

**В.П. НАДУТЫЙ**, докт. техн. наук,

зав. отделом, ИГТМ НАН Украины, Днепропетровск,

**И.П. ХМЕЛЕНКО**, канд. техн. наук,

мл. научн. сотруду., ИГТМ НАН Украины, Днепропетровск,

**П.В. ЛЕВЧЕНКО**, аспирант, ИГТМ НАН Украины, Днепропетровск

## **ВЛИЯНИЕ РЕЖИМНЫХ ПАРАМЕТРОВ НА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ВЕРТИКАЛЬНОГО ВИБРАЦИОННОГО ГРОХОТА**

В статті представлені експериментальні залежності продуктивності вертикального вібраційного грохоту від режимних параметрів його роботи, які дозволяють підібрати раціональні параметри процесу класифікації або здійснити синтез технологічних і регулюючих показників устаткування технологічної лінії.

В статье представлены экспериментальные зависимости производительности вертикального вибрационного грохота от режимных параметров его работы, позволяющие подобрать рациональные параметры процесса классификации или осуществить синтез технологических и регулирующих показателей оборудования технологической линии.

In paper experimental dependences of productivity of a vertical vibrating screen on its regime parameters are presented. They allow to pick up rational parameters of screening process or to carry out synthesis of technological and regulating indicators of the equipment of a technological line.

Вибрационная классификация горной массы по крупности является одной из основных операций при переработке минерального сырья. Данная операция получила широкое распространение в различных отраслях промышленности, таких как горная, строительная, металлургическая, химическая, пищевая, а также при переработке техногенного сырья. На всех этих предприятиях эксплуатируется более тысячи различных типоразмеров вибрационных грохотов, различных по конструкциям и режимам работы. При наличии такого большого типоразмерного ряда конструкций грохотов, отсутствует универсальность по области их эксплуатации. Применение виброгрохотов с возможностью варьирования режимными и конструктивными параметрами в больших диапазонах позволит расширить область их использования, а также повысить технологические показатели.

Дальнейшее совершенствование конструкций грохотов является очень

актуальной задачей, особенно для классификации горной массы тонкой и особо тонкой крупности. Кроме этого, предъявляются особенные требования к новым конструкциям виброгрохотов в условиях современного рынка горных машин, такие как низкая энерго- и металлоемкость, высокая эффективность и удельная производительность, а также долговечность рабочих органов. В такие рамки производство грохотов ставится в обстановке повышающихся требований к качеству производимого сырья и промежуточных продуктов, увеличения переработки низкосортного сырья, а также роста цен на электроэнергию и расходные материалы.

В Институте геотехнической механики НАН Украины авторами разработана конструкция вертикального вибрационного грохота (ВВГ) [1] изображенная на рис. 1, которая позволяет решить несколько проблем.

Во-первых, при занимаемом пространстве в  $1,5 \times 1,5 \times 2$  м и массе разработанной конструкции 530 кг она имеет  $3,2 \text{ м}^2$  просеивающей поверхности, а также мощность привода составляет всего лишь 0,74 кВт, что на порядок меньше, чем у аналогичных по колеблющейся массе машин для классификации минерального сырья.

Во-вторых, при работе в стадии измельчения ВВГ позволяет также решить проблему разгрузки мельниц с последующим транспортированием материала и его технологической обработкой, вместо галерей из конвейеров и плоских грохотов, что существенно экономит занимаемую площадь линии измельчения во много раз, а также энергопотребление линии.

Принцип работы ВВГ (рис. 1) следующий: при работе вибровозбудителей 4 колонна 3 совершает винтовые колебания в своей плоскости, при которых на рабочей поверхности 6 в виде рам (с размерами  $0,5 \times 0,8$  м) с резонирующим ленточно-струнным ситом (РЛСС) образуется специальный поличастотный режим ее работы. Материал, загруженный в приемный бункер 10, перемещается вниз по просеивающей поверхности в виброкипящем слое до разгрузочной точки 12. Скорость движения материала вниз по рабочему органу можно регулировать изменением угла наклона рам в участках пересыпа 7 с одной рамы на другую. По пути материал разделяется на несколько фракций и каждая из них может разгружаться через соответствующие шибберные задвижки 9, а на выходе из грохота через точку 11. Количество разделяемых фракций можно регулировать, уменьшив или увеличив количество рам РЛСС. С целью уменьшения запыленности рабочего помещения грохот имеет герметично закрывающийся кожух 13.

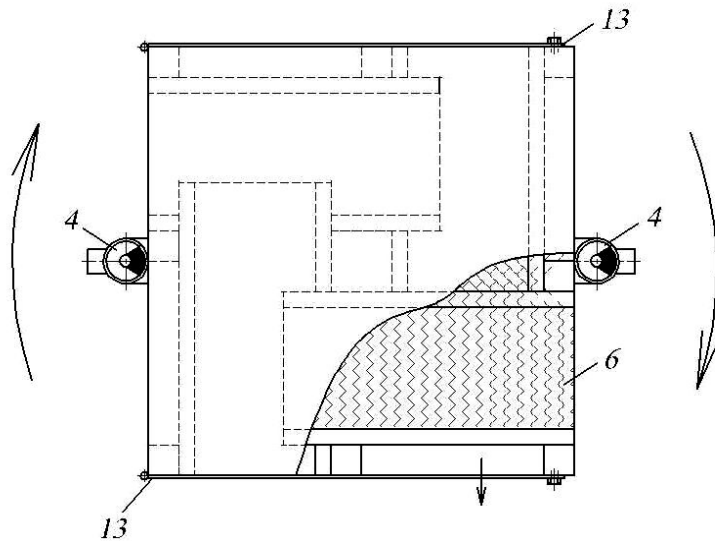
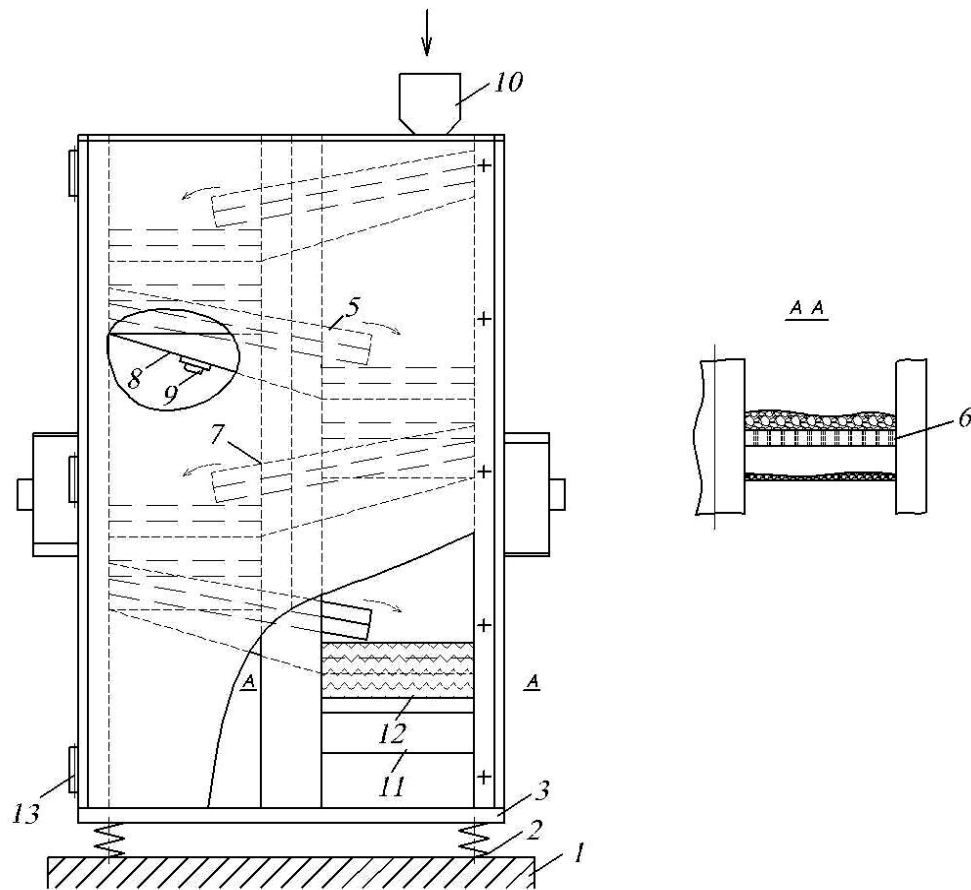


Рис. 1. Конструктивная схема вертикального вибрационного грохота:  
 1 – рама; 2 – амортизаторы; 3 – несущая колонна; 4 – вибровозбудитель;  
 5 – наклонная спираль; 6 – карта РЛСС; 7 – механизм изменения угла рам; 8 – желоб;  
 9 – шиберная задкижка; 10 – приемный бункер; 11,12 – разгрузочная течка  
 подрешетного и надрешетного продуктов; 13 – кожух.

При грохочении материала тонкой и особо тонкой крупности применяются стальные и латунные сетки с необходимым размером ячейки, которые

укладываются поверх рам РЛСС, способствующим интенсификации процесса классификации, за счет своей динамической активности при работе в резонансном режиме с виброприводом.

Существенное отличие ВВГ от распространенных в промышленности плоских горизонтальных грохотов с круговыми либо направленными колебаниями рабочего органа заключается в наличии вращающих моментов и центробежных сил, которые возникают при работе вибровозбудителей. Соответственно, появляется необходимость в экспериментальном изучении данной конструкции, в которой зависимости технологических показателей грохочения могут отличаться от аналогичных на плоских грохотах, за счет существенно иного вибровозмущения.

Выполненные авторами работы [2, 3] показали существенные отличия как технологических показателей на ВВГ, так и их зависимостей от конструктивных и режимных параметров. В работе [3] определялась зависимость эффективности грохочения от режимных параметров ВВГ, но для полного моделирования работы грохота необходимо учесть, что данный технологический показатель в первую очередь зависит от скорости движения материала по рабочему органу, т.е. времени нахождения грохотимой массы на сите, которое характеризуется производительностью грохота. Следовательно, возникла задача определения производительности грохота в пределах регулируемых режимных параметров, при которых достигаются наиболее эффективные показатели процесса классификации.

**Целью данной работы** является определение зависимости производительности вертикального вибрационного грохота (пропускной способности) от его режимных параметров.

В качестве режимных параметров на ВВГ приняты следующие:

- 1) амплитуда колебаний грохота  $A$ , мм;
- 2) частота вращения вала вибровозбудителя  $\omega$ , об/мин;
- 3) угол направления возмущающей силы относительно горизонта  $\beta$ , град.

В качестве экспериментального материала был использован сухой шлаковый отсев плотностью  $\rho = 2 \text{ г/см}^3$  класса (-10мм), с содержанием класса (-3)  $\gamma = 34 \%$  в исходном продукте. Остальные параметры были постоянными: размер ячейки РЛСС  $d = 3 \text{ мм}$ , длина просеивающей поверхности  $L = 3,2 \text{ м}$ , удельная нагрузка на грохот  $q = 2 \text{ т/ч}$ , угол наклона рабочего органа относительно горизонта  $\alpha = 8 \text{ град}$ .

На рис. 2 представлена зависимость производительности грохота  $Q$ , т/ч от амплитуды колебаний грохота, которая варьировалась в пределах  $A = 1 \dots 4$  мм, для различных значениях частоты и угла направления колебаний.

Из рисунка видно, что с увеличением амплитуды колебаний производительность увеличивается по нелинейному закону, и особенная разбежность экспериментальных данных наблюдается с увеличении амплитуды колебаний при разных значения  $\omega$  и  $\beta$ .

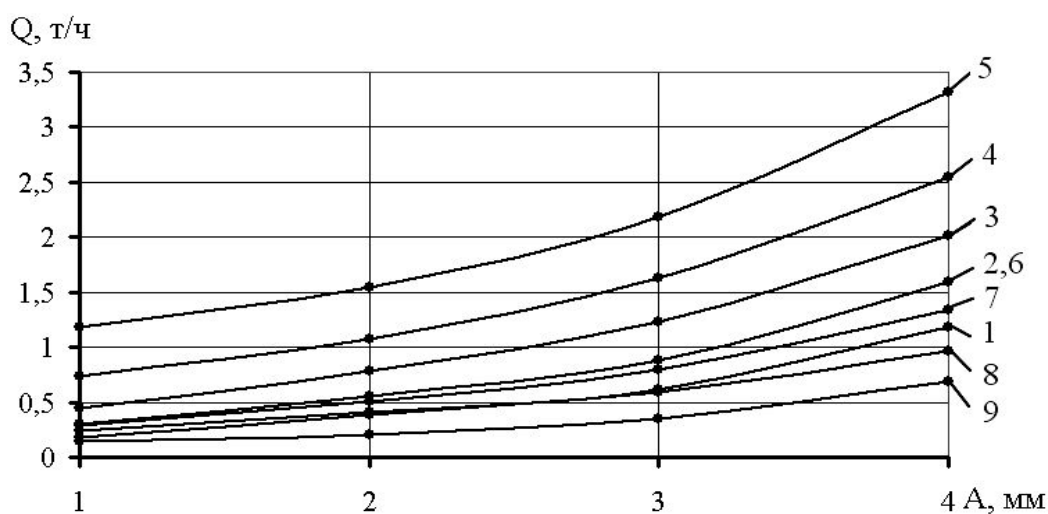


Рис. 2. Зависимость производительности грохота  $Q$  от амплитуды колебаний грохота  $A$  при различной частоте  $\omega$  и угле направления колебаний  $\beta$ :

1 –  $\omega = 1300$  об/мин; 2 –  $\omega = 1500$  об/мин; 3 –  $\omega = 1700$  об/мин; 4 –  $\omega = 1900$  об/мин; 5 –  $\omega = 2100$  об/мин; 6 –  $\beta = 30$  град.; 7 –  $\beta = 45$  град.; 8 –  $\beta = 60$  град.; 9 –  $\beta = 90$  град.

Зависимость производительности грохота  $Q$  от частоты вращения вала вибровозбудителя  $\omega$  при различных значениях амплитуды колебаний и угла направления возмущающей силы представлено на рис. 3, из которого видно, что с увеличением частоты  $Q$  увеличивается по линейному закону при варьировании  $A$  и нелинейно повышается при повышении  $\omega$ .

На рис. 4 представлена экспериментальная зависимость  $Q$  от угла направления возмущающей силы  $\beta$  при различных вариациях амплитуды колебаний грохота и частоты возмущающей силы.

При увеличении параметра  $\beta$  наблюдается линейная зависимость при различных амплитудах колебаний, а при варьировании  $\omega$  прослеживается нелинейный характер зависимости, особенно это заметно при высоких значениях этого параметра.

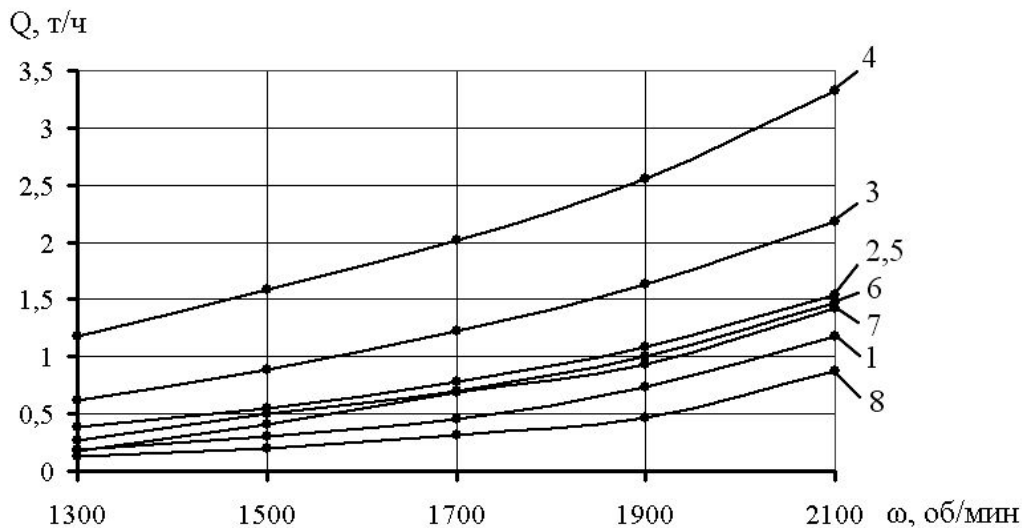


Рис. 3. Зависимость производительности грохота  $Q$  от частоты вращения вала вибровозбудителя  $\omega$  при различной амплитуде колебаний  $A$  и угле направления возмущающей силы  $\beta$ :

1 –  $A = 1\text{мм}$ ; 2 –  $A = 2\text{мм}$ ; 3 –  $A = 3\text{мм}$ ; 4 –  $A = 4\text{мм}$ ;  
 5 –  $\beta = 30$  град.; 6 –  $\beta = 45$  град.; 7 –  $\beta = 60$  град.; 8 –  $\beta = 90$  град

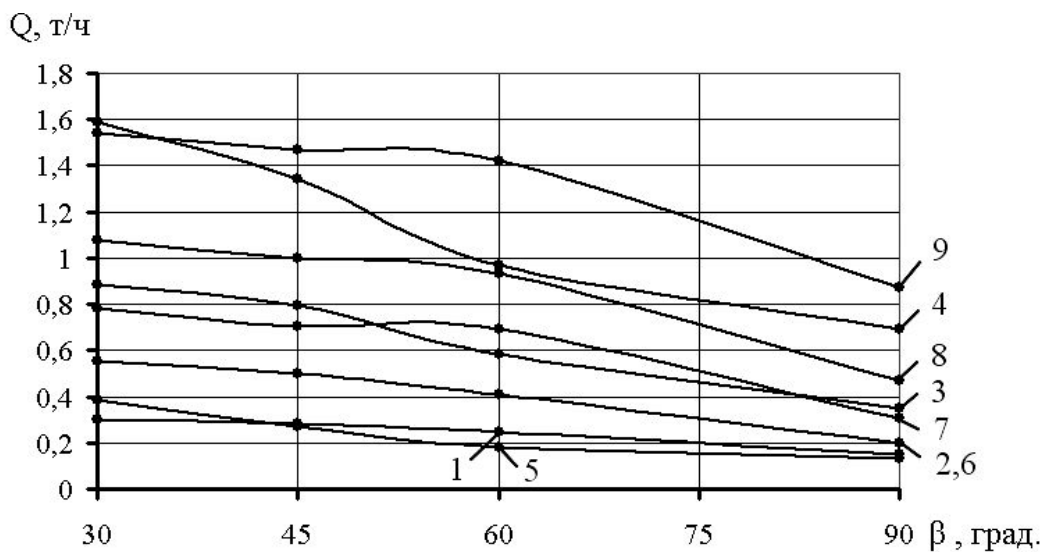


Рис. 4. Зависимость производительности грохота  $Q$  от угла направления возмущающей силы  $\beta$  при различной амплитуде колебаний  $A$  и частоте вращения вала вибровозбудителя  $\omega$ :

1 –  $A = 1\text{мм}$ ; 2 –  $A = 2\text{мм}$ ; 3 –  $A = 3\text{мм}$ ; 4 –  $A = 4\text{мм}$ ; 5 –  $\omega = 1300$  об/мин;  
 6 –  $\omega = 1500$  об/мин; 7 –  $\omega = 1700$  об/мин; 8 –  $\omega = 1900$  об/мин; 9 –  $\omega = 2100$  об/мин.

### Выводы.

В результате проведенных экспериментальных исследований, была установлена зависимость производительности вертикального вибрационного грохота от его режимных параметров, позволяющая повысить эффективность

работы цикла измельчения на предприятиях.

Кроме этого грохот имеет высокие технологические показатели классификации за счет реализуемого им специального полигармонического режима работы рабочего органа, при котором частицы материала на просеивающей поверхности совершают пространственно стохастическое вращение относительно проекции ячейки сита.

Разработанная новая конструкция вертикального вибрационного грохота позволяет в одном аппарате совместить три операции: перегрузка, транспортировка и классификация минерального сырья.

При этом полученные зависимости позволяют выбрать рациональные параметры процесса или осуществить синтез технологических и регулируемых показателей оборудования технологической линии.

**Список литературы:** 1. Пат. 53632 UA, МПК В 07 В 1/40. Вертикальний вібраційний грохот / *Надутьий В.П., Левченко П.В., Кіжло Л.А.*; заявник і патентовласник ІГТМ НАНУ; заявл. 26.04.10; опубл. 11.10.10, Бюл. № 19. 2. *Надутьий В.П.* Определение зависимости эффективности грохочения от конструктивных параметров вертикального вибрационного грохота / *В.П. Надутьий, П.В. Левченко* // Збагачення корисних копалин. – 2011. – Вип. 45 (86). – С. 43 – 48. 3. *Франчук В.П.* Определение зависимости эффективности грохочения от режимных параметров вертикального вибрационного грохота / *В.П. Франчук, В.П. Надутьий, П.В. Левченко* // Вібрації в техніці та технологіях. – 2011. – Вип. 2 (62). – С. 73 – 76.

*Поступила в редколлегию 26.07.11*