

ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ СИЛОВОГО НАВАНТАЖЕННЯ РОБОЧОГО ОБЛАДНАННЯ УНІВЕРСАЛЬНОЇ ЗЕМЛЕРИЙНОЇ МАШИНИ

Наведено результати визначення силового навантаження робочого обладнання універсальної землерийної машини на його фізичній моделі у вигляді регресивних моделей максимальних значень шуканих параметрів.

Ключові слова: траншея, робоче обладнання, фізична модель, експериментальні дослідження.

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями. Об'єми земляних робіт, пов'язані зі спорудженням траншей під кабелі, труби різного діаметру, а також протяжних виїмок іншого призначення постійно зростають, тому підвищення продуктивності та універсалізації робочих органів траншейних екскаваторів є важливим, а при реалізації в промисловості може дати значний техніко-економічний ефект. Тенденція до уніфікації та скорочення типорозмірів як існуючих, так і машин що проектуються, висуває питання створення універсальних землерийних машин (УЗМ), що спроможні розробляти траншеї різної ширини одним і тим же робочим органом за рахунок переналадки без яких-небудь конструктивних змін.

Одним з можливих варіантів рішення цієї задачі є роторна УЗМ з робочим органом, що працює в умовах віяльно-поступальної подачі на забій та має двохшарніру схему бокового переміщення (коливання) в забої [1].

Огляд останніх джерел досліджень і публікацій показує, що значна увага в дослідженнях УЗМ приділена загальним принципам створення таких машин, визначенню кінематичних параметрів їх робочого обладнання, в той же час силове навантаження робочого обладнання розглянуто недостатньо.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Крім того, відомі результати досліджень подані без визначення навантажень на робочих органах машин, знати які необхідно при розрахунках, зокрема, курсової стійкості машин.

Постановка завдання. Визначити роботоздатність, силову навантаженість універсальних землерийних машин, що працюють в режимі віяльно-поступальної подачі робочого обладнання на забій. Розробити регресійні моделі визначення максимальних значень параметрів силового навантаження універсальних землерийних машин в залежності від змін та комбінації факторів, що його визначають.

Виклад основного матеріалу дослідження. Для визначення роботоздатності конструкції робочого обладнання УЗМ [2] та перевірки ефективності технічних рішень по її вдосконаленню було проведено відповідні експериментальні дослідження фізичної моделі робочого обладнання. В результаті проведених досліджень відпрацьовано конструкцію робочого органа (рисунок 1) універсальної землерийної машини, що забезпечує достатньо високі техніко-економічні показники при розробці ґрунту в режимі віяльно-поступальної подачі робочого органа на забій.

Експериментальні дослідження силового навантаження робочого органа виконано з використанням методів подібності, фізичного моделювання та планування експериментів [3, 4, 5] з подальшою обробкою результатів досліджень методами

кореляційного та регресійного аналізу. Використання вказаних методів найбільш доцільне та дає максимальний ефект при дослідженні закономірностей явищ і процесів, у випадку коли структура і склад рівнянь, які їх описують, не уявляється достатньо чітко [6], як це має місце в даному випадку. При створенні фізичної моделі робочого обладнання в якості вихідного прийнято масштаб моделювання лінійних величин рівний п'яти. Для проведення експериментальних досліджень робочого обладнання УЗМ на його фізичних моделях було використано самохідний стенд [7].

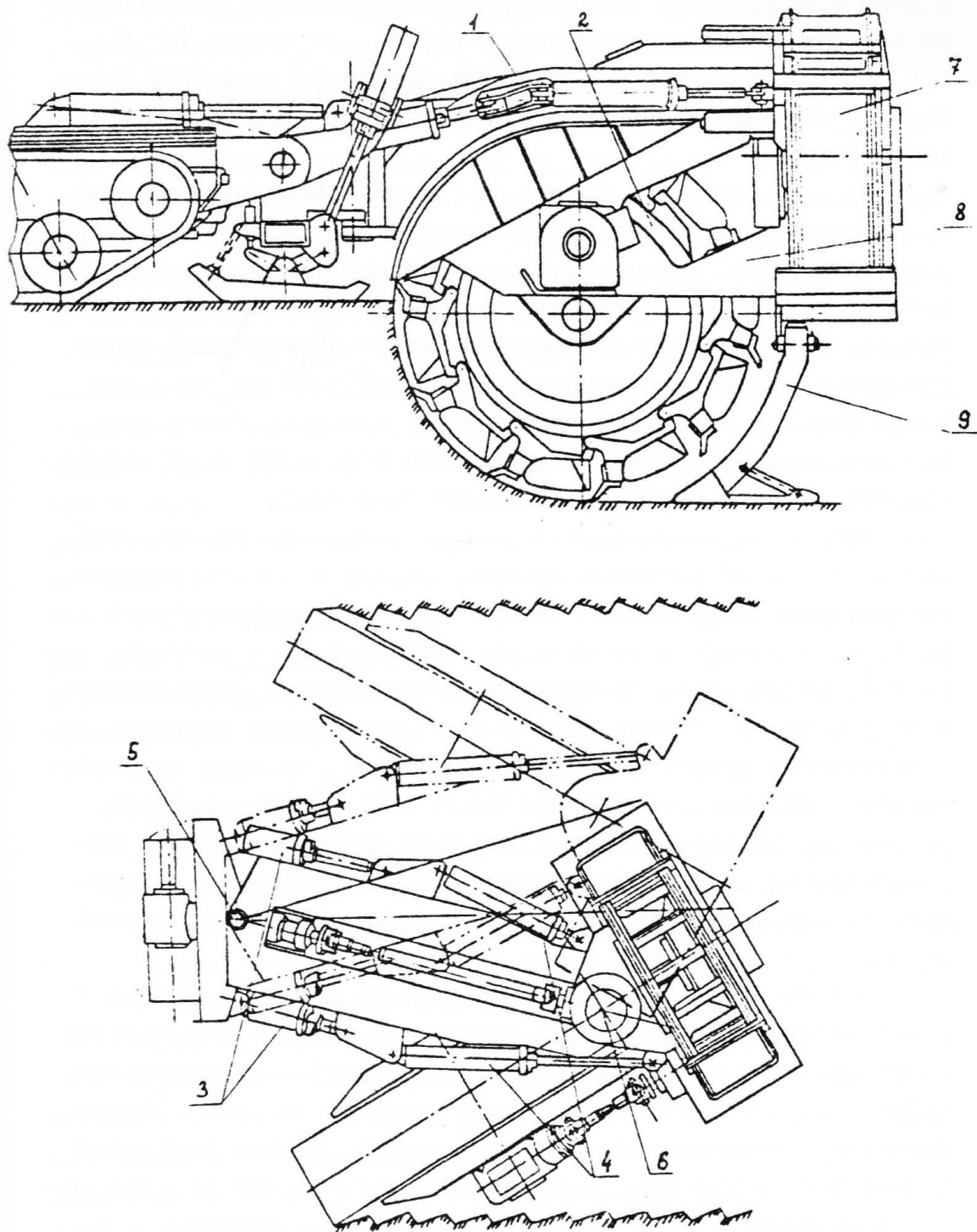


Рисунок 1 – Конструкція універсального робочого органа

Конструкція універсального робочого органа складається з проміжної рами 1, робочого органа 2, силових циліндрів коливання проміжної рами 3 і силових циліндрів коливання робочого органа 4. Проміжна рама 1 з'єднана з тягачем (у випадку що розглядається – зі стендом для проведення модельних досліджень) з допомогою вертикального шарніра 5, а робочий орган 2 з'єднано з проміжною рамою з допомогою вертикального шарніра 6. Схему встановлення гідроциліндрів коливання проміжної рами і рами робочого органа показано на рисунку 1.

Лопатевий роторний метач 7, що встановлений на рамі 8 робочого органа 2 перпендикулярно площині обертання ротора, забезпечує переміщення ґрунту, що розвантажується з ковшів ротора, в сторону від виїмки в ґрунті, на визначену відстань, та має при цьому відносно легку і компактну конструкцію.

На рамі робочого органа встановлено зачисний башмак 9, призначений для остаточної зачистки дна забою виїмки, що розробляється, а також для направлення розробленого ґрунту, який не попав в метач, в зону роботи ротора. Днище зачисного башмака має тарілчасту форму. Для забезпечення можливості розробки траншей робочим органом УЗМ боковини днища башмака виконані відкидними. В режимі розробки траншеї вони встановлюються у фіксованому положенні вертикально. Робочий орган і метач оснащені приводами.

При розробці котлованів в режимі віяльно-поступальної подачі на забій робочого органа разом з поступальним переміщенням тягача (або випробувального стенда) проміжній рамі 1 за допомогою пари силових циліндрів 3, і робочому органу 2 за допомогою силових гідроциліндрів 4 одночасно та в одну і ту ж сторону надається коливальний рух відносно осей шарнірів 5 і 6. За рахунок цього досягається можливість розробки виїмки, ширина якої більша за ширину ротора. При зміні кутів повороту робочого органа у горизонтальній площині відносно поздовжньої вісі машини можливо розробляти траншеї різної ширини. При обертанні ротора робочого органа 2 ґрунт забою розробляється ковшами і ними ж переміщується на розвантаження у метач. Розвантаження ковшів – відцентрове, викид ґрунту що розроблюється, на сторону від забою забезпечується метачем. Спрямований викид ґрунту з ковшів ротора в приймальне вікно метача забезпечується захисним кожухом, який розташовано над ротором. Привод механізму коливання робочого органа має свої особливості. Так при розробці ґрунту в режимі віяльно-поступальної подачі робочого органа на забій обидві пари гідроциліндрів 3 і 4 можуть працювати синхронно, тобто час їх роботи однаковий, але можлива також робота машини, коли час роботи гідроциліндрів повороту проміжної рами більше, ніж час роботи гідроциліндрів робочого органа. Таким чином робота машини при віяльно-поступальної подачі робочого органа на забій є циклічно-безперервною, а кожний цикл роботи складається з двох дзеркально симетричних напівциклів.

Силоне навантаження робочого обладнання універсальної землерийної машини залежить від цілого ряду факторів, які визначають режими роботи машини, ґрунтові умови і параметри забою.

Конструктивні параметри робочого обладнання машини в процесі проведення досліджень силового навантаження залишались незмінними.

При проведенні досліджень основними змінними, які визначають силоне навантаження робочого органа, з урахуванням результатів попередніх експериментальних випробувань, були прийняті наступні:

- швидкість подачі робочого органа на забій, V_e ;
- швидкість різання ґрунту, V_p ;
- швидкість бокової подачі робочого органа на забій, $V_{б.н.}$;

- час затримки повороту ротора, тобто час довороту проміжної рами при зупиненому механізмі повороту рами ротора у кінці кожного напівциклу, t_u ;
- міцність ґрунту по ударнику ДорНДІ, C ;
- ширина траншеї на рівні денної поверхні ґрунту, B .

У результаті виконання експериментальних досліджень робочого обладнання нами встановлено, що максимальне силове навантаження робочого обладнання має місце при розробці ґрунту біля бокових стінок виїмки в кінці кожного напівциклу. Для оцінки особливостей силового навантаження в цілому землерийної машини, що працює в режимі віяльно-поступальної подачі робочого органа на забій, найбільш цікавим є значення та точки прикладання максимального силового навантаження на робоче обладнання в залежності від значення та комбінацій факторів, що його визначають.

Обробка результатів експериментальних досліджень, згідно спеціальної програми, дозволила побудувати регресійні моделі зміни максимальних значень крутного моменту $M_{кр}$ на вісі ротора, сили тяги T і поворотного моменту в плані M_p відносно шарніру коливання проміжної рами. Регресійні моделі для визначення максимальних значень вище перелічених параметрів мають наступний вигляд:

$$M_{кр} = 28,38 + 3,59x_1 + 6,25x_2 - 2,18x_3 + 12,51x_4 - 0,92x_1x_3 + 1,11x_1x_4 - 0,99x_1x_5 + \\ + 2,29x_1x_6 - 1,21x_2x_3 + 3,46x_2x_6 + 1,26x_3x_4 - 1,68x_3x_6 - 2,13x_5x_6, кНм,$$

$$T = 5,11 + 1,79x_3 + 2,43x_6 - 2,13x_1x_4 - 3,17x_2x_3 - 1,59x_2x_4 - \\ - 1,39x_2x_5 + 1,33x_2x_6 - 1,3x_3x_6 - 1,35x_5x_6, кН,$$

$$M_p = 39,9 - 14x_4 + 14x_6 + 16,8x_1x_4, кНм.$$

Змінними в отриманих рівняннях є: x_1 – міцність ґрунту по ударнику ДорНДІ, x_2 – ширина траншеї, x_3 – час затримки повороту рами ротора в кінці кожного напівциклу, x_4 – швидкість бокової подачі робочого органа на забій, x_5 – швидкість різання ґрунту, x_6 – швидкість поздовжньої подачі робочого органа на забій.

Для виконання розрахунків в кожне з рівнянь необхідно підставити значення змінних відповідно досліджуваного режиму. Абсолютні значення кожного із змінних факторів знаходиться у межах $-1 \dots +1$, згідно таблиці 1 кодування.

Таблиця 1 – Кодування змінних факторів

Кодоване значення	Натурне значення					
	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6
	C	B	t_u	$V_{б.н}$	V_p	V_e
		м	с	м/с	м/с	м/ГОД
- 1	5	3,0	0	0,7	6,0	27
0	10	3,75	0,55	0,85	7,5	66
+ 1	15	4,5	1,1	1,0	9,0	104

Після підстановки закодованих значень змінних отримуємо шукані максимальні значення параметрів силового навантаження в режимах, що розглядаються. Максимальні значення змінних, наведених в таблиці, визначають граничні умови застосування отриманих регресійних моделей, довірча вірогідність яких дорівнює 0,95 при похибці вимірювань, що складає 10 %.

На рисунку 2 і 3 представлені графічні інтерпретації отриманих моделей.

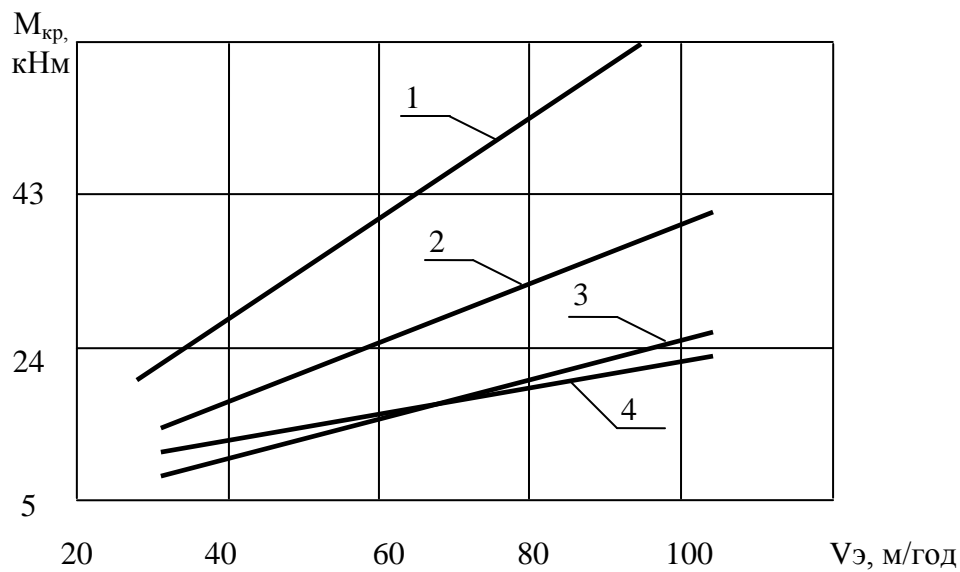


Рисунок 2 – Зміна максимальних значень крутного моменту на вісі ротора.

- 1 – $C = 15$, $B = 4,5$ м, $t_y = 0$ с, $V_{б.п} = 0,7$ м/с, $V_p = 6$ м/с,
 2 – $C = 10$, $B = 3,75$ м, $t_y = 0,55$ с, $V_{б.п} = 0,85$ м/с, $V_p = 7,5$ м/с,
 3 – $C = 5$, $B = 3,0$ м, $t_y = 1,1$ с, $V_{б.п} = 1,0$ м/с, $V_p = 9$ м/с,
 4 – $C = 5$, $B = 3,0$ м, $t_y = 0$ с, $V_{б.п} = 1,0$ м/с, $V_p = 9$ м/с.

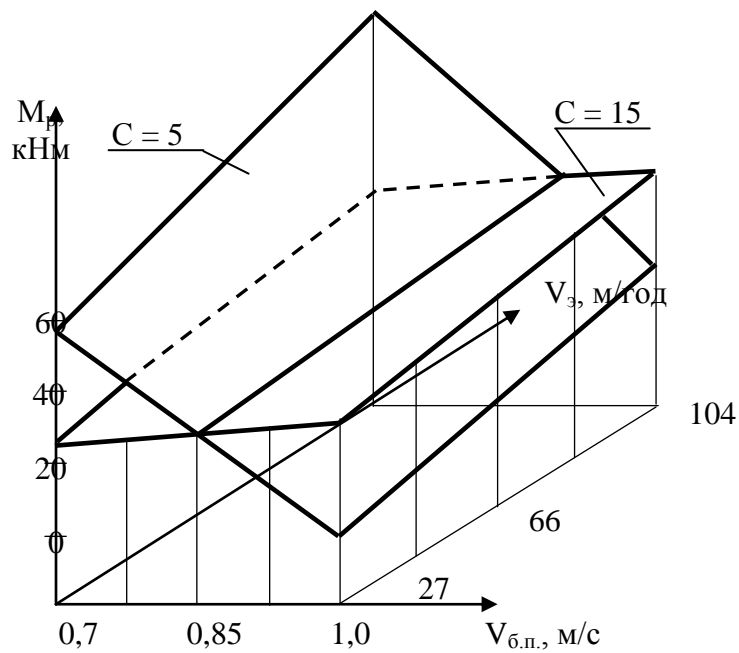


Рисунок 3 – Зміна максимальних значень поворотного моменту в плані.

Висновки

Аналіз отриманих регресійних моделей показує їх відносну простоту при використанні в інженерних розрахунках. Вони дозволяють не тільки визначити максимальні значення шуканих параметрів, але й оцінити ступінь впливу зміни кожного з них на кінцевий результат виконаних розрахунків. Ступінь такого впливу визначає абсолютне значення коефіцієнтів при змінних.

Література

1. Мусійко, В.Д. Обґрунтування шляхів створення універсальних роторних землерійних машин безперервної дії. / В.Д. Мусійко, В.П. Шевченко // Сб. научн. тр. Строительство. Материаловедение. Машиностроение. - Дн-ск: ПГАСА - 2010. - № 57. с. 99-104.
2. А.с. № 1137557 СССР, МКИ³ E 02 F 3/18. Землеройная машина /А. В. Быков, Ю.Г. Коцюба, Б.М. Глазман и др. (СССР). - № 3581844/29-03 ; заявл. 28.02.83 ; опубл. 30.01.85, Бюл. № 4.
3. Алабужев, П.М. Теория подобия и размерностей. Моделирование. / П.М. Алабужев, В.Б. Горонимус, Л.М. Минкевич, Б.А.Шевовцев – М.: Высшая школа, 1968. – 206 с.
4. Венников, В.А. Теория подобия и моделирования. / В.А. Венников, Т.В. Веников. – М.: Высшая школа, 1984. – 439 с.
5. Барабацук, В.И. Планирование эксперимента в технике. / В.И. Барабацук, Б.П. Креданцер – Киев: Техника, 1984. – 200 с.
6. Баловнев, В.И. Моделирование процессов взаимодействия со средой рабочих органов дорожно-строительных машин./ В.И. Баловнев – М.: Высшая школа, 1981. – 336 с.
7. А.с. № 1320345 СССР, МКИ³ E 02 F 5/00, G 01 M 15/00. Стенд для испытаний рабочих органов землеройных машин / В.Д. Мусійко, В.Ф. Маслов, А.Б.Коваль и др. (СССР). - № 4017737/29-03 ; заявл. 05.02.86 ; опубл. 30.06.87, Бюл. № 24.

Надійшла до редакції 27.10.2011

© В.Д.Мусійко, А.Б.Коваль

В.Д.Мусійко, к.т.н., проф., А.Б.Коваль, інженер

Национальный транспортный университет

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ СИЛОВОГО НАГРУЖЕНИЯ РАБОЧЕГО ОБОРУДОВАНИЯ УНИВЕРСАЛЬНОЙ ЗЕМЛЕРОЙНОЙ МАШИНЫ

Приведены результаты определения силовой нагруженности рабочего оборудования универсальной землеройной машины на его физической модели в виде регрессионных моделей максимальных значений искомых параметров.

Ключевые слова: траншея, рабочее оборудование, физическая модель, экспериментальные исследования.

V.D.Musiiko, Ph.D., A.B.Koval, Engineer

National Transport University

DETERMINATION OF MULTIPURPOSE EARTHMOVING MACHINE IMPLEMENT POWER LOAD PARAMETERS

The results of multipurpose earthmoving machine implement power load determination are shown on physical analogue of the implement using regressive models of required parameters' maximal values.

Key words: trench, machine implement, physical analogue, experimental research.