



Франчук В. П.

Национальный горный
университет

Надутый В. П.

Институт
геотехнической
механики
им. Н.С. Полякова
НАН Украины

Егурнов А.И.

Национальный горный
университет

УДК [622.74-913.1: 621.928.26]

ОЦЕНКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ВАЛКОВОГО ВИБРАЦИОННОГО КЛАССИФИКАТОРА

Представлено результати експериментальних досліджень залежності продуктивності та ефективності класифікації гірської маси від конструктивних і режимних параметрів валкового вібраційного класифікатора нової конструкції.

The results of experimental researches of dependence of productivity and efficiency of classification of mountain weight from constructive and regime parameters of the rolling vibrating qualifier of a new design are submitted.

Необходимость создания новой конструкции классификатора (грохота) возникла при поиске решений повышения эффективности грохочения влажной горной массы, особенно мелких классов крупности. Эта проблема характерна для различных отраслей народного хозяйства, в частности, при разделении по классам руд, углей, строительных материалов и различных смесей. Интенсификация режимов колебания на серийных виброгрохотах не позволяет существенно повышать эффективность разделения. Актуальность решения вопроса связана также и с необходимостью обезвоживания перерабатываемой сыпучей влажной массы, поскольку большинство процессов, например в обогащении горной массы, являются мокрыми, а к конечному продукту предъявляются высокие требования по остаточной влаге.

Целью исследований является определение технологических параметров новой конструкции валкового вибрационного классификатора (ВВК) при разделении мелких классов крупности (10 мм и менее) различной горной массы повышенной влажности (более 6 %).

Конструкция классификатора создана в Институте геотехнической механики НАН Украины [1], однако в ее испытаниях и оценке возможностей в различных условиях эксплуатации принимали участие специалисты Национального горного университета. Кинематическая схема классификатора

представлена на рис. 1. Особенность ее работы описана ранее [2] и заключается в отсутствии кинематической связи (цепной, ременной, зубчатой или муфтами) между вибровозбудителем и рабочим органом (валками) 1. При работе вибровозбудителей 2 валки вращаются за счет самосинхронизации. Параметры системы определяются расчетным путем. Система динамически уравновешена и установлена на упругих опорах 3. Валки имеют эксцентриситет 4 относительно оси вращения 5.

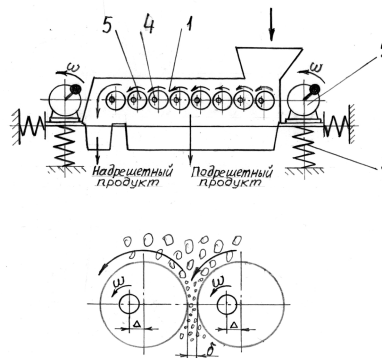
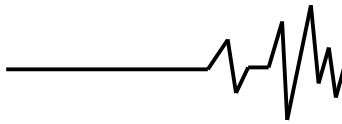


Рис. 1. Схема валкового вибрационного грохота: 1 – корпус; 2 – инерционный вибровозбудитель; 3 – упругие связи; 4 – эксцентриситет валков; 5 – рабочие валки

Просеивающая поверхность рабочего органа в виде зазора δ между вращающимися в одну сторону валками имеет высокое динамическое воздействие на влажную



классифицируемую массу, поскольку она между валками движется встречными потоками: одним валком она втягивается в зазор δ , а другим выталкивается при вращении валков. Поэтому слипшиеся образования разрушаются встречными потоками, образуя вибровзвешенный поток частиц. При этом внешняя влага, находящаяся между ними (перетяжки), имеет возможность свободного выхода в подрешетный продукт, преодолевая силы поверхностного натяжения.

Выполненный комплекс стендовых и промышленных испытаний [3] позволил оценить показатели производительности и эффективности такого классификатора, а также установить их зависимость от регулируемых параметров машины и изменяемых свойств горной массы. На основании выполненных экспериментальных исследований были построены графики зависимости удельной производительности классификатора

от следующих варьируемых параметров:

ω – частота вращения валков, об/мин (420...1320);

θ – влажность сыпучего материала, % (2...15);

α – угол наклона грохота, град. (1...15);

δ – зазор между валками, мм (1, 3, 5);

γ – плотность материала, г/см³ (1,43; 1,76; 2,25);

d – диаметр валка, мм (60; 70; 80);

Δ – эксцентриситет валка, мм (1,0; 3,5; 5,0).

Характер графических зависимостей показан на рис. 2. Аппроксимация графиков позволила построить парные и множественные регрессионные зависимости производительности классификатора от варьируемых параметров [3, 4] и определить значения коэффициентов регрессионной модели, а также критерии ее адекватности.

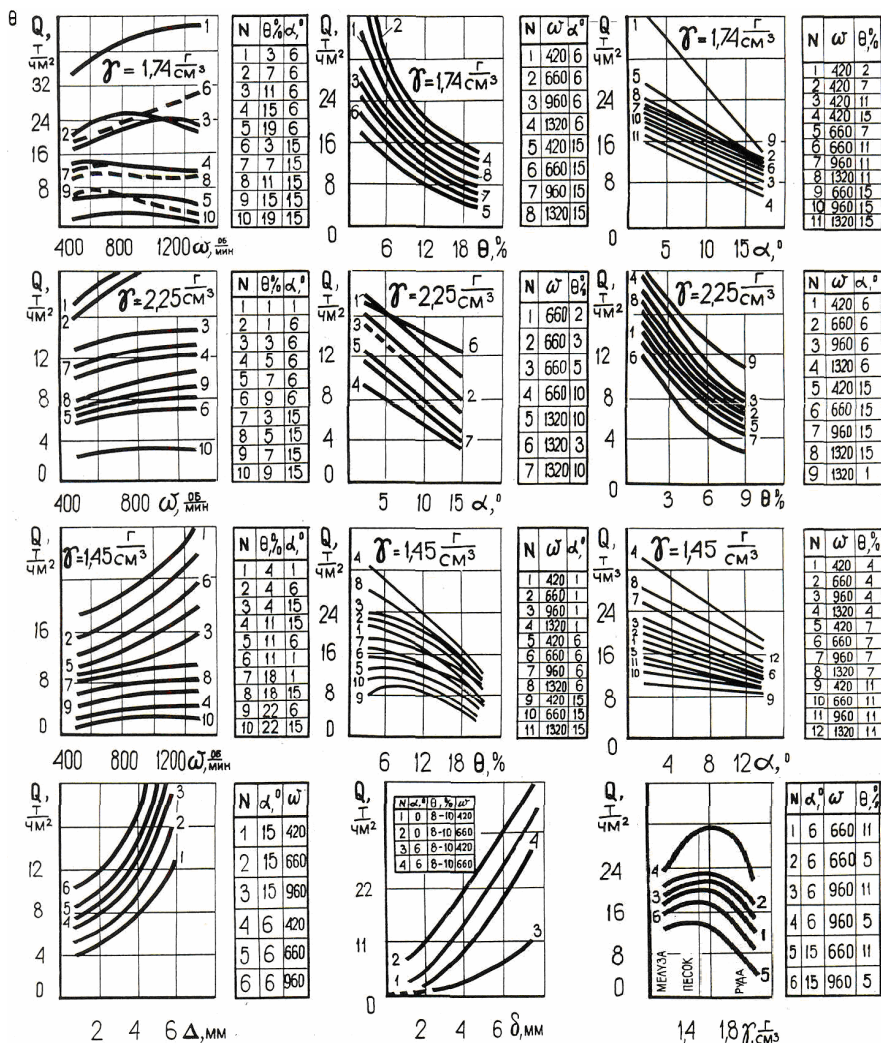


Рис. 2. Зависимость удельной производительности валкового вибрационного классификатора от варьируемых параметров (θ , ω , α , Δ , δ , γ)



В результате обобщенная модель имеет вид:

$$Q = -50,09 + 0,055\omega - 0,461\theta + 3,73\delta + 158,13\gamma - 1,184d + 0,0306\alpha^2 - 43,12\gamma^2 + 1,24\Delta^2 - 0,394\alpha\delta - 0,0095\omega\gamma - 0,008\omega\Delta - 0,00049\omega\theta.$$

Анализ модели показывает, что производительность ВВК линейно зависит от частоты вращения валков, квадратично – от угла наклона, эксцентриситета валков, плотности горной массы.

Полученная модель используется при выборе рациональных или оптимальных режимов работы по производительности машины или при ее проектировании.

Вторым важным технологическим параметром классификатора является эффективность разделения горной массы, поэтому выполнен комплекс экспериментальных исследований [4] при варьировании следующими параметрами:

δ – зазор между валками, мм (1,0-3,0);
 Δ – эксцентриситет валков классификатора, мм (0-3,0);

ω – частота вращения валков, об/мин (500-900);

θ – влажность сыпучего материала, % (0-9,0);

α – угол наклона классификатора, град (0-20);

Q – удельная производительность, т/ч·м² (0,5-3,0).

Графический анализ полученных результатов представлен на рис. 3.

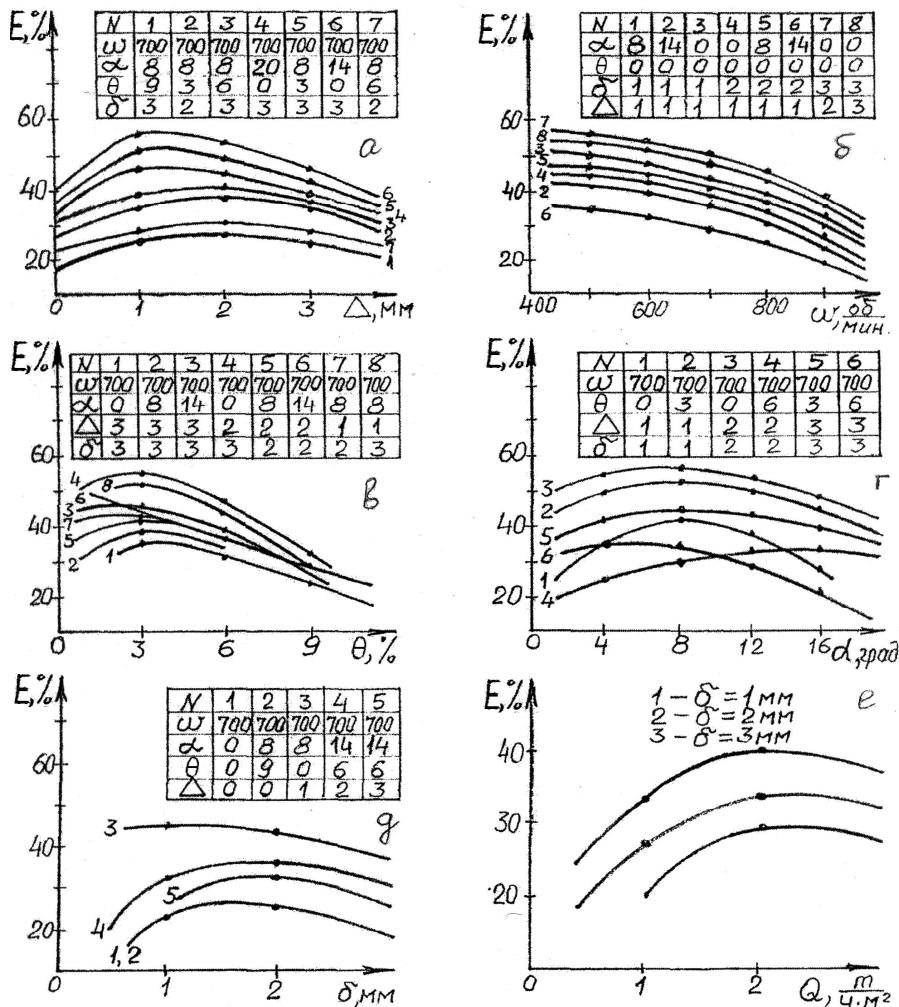
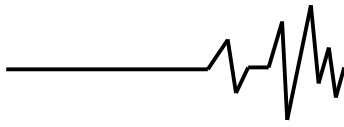


Рис. 3. Зависимость эффективности грохочения с эксцентриситетом валков от варьируемых параметров: Δ – эксцентриситета (а); ω – частоты вращения валков (б); θ – влажности горной массы (в); α – угла наклона (г); δ – зазора между валками (д); Q – удельной нагрузки (е)



Так же, как и в первом случае, при проведении экспериментов варьировался один из параметров при фиксированных значениях других, что позволило установить индивидуальное влияние каждого параметра на эффективность классификации, а при регрессионной аппроксимации графических зависимостей получены парные модели и множественная обобщенная зависимость [5, 6] эффективности от шести варьируемых параметров. Каждая адекватно описывает работу машины:

$$E = 34,57 - 5,42\delta + 9,12\Delta - 0,04\omega - \\ - 0,55\alpha_n + 26,2Q + 1,35\delta^2 - 2,33\Delta^2 - \\ - 0,15\theta^2 + 0,028\alpha^2 - 5,31Q^2.$$

Из вида модели следует, что эффективность валкового вибрационного классификатора линейно зависит от удельной нагрузки, квадратично зависит от зазора между валками, угла наклона, частоты вращения валков, их эксцентриситета, влажности сыпучего материала. Отдельными экспериментами было установлено [6], что эффективность классификации квадратично зависит от количества валков и от содержания мелкого класса (подрешетного продукта) в исходном материале. При определении достоверности модели установлено, что коэффициент детерминации составил $R^2 = 0,69$, расчетная статистика Фишера $F = 22,1$ при степенях свободы $\nu = 10$ и $\nu = 230$, что значительно больше критического значения при уровне значимости $\alpha = 0,05$. Таким образом, полученная модель может быть признана адекватной.

Полученные математические модели производительности и эффективности процесса классификации позволяют прогнозировать работу машины в ходе эксплуатации и на стадии проектирования.

Литература

1. Патент на полезную модель № 47329. Украина. МКИ 07В 1/00. Валковый классификатор. Надутый В.П., Ягнюков В.Ф. Заявл. 10.08.09, Опубл. 25.01.10, Бюл. № 2.

2. Надутый В.П. Определение влияния конструктивных параметров вибрационного валкового классификатора на технологические показатели / В.П. Надутый, В.Ф. Ягнюков, Л.Н. Прокопишин // Вісник НТУ "Харківський політехнічний інститут": Зб. наук. праць. – Харків. – Вип. 17. – 2003. – С. 75-78.

3. Надутый В.П. Моделирование влияния параметров валкового вибрационного классификатора на производительность / В.П. Надутый, В.Ф. Ягнюков // Геотехнічна механіка: Міжвід. зб. наук. праць / ІГТМ НАН України. – Дніпропетровськ-Сімферополь. – Вип. 30. – 2002. – С. 165-171.

4. Надутый В.П. Обобщенная модель работы валкового вибрационного классификатора с учетом режимных и конструктивных параметров / В.П. Надутый, А.М. Эрперт, В.Ф. Ягнюков // Геотехнічна механіка: Межвед. сб. научн. тр. – Днепропетровск. – Вип. 48. – 2004. – С. 286-290.

5. Надутый В.П. Результаты экспериментальных исследований зависимости эффективности классификации валкового вибрационного классификатора от его режимных и конструктивных параметров / В.П. Надутый, В.Ф. Ягнюков, Л.Н. Прокопишин // Вісник Національного технічного університету "ХПІ": Зб. наук. праць. Тематичний випуск "Хімія, хімічна технологія та екологія". – Харків. – Вип. 40. – 2004. – С. 149-152.

6. Надутый В.П. Модельное представление зависимостей эффективности классификации сыпучего материала на валковом грохоте от конструктивных и технологических параметров / В.П. Надутый, А.М. Эрперт, В.Ф. Ягнюков // Геотехнічна механіка: Межвед. сб. научн. тр. / Институт геотехнічної механіки ім. Н.С. Полякова НАН України. – Днепропетровск. – Вип. 50. – 2004. – С. 259-264.