

УДК 621.928.23

С.В. Орищенко, аспірант КНУБА

ЕКСПЕРЕМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОЧИХ ПАРАМЕТРІВ ВІБРАЦІЙНОГО ГРОХОТА

Актуальність проблеми та аналіз досліджень. Експериментальні дослідження зазвичай мають мету перевірки результатів теоретичних досліджень в частині обґрунтування моделі, адекватності теоретичних і експериментальних величин робочого процесу: амплітуди, швидкості коливань, ефективності просіювання, енерговитрат [1,2,7,9]. Ці дослідження головним чином відносяться до за резонансних вібрмашин для яких характерні відносно великі значення частот коливань ($f=50$ Гц) і малі амплітуди ($X_0=5-7$ мм). Такі режими, як правило, відповідають безвідривному руху часток для грохота, а для резонансних грохотів, що широко застосовувалися в гірничій промисловості [7,8] характерними є низькі частоти ($f=3-8$ Гц) та високі значення амплітуди коливань ($X_0=15-16$ мм). В будівельній галузі експериментальні дослідження резонансних грохотів значно менше. Задачею даних досліджень є оцінка ефективності за енергетичним критерієм запропонованої конструкції грохота [6], та встановити раціональні розміри просівальної поверхні та параметри.

Методикою досліджень передбачено аналіз критеріїв оцінки ефективності та енергоємності грохотів, оцінка їх значень, створення лабораторного грохоту, проведення дослідів на грохоті.

Для оцінки робочих параметрів та режимів роботи застосовується низка параметрів для вібраційних машин [1,3,4,8,9] та при проектуванні машин різного технологічного призначення [5].

У якості контрольного критерія оцінки ефективності роботи грохота приймається енергетичний (K_e), що являє собою відношення енергії на переміщення матеріалу (E_M) до маси матеріалу (m_M), що знаходиться на грохоті

$$K_e = E_M / m_M \quad (1)$$

Для проведення дослідів була розроблена та створена модель вібраційного грохота (рис.1).

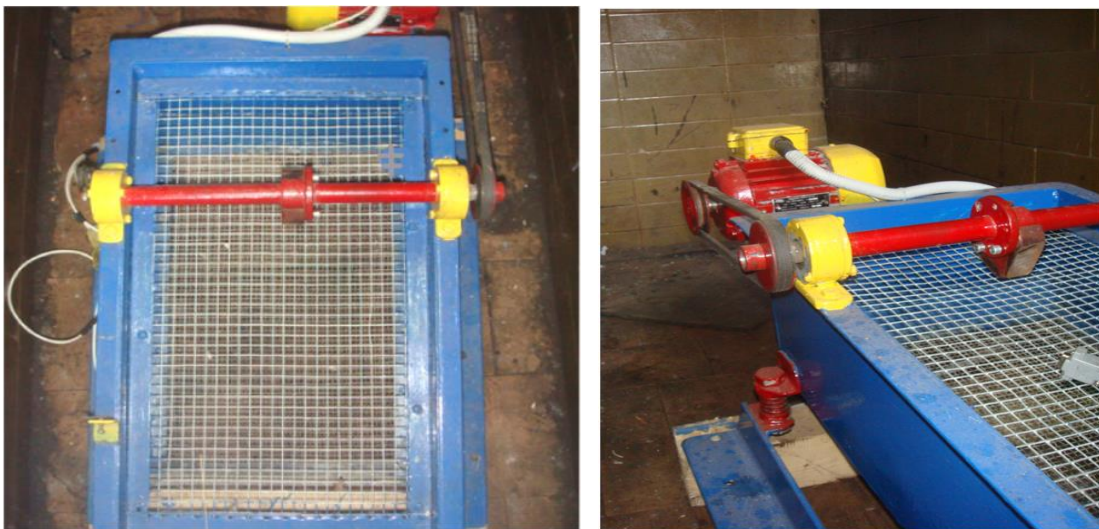


Рисунок 1. Конструкція грохота.

Грохот складається з в якому розташовані два сита. Коливання здійснюються за допомогою вібратора із дебалансом, який приводиться в рух електродвигуном зі зміним числом обертів. Жорсткість опор грохота підбирається із умови роботи грохота в резонансному режимі. При проведенні експериментальних досліджень використовувалися

сірий граніт та мрамур, що являють собою щєбінь фракцій 0...10 мм, Замірялися амплітуда і частота коливань, час просіювання, струм і напруження. Кількість матеріалу на верхньому і нижньому ситі визначалися на вагах після закінчення дослідів.

Для забезпечення необхідної точності вимірів кожний дослід і, відповідно, виміри параметрів проводилися кілька раз. Кількість дослідів залежала від величини тренда вимірюваного параметра. Якщо відносна розбіжність вимірюваної величини не перевищував 10 %, то число дослідів у кожній точці ухвалювалося рівним 5...8. При більшій величині відхилення число дослідів у кожній точці збільшувалося до такої кількості, яка при надійності 0,95 забезпечувало необхідну точність інженерних розрахунків.

Важливим параметром є значення статичного і кінематичного коефіцієнта тертя матеріалу, який визначили за допомогою динамометра.

Коефіцієнт тертя матеріалу з робочим органом грохота визначався в такий спосіб:

Робоча поверхня короба мала горизонтальне положення і являла собою сталевий лист. На робочій поверхні короба жорстко закріплювалися два упори перпендикулярно напрямку руху куска матеріалу; досліджуваний кусок матеріалу притискався до упору через маркер, який у момент початку руху куска падав на робочий орган. Рух куска матеріалу починався в той момент, коли робочий орган перебував у верхньому (рух вперед) або нижньому (рух назад) положенні. У цьому положенні робочий орган має максимальне прискорення й сила інерції рівна по модулю силі тертя.

Використовуючи умову рівноваги куска матеріалу в момент початку руху, коефіцієнти тертя визначали, відповідно, з рівнянь:

а) при русі робочого органа вперед (по ходу переміщення)

$$f_{i1} = (\dot{A}_0 \omega^2 \cos \beta)(g - A_0 \omega^2 \sin \beta)^{-1} \quad (2)$$

б) при русі робочого органа назад

$$f_{i2} = (A_0 \omega^2 \cos \beta)(g + A_0 \omega^2 \sin \beta)^{-1}, \quad (3)$$

де A_0 - амплітуда коливань робочого органа, мм;

ω - кутова частота власних коливань робочого органа, рад./с;

β - кут вібрації, град.;

g - прискорення вільного падіння, мм/с².

В ході експерименту визначилися: вплив амплітуди коливань робочого органа й фактора режиму роботи на швидкість безвідривного переміщення матеріалу; енерговитрати на переміщення матеріалу при різних навантаженнях робочого органа й факторах режиму роботи; Визначення залежності узагальненого критерію енергетичної ефективності від величини маси й швидкості її переміщення.

Швидкість переміщення матеріалу при факторів режиму менше одиниці суттєво, залежить від величини коефіцієнта тертя, який змінюється випадковим образом.

У зв'язку із цим у першій серії дослідів нами був вивчений вплив вібрації на величину статичного й кінематичного коефіцієнтів тертя.

В табл. 1 наведені результати експерименту по визначенню коефіцієнтів статичного тертя матеріалу з сталлю при різних нормальних до площини транспортування прискореннях.

Таблиця 1. Коефіцієнти статичного тертя матеріалів по сталі.

№	Рух РО вперед		Рух РО назад		Наклонна площина f_{i0}	Матеріал
	f_{i1}	$a, м/с^2$	f_{i2}	$a, м/с^2$		
1	0,46-0,63	7,3-7,7	0,40-0,36	12,5-12,6	0,39-0,45	Мрамур
2	0,61-0,63	7,2-7,4	0,37-0,40	12,3-12,6	0,31-0,39	Кварц
3	0,39-0,48	7,8-8,1	0,40-0,44	12,6-13,0	0,27-0,35	Граніт



В результаті експериментальних досліджень встановлено, що відношення кінематичного коефіцієнта тертя до статичного для досліджуваних матеріалів становить 0,61...0,82. Результати експериментів, показують, що на швидкість безвідривного переміщення матеріалу впливають амплітуда й частота коливань. На рис.2 наведений графік залежності швидкості руху матеріалу по горизонтальній віброуючій сталевій плиті від амплітуди її коливань при постійній частоті, яка дорівнює 4 Гц.

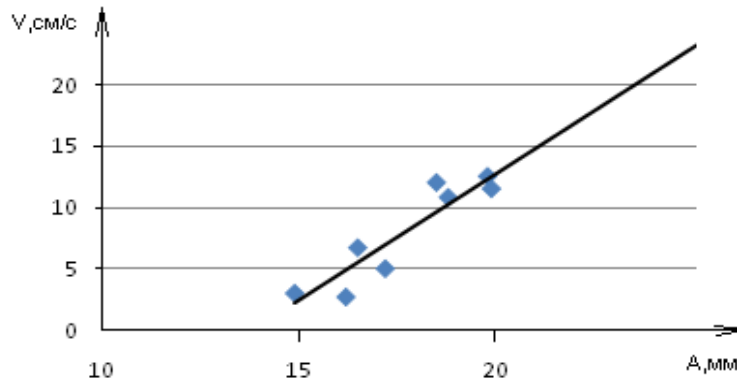


Рисунок 2. Залежність швидкості руху граніту від амплітуди коливань.

Статистична обробка результатів експерименту дозволила одержати регресійне рівняння

$$V = 2,01A - 27,1 \quad (4)$$

де V - см/с, A - мм.

Кореляційне відношення даного рівняння дорівнює 0,89, що свідчить про наявність істотного зв'язку між амплітудою коливань і швидкістю переміщення матеріалу. Рівняння адекватно описує процес при зміні амплітуди в межах на рис.2.

На рис. 3 наведена залежність швидкості переміщення матеріалу від амплітуди коливань при частоті 3 Гц.

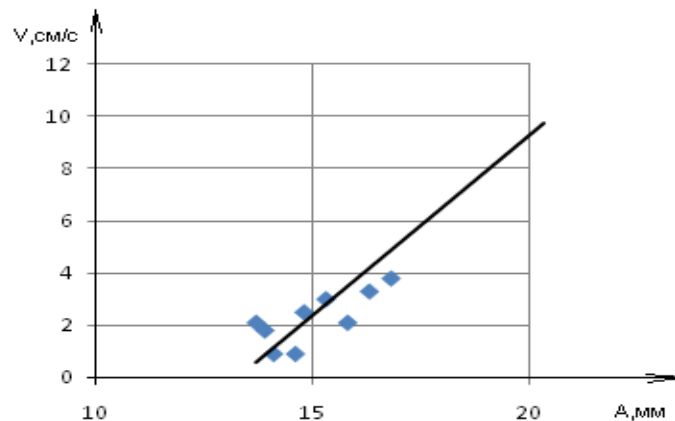


Рисунок 3. Залежність швидкості руху граніту від амплітуди коливань при постійній частоті 3 Гц.

У результаті статистичної обробки експерименту отримане наступне регресійне рівняння:

$$V = 0,91A - 11,2 \quad (5)$$

де V - см/с, A - мм.

Це рівняння справедливо при зміні амплітуди від 12 до 25 мм. Кореляційне відношення, рівне 0,74, свідчить про наявність суттєвого зв'язку між амплітудою коливань і швидкістю руху матеріалу.

Найважливішим параметром, що характеризують режим транспортування матеріалу, є витрати енергії безпосередньо на її переміщення. Аналітично визначити режим роботи

машини при випадковій зміні коефіцієнта тертя практично неможливо. В зв'язку з цим на лабораторній установці були проведені експерименти по визначенню витрат енергії на транспортування матеріалу. Обробка результатів (рис.4) дала можливість

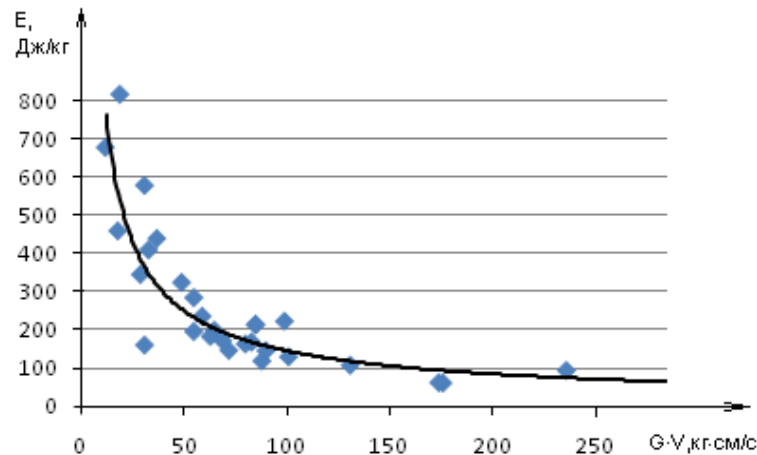


Рисунок 4. Залежність енергетичного критерію від добутку маси вантажу на швидкість його переміщення.

регресійну залежність енергетичного критерію від добутку маси вантажу на швидкість його переміщення має вигляд

$$\hat{E}_\delta = 7900(m_{cp}V)^{-0,85}, \quad (6)$$

де K_p - Дж/кг; $m_{cp}V$ - кг·м/с.

Висновки.

1. Розроблена та виготовлена експериментальна установка дозволила визначити основні параметри робочого процесу які будуть використані при розробці методів розрахунку грохотів.
2. Швидкість переміщення матеріалу по грохоту при постійній амплітуді коливальних робочого органа нелінійно зростає зі збільшенням фактора режиму роботи.
3. Енерговитрати на переміщення матеріалу по грохоту суттєво зростають як при зниженні швидкості й постійній величині матеріалу, так і при зростанні швидкості й зменшенні величини маси матеріалу.

Література

1. Биховський І.М. Основи теорії вібраційної техніки.-М.: Машинобудування. 1969.-142с.
2. Гончаревич І.Ф., Фролов К.В., Теорія вібраційної техніки і технології.-М.: Наука, 1981.-320с.
3. Крюков Б.І. Динаміка вібраційних машин резонансного типу.-К.: Наукова думка. 1967-212с.
4. Назаренко І.І. Машини для виробництва будівельних матеріалів. К.: КНУБА 1999.-488с.
5. Назаренко І.І. Системний аналіз технічних конструкцій. К.: КНУБА. 2009.-63с.
6. Назаренко І.І., Дедов О.П., Орищенко С.В., Резонансний вібраційно-ударний грохот.
7. Потураєв В.Н., Франчук В.П., Червоненко А.В., Вібраційно транспортуючі машини.-М.: Машинобудування 1964.-214с.
8. Потураєв В.Н., Франчук В.П., Надутий В.П., Вібраційна техніка і технології в енергоємних виробництвах-Днепропетровск. НГА України. 2002-186с.
9. Співаковський А.О., І.Ф. Гончаревича. Гірничо транспортні вібраційні машини.-М.: Вуглетехіздат. 1959.-219с.