

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
ФАКУЛЬТЕТ КОНСТРУЮВАННЯ ТА ДИЗАЙНУ



ЗБІРНИК ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ
міжнародної науково-практичної онлайн конференції
«Сучасні проблеми та перспективи розвитку
машинобудування України»,
присвяченої 20-й річниці з дня створення
факультету конструювання та дизайну
Національного університету біоресурсів і
природокористування України

23-24 вересня 2021 року

м. Київ

УДК 624.138

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ ДЕФОРМАЦІЇ ҐРУНТУ ҐУСЕНИЦЯМИ ЗБИРАЛЬНИХ МАШИН

Лебедев А.Т., д.т.н., проф.

Колесник Ю.І., аспір.

Петров Р.М., аспір.

Державний біотехнологічний університет, м. Харків

Козлов Ю.Ю., інж. I категорії

Харківська філія УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого, м. Харків

E-mail: petrovhntusg@gmail.com

Відомо, що прохідність машин взагалі, і збиральних зокрема, визначається, з одного боку конструктивними та експлуатаційними параметрами машини і, з іншого боку, здатністю ґрунту чинити опір деформацій під дією зовнішніх сил, що впливають на неї з боку рушія. Тому встановлення закономірностей деформації ґрунту під дією прикладених до неї сил є одним з найважливіших завдань теорії прохідності машин.

З позиції прохідності машин найбільш важливим є два види деформації ґрунту: деформація у вертикальній площині, що визначає опір руху машини, і горизонтальна деформація, яка характеризує процес зчеплення рушія з ґрунтом.

В останні роки з'явився ряд робіт з дослідження закономірностей деформації сільськогосподарських ґрунтів України. У них досить повно розкрита теоретична основа процесу деформації перезволожених ґрунтів України. Однак деякі з цих робіт виконані для рушіїв, що мають на опорній поверхні ґрунтозацепи, що істотно відрізняє умови їх взаємодії з ґрунтом від рушіїв збиральних машин, що мають гладкі траки. У роботах розглядалися закономірності деформації ґрунтів гусеницями збиральних машин тільки у вертикальній площині. Крім того, при дослідженні залежностей $h = f(q)$ і $h = \psi(t)$, де t - час навантаження ґрунту. Цей метод є досить трудомістким при розшифровці результатів експериментів. Тому дослідження процесу деформації ґрунту були проведені в обмеженому обсязі. Для отримання більше статистичної достовірності значень параметрів процесу деформації ґрунту необхідно провести додаткові дослідження.

Методика експериментальних досліджень залежностей $h = f(q)$, $h = \psi(t)$ і $S = \varphi(\tau)$, де τ - дотичні напруження ґрунту в кг/см^2 S - горизонтальна деформація ґрунтів (деформація зсуву) в см. Розроблені методики, пристосування, прилади та апаратура дозволяли визначати досліджувані залежності безпосередньо на працюючому в поле рушії і записувати процес на папір за допомогою осцилографа.

При дослідженні залежності $h = f(q)$ розглядалася правомірність використання для її опису лінійної: $q = ch$ і статичної $q = ch^\mu$ функцій. Результати експериментів на стерні пшениці наведені в таблицю 1. У цій таблиці представлені значення коефіцієнтів кореляції - r і їх достовірність - t .

Таблиця 1 – Значення коефіцієнтів кореляції

Вологість у %	Коефіцієнти кореляції, кореляційні відносини і їх достовірності для залежностей		Коефіцієнт об'ємного зминання ґрунту, С кг/см^3
	$q = ch$	$q = ch^\mu$	
1	2	3	4
69,7	$r = 0,875$ $t = 18,6$	$r = 0,92$ $t = 29,6$	0,0185
68,4	$r = 0,90$ $t = 24,5$	$r = 0,91$ $t = 26,1$	0,0202
67,0	$r = 0,875$ $t = 19,4$	$r = 0,90$ $t = 25,4$	0,021

Продовження таблиці 1

1	2	3	4
52,6	$r = 0,81$ $t = 12,3$	$r = 0,80$ $t = 11,5$	0,032
53,5	$r = 0,87$ $t = 17,5$	$r = 0,89$ $t = 20,6$	0,001
62,6	$r = 0,91$ $t = 26,4$	$r = 0,90$ $t = 24,5$	0,027
62,0	$r = 0,89$ $t = 22,3$	$r = 0,92$ $t = 32,3$	0,0275
52,6	$r = 0,995$ $t = 0318,9$	$r = 0,997$ $t = 682,1$	0,069

Для жорсткого штампа $F = 2100$ кг.см.

В останньому рядку таблиці 1 наведені результати, отримані в результаті обробки дев'яти щільнограм вдавнення в ґрунт жорсткого штампа площею $F = 2100$ кв. см. Обробка проводилася по методу суміщення однотипних щільнограм.

Аналіз даних таблиці 1 показує, що закономірність деформації ґрунтів в умовах підвищеної вологості ґрунту при наявності стерні з достатнім для практичних розрахунків наближенням може характеризуватися прямолінійною залежністю виду:

$$q = ch \quad (1)$$

Закономірність підпорядковується функціональній залежності, отриманої дослідженнями для незв'язних ґрунтів.

$$\tau = f_{ck} q \left(1 - e^{-\frac{s}{S_o}}\right) \quad (2)$$

де q - питомий тиск, кг/кв.см;

f_{ck} - коефіцієнт тертя ковзання;

S_o - величина зсуву, що характеризує нахил дотичної і кривої на початку координат.

Аналіз дослідних даних показує, що максимум дотичних напружень при питомому тиску $q = 0,31$ кг / см² і вологості $W = 62,69\%$ досягає 0,062 кг/кв. см, чому відповідає коефіцієнт тертя ковзання $f_{ck} = 0,2$. Значить, для визначення повного виду рівняння (2) необхідно знайти середню

величину S_o , при якій рівняння (2) найкращим чином відображає зв'язок між експериментальними даними.

Для визначення оптимального значення S_o на ЕОМ рівняння (2) наводилося до лінійного вигляду:

$$Y = A - \frac{S}{S_o} \lg e; \quad (3)$$

де $Y = \lg(qf_{ck} - \tau)$;

$A = \lg(qf_{ck})$.

У рівняння (3) при $q = 0,31$ кг/см і $f_{ck} = 0,2$ підставлялися різні значення S_o в інтервалі 7,3-9,2 см. Для кожного варіанта визначалися коефіцієнти кореляції залежності (3), їх помилка і достовірність. Результати розрахунків наведені в таблиці 2.

Таблиця 2 – Коефіцієнти кореляції залежності (3), їх помилка і достовірність

№	значення величини S_o	коефіцієнт кореляції r	Помилка коефіцієнта кореляції	Достовірність коефіцієнта кореляції
1.	7,8	0,9487	0,01009	93,95
2.	8,0	0,9507	0,00970	97,87
3.	8,2	0,9521	0,00950	100,74
4.	8,4	0,9525	0,00939	101,70
5.	8,45	0,9526	0,00937	101,72
6.	8,5	0,9526	0,00937	101,72
7.	8,6	0,9524	0,00940	101,42
8.	8,7	0,9520	0,00946	100,55
9.	8,8	0,9514	0,00958	99,31
10.	9,0	0,9597	0,00990	95,85
11.	9,2	0,0478	0,01036	91,36

Аналіз таблиці 2 показує, що рівняння (2) в достатній мірі відображає характер процесу, так як отримані коефіцієнти кореляції, їх помилка і достовірність свідчать про тісний зв'язок теоретичних і експериментальних даних. Оптимальна величина S_o дорівнює 8,5 см.

Список використаних джерел:

1. Калінін Є.І., Поляшенко С.О. Розв'язок статичної плоскої задачі теорії пружності для неоднорідних ізотропних тіл. Математичне моделювання. 2018. №2(39). С. 102-111.

2. Калінін Є.І., Романченко В.М., Юр'єва Г.П. Моделювання коливань кузова транспортного засобу на гусеничному ході з урахуванням гнучкості кузова. Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів. 2016. №6. С. 232-238.
3. Калінін Є.І. Частотний аналіз коливань гусеничних тракторів. Технікотехнологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України Збірник наукових праць УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого. 2018. №. 22(36). С. 86-91.