h),$$

де \bar{W}_k - середнє подине значення дотичної складової опору ґрунту копанню відвалом бульдозера, що зафіксоване на визначених ділянках осцилограм, H ; V - об'єм ґрунту, що вирізається із забою на визначених ділянках експериментального поля, cm^3 ; $\bar{W}_{k,max}$ - середнє значення дотичної складової опору ґрунту копанню, взяте на кінцевій стадії процесу копання, M ; ϵ_{kk} - енергоємність процесу копання на кінцевій стадії,

$$\epsilon_{kk} = \frac{\bar{W}_{k,max}}{Bh}.$$

Форма графіків показана на рис. 7.4 (а, б, в).

15. Виконати аналіз отриманих графічних залежностей та сформулювати висновки по виконаній роботі.

Таблиця 7.2

Результати експериментальних даних

№ п/п	γ , г/см ³	С, уд.	ω , %	h, см	l _к , см	W _{кi} , Н						ε _{кк}
						Ділянки						
						1	2	3	4	5	6	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1				1,0								
2				1,0								
3				1,0								
Середнє значення												
4				2,0								
5				2,0								
6				2,0								
Середнє значення												
7				3,0								
8				3,0								
9				3,0								
Середнє значення												
10				4,0								
11				4,0								
12				1,0								
Середнє значення												
13				5,0								
14				5,0								
15				5,0								
Середнє значення												

7.7. Рекомендації по розшифруванню осцилограм

Копання ґрунту відвалом бульдозера являє собою нестационарний процес, що характеризується безперервною зміною досліджуваного параметра в часі. Схема фрагмента осцилограми показана на рис. 7.5.

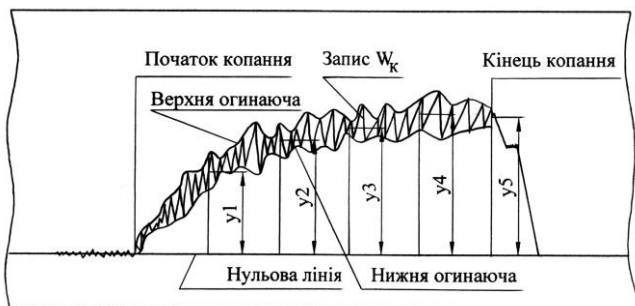


Рис. 7.5. Схема фрагменту осцилограми

Для того, щоб отримати фактичні дані по досліджуваному параметру W_K осцилограму попередньо потрібно обробити та розшифрувати.

Обробка кожної осцилограми виконується в послідовності, яка наведена в лабораторній роботі №4. Тобто, на осцилограмі виділяється початок процесу (точка 0) і його кінець (точка 5). Потім гостро заточеним олівцем проводимо верхню і нижню огинаючі криві. Відрізок 0-5 ділимо на 5 рівних інтервалів і з кінця кожного інтервалу проводимо перпендикулярно нульовій лінії ординати y_1, y_2, y_3, y_4, y_5 . Відрізки, що утворились від перетину кожною ординатою нижньої та верхньої огинаючих кривих, ділимо пополам і від отриманої середини вимірювачем заміряємо значення кожної ординати до нульової лінії в мм, після чого за допомогою тарувального графіка або коефіцієнта тарування, визначаємо миттєві значення діючих зусиль $W_{K1}, W_{K2}, W_{K3}, W_{K4}$ і W_{K5} в Н. Отримані значення W_{K_i} , заносимо в відповідні рядки таблиці. Після заповнення таблиці обчислюємо середні значення \bar{W}_{K_i} , для ідентичних інтервалів (ділянок) осцилограм однакових (повторних) дослідів і визначаємо інтервал варіювання \bar{W}_{K_i} по методиці, що викладена в лабораторній роботі №3. Інтегральні значення \bar{W}_{K_i} розглядаємо, як окремі спостереження. Аналогічні дії виконуємо для інших рівнів варіації фактора h . Довірчі інтервали нанести на відповідні точки побудованих графіків.

7.8. Техніка безпеки при проведенні експериментальних досліджень

Експериментальні дослідження проводяться в науково-дослідній лабораторії. де виконуються експериментальні дослідження річного призначення. Головними загрожуючи ми факторами є електричний струм, рухомі частини дослідних стендів, гострі кути виступаючих частин обладнання. та не закріплені важкі предмети, що знаходяться на столах лабораторії. Тому при роботі в лабораторії потрібно дотримуватися слідуєчи правил безпеки:

1. Суворо дотримуватись навчальної дисципліни.
2. Уважно слухати та ретельно виконувати розпорядження та рекомендації керівника роботи.
3. Не зачіпати руками, та не наступати на кабелі, що прокладені в лабораторії.
4. Не вмикати або вимикати будь-яке електричне обладнання без дозволу керівника.
5. Уважно слідка вати за положенням рухомих частин лабораторного обладнання, находячись від них на безпечній відстані.
6. Вчасно інформувати керівника про замічені неполадки в роботі обладнання та приладів.

Лабораторна робота №8

Тема: Лабораторні дослідження на ґрунтовому каналі із застосуванням електронного динамометра ВН-1500-1

Мета: Отримання практичних знань та навичок експериментальних досліджень на ґрунтовому каналі із застосування електронного динамометра ВН-1500-1

Завдання:

- 1) Вивчити призначення будову і роботу електронного динамометра ВН-1500-1.
- 2) Провести дослідження залежності тягового опору робочого органу від зміни параметрів робочого органу.
- 3) За результати досліджень зробити звіт по роботі.

Стенд для проведення експериментальних досліджень виконано у вигляді бетонного лотка розмірами 1,5×1,8×9,2 заповненого однорідним суглинистим ґрунтом. Над каналом, на рейковому ході, рухається тензометричний візок з кріпленнями для ножів. В якості привода візка виступає канатоблочна система

(кратність поліспастів 2), барабан якої приєднано до трансмісії. Загальний вигляд ґрунтового каналу і тензометричного візка з його кінематичною схемою привода представлені на рис. 8.1. Тензометричний візок 11 із закріпленням на ньому обладнання, що підлягає дослідженню, переміщується по рейках 7. Привод здійснюється від електродвигуна 3 через ланцюгову передачу 5, ходозменшувач 4, коробку зміни передач 2 та задній міст 1 трактора ДТ – 75 Б. Далі крутний момент через ланцюгову передачу 20 передається на барабан 19 канатоблочної частини механізму руху візка, який за рахунок перекочування канату 18 по барабану, причому за рахунок того, що канат кріпиться в двох точках (ручна лебідка 6 та опора 14) та проходить по чотирьох направляючих блоках 9, 12, 16, 17, сила, що спричиняє рух тензовізка, розподіляється між блоками, що дозволяє візку рухатись без перекосів. До опори 14 під'єднаний динамометр для контролю зусилля, що виникає в канатах. До блока 15 приєднаний електронний динамометр (далі ЕД) ВН 1500–1 23.

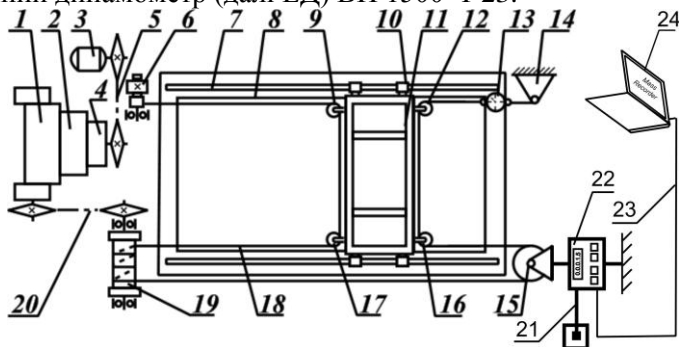


Рис. 8.1. Кінематична схема привода тензометричного візка:

1 – задній міст трактора ДТ-75Б; 2 – коробка зміни передач; 3 – електродвигун; 4 – ходозменшувач; 5, 20 – ланцюгові передачі; 6 – ручна лебідка; 7 – рейки; 8 – канал; 9, 12, 16, 17 – направляючі блоки візка; 10 – котки; 11 – тензовізок; 13 – динамометр; 14 – опора; 15 – нерухомий блок; 18 – канат; 19 – барабан; 20 – привод барабана; 21 – кабель живлення електронного динамометра; 22 – електронний динамометр ВН 1500–1; 23 – СОМ кабель; 24 – ноутбук.

Для роботи із ЕД потрібно:

1. Приєднати ЕД 22 за допомогою кабелю 21 до джерела живлення.

24. 2. Приєднати ЕД 22 за допомогою СОМ кабелю 23 до ноутбука

2.1 Електронний динамометр рис. 8.2.

1. Е.Д. вимірює зусилля в кілограмах.

2. Е.Д. вимірює зусилля в ньютонах.

3,4 Сервісні кнопки.

5. Кнопка онулення ЕД.

6. Кнопка тарування ЕД.

3. Увімкнути ноутбук, та запустити програму «MassRecorder».



Рис. 8.2. Загальний вигляд електронного динамометра

4. Перед початком роботи виставити наступні параметри роботи програми рис. 8.3

4.1. Вибираємо СОМ порт номер 1.

4.2. Вибираємо швидкість 4800.

4.3 Адресу ваги залишаємо на рівні 0.

4.4. Період зчитування і даних виставляємо на рівні 250 мск.

4.5. Вибираємо місце для збереження результатів дослідження.

4.6. Після вибору всіх параметрів роботи, починаємо дослідження із команди «З'єднати» ЕД із програмним забезпеченням.

5. Проводимо дослідження.

Під час роботи ЕД в інтерфейсі програми відображається рис 8.4.

5.1. Час досліджень.

5.2. Зусилля на гаку ЕК у відповідний час.

5.3. Миттєве зусилля на гаку.

- 5.4. Для зупинки зняття даних натиснути «Стоп».
- 5.5. Для завершення досліджень натиснути «Роз'єднати».
6. Після закриття програми, результати досліджень зберігаються під назвою та в папці, заданій при налаштуванні програми.

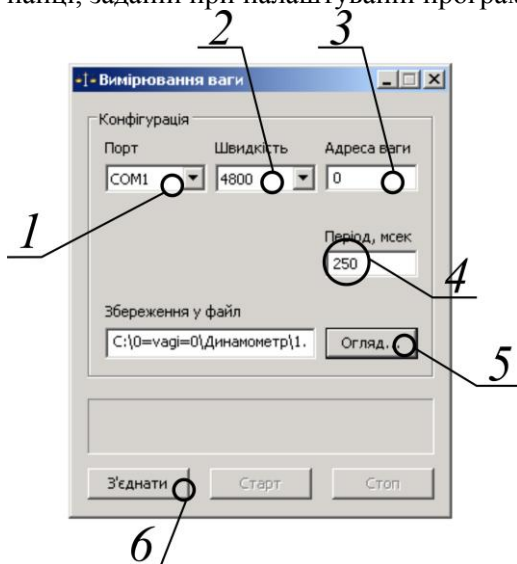


Рис. 8.3. Інтерфейс налаштування програми «MassRecorder»

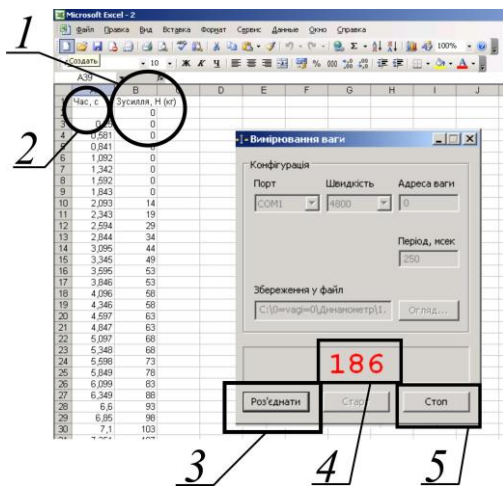


Рис. 8.4. Інтерфейс роботи програми «MassRecorder»

Література

1. Машини для земляних робіт : навч. посіб. / Хмара Л. А., Кравець С. В., Нічке В. В. та ін. ; під заг. ред. проф. Хмари Л. А. та проф. Кравця С. В. Рівне : НУВГП, 2010. 575 с.
2. Коваленко А. О., Сьомін Д. О., Роговий А. С. Планування та обробка результатів випробувань гідро пневмосистем : навч. посіб. Луганськ : СНУ ім. В. Даля, 2011. 216 с.
3. Кравець С. В., Лук'янчук О. П., Тимейчук О. Ю. Дослідження робочих процесів машин і методи оптимізації : навч. посіб. Рівне : НУВГП, 2011. 239с.
4. Горват А. А., Молнар О. О., Мінькович В. В. Методи обробки експериментальних даних з використанням MS Excel : навч. посіб. Ужгород : УжНУ «Говерла», 2019. 160 с.
5. Володарський Є. Т., Кошева Л. О. Статистична обробка даних : навч. посіб. Київ : НАУ, 2008. 308 с.