

В.П. НАДУТЫЙ, д-р техн. наук,

А.И. ЕГУРНОВ, В.Ф. ЯГНЮКОВ, кандидаты техн. наук

(Украина, Днепропетровск, Институт геотехнической механики им. Н.С. Полякова НАН Украины)

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ МОДЕРНИЗИРОВАННОГО ВИБРАЦИОННОГО ВАЛКОВОГО КЛАССИФИКАТОРА

Валковые классификаторы широко используются в зарубежной практике при классификации различной горной массы, и в настоящее время имеется большое количество примеров их эффективного применения. В большинстве случаев описывается опыт их использования, приводятся технические характеристики, однако особенности конструктивного исполнения, вопросы динамики и взаимодействия с перерабатываемой сыпучей массой освещены недостаточно. Совершенно отсутствует информация о влиянии режимных, конструктивных факторов и свойств горной массы на технологические показатели классификатора. Анализ их работы и последующие стендовые испытания различных конструкций валковых классификаторов, проведенных в Институте геотехнической механики им. Н.С. Полякова НАН Украины, указали на перспективность использования при классификации по крупности горной массы на рабочем органе в виде вращающихся валков [1]. В этом случае динамика процесса взаимодействия валков и сыпучей массы значительно более интенсивная, чем на вибрационных грохотах. Это обстоятельство позволяет увеличивать технологические показатели эффективности и производительности для трудногрохотимой горной массы, например липкой или повышенной влажности.

В то же время кинематика приводов известных валковых классификаторов имеет сложную конструкцию и большое энергопотребление. Поэтому по результатам выполненных исследований было предложено на уровне изобретений несколько новых конструкций [2-4] валковых классификаторов вибрационного типа, которые принципиально отличаются по кинематической схеме в целом, поскольку вибрационный возбудитель кинематически не связан с валками. Валки представляют собой инерционную систему.

В целом валковый вибрационный классификатор (ВВК) является динамически уравновешенной системой и не требует специальных фундаментов, а устанавливается на виброизолирующих опорах. Один или два вибровозбудителя крепятся на общей раме с просеивающей поверхностью в виде параллельных валков специальным образом. В этом случае вращение валкам от вибровозбудителей передается не за счет жесткой связи в виде муфт, шестерен, цепей или ремней, а на основе инерционной силы через раму. Общая конструктивная схема ВВК (грохота) показана на рис. 1.

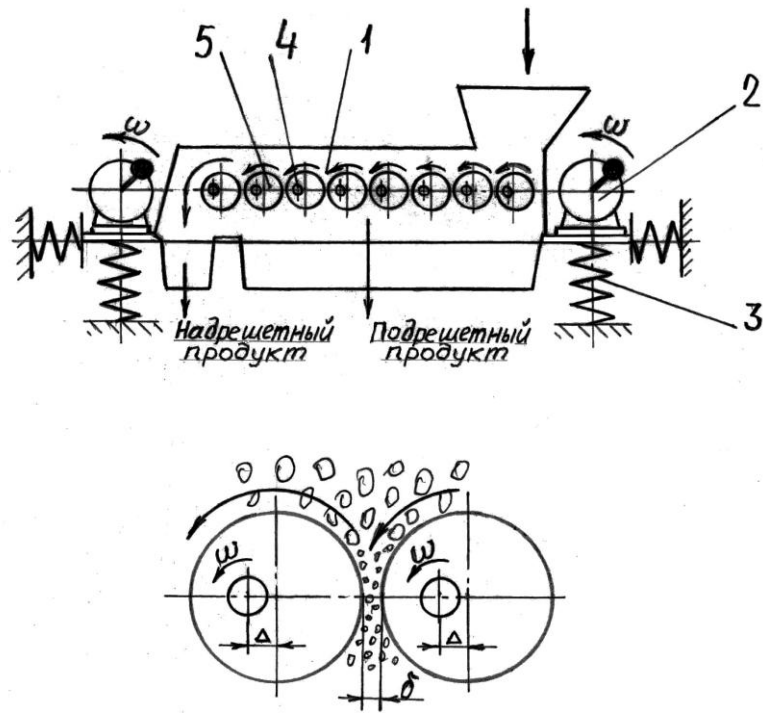


Рис. 1. Схема валкового вибрационного грохота
 1 – короб; 2 – инерционный вибровозбудитель; 3 – упругие связи;
 4 – эксцентриситет валков; 5 – рабочие валки

В таком виде конструкция классификатора прошла стендовые и промышленные испытания, показала высокие технологические результаты [4, 5]. На их основе разработаны адекватные регрессионные модели производительности Q и эффективности E классификации в виде:

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

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

В этих обобщенных математических моделях учтены следующие факторы: ω – частота вращения валков; Q – влажность горной массы; δ – зазор между валками; γ – плотность сыпучей массы; d – диаметр валков; Δ – эксцентриситет валков. Влияние каждого из перечисленных факторов определено экспериментально [6] и в сравнении с этими результатами доказана адекватность математической модели, которая позволяет определять рациональные параметры при проектировании машины или получать необходимые результаты при ее эксплуатации.

Несмотря на высокую эффективность классификации (90-95%) даже сыпучего материала высокой влажности (до 15%) возникла необходимость модерни-

заци рассмотренной конструкции ВВК для ее эффективной эксплуатации при разделении мелких классов крупности влажных и липких материалов, а также для увеличения степени их обезвоживания. При усилении обезвоживания ставилась задача уменьшения внешней (гравитационной) влаги и связанной влаги, которая находится между частицами сыпучей горной массы. Для извлечения капиллярной влаги из поровых каналов отдельных кусочков горной массы режимных параметров классификатора недостаточно. Идея конструктивного решения при модернизации заключалась в обеспечении более интенсивного разделения слипшихся образований за счет сообщения им ударного воздействия. Мелкие классы повышенной влажности имеют достаточно большое влияние сил вязкости и за счет этого формируются в агломераты, которые необходимо разрушить для эффективной классификации и обезвоживания.

Одним из вариантов решения является использование вместо гладких валков специальных гребенчатых поверхностей, образованных съемными эластичными гребенками, которые специальным образом надеваются на гладкие валки с заданным зазором между собой и между валками. Зазором определяют крупность разделения при классификации, а выступы гребенок играют роль биллов, с помощью которых разрушаются слипшиеся образования. Общий вид такой конструкции показан на рис. 2 с фрагментом отдельной гребенки и модернизированного валка. Особенно эффективно использование такой конструкции ВВК при классификации влажных материалов, содержащих связующее, которые на обычных виброгрохотах не классифицируются.

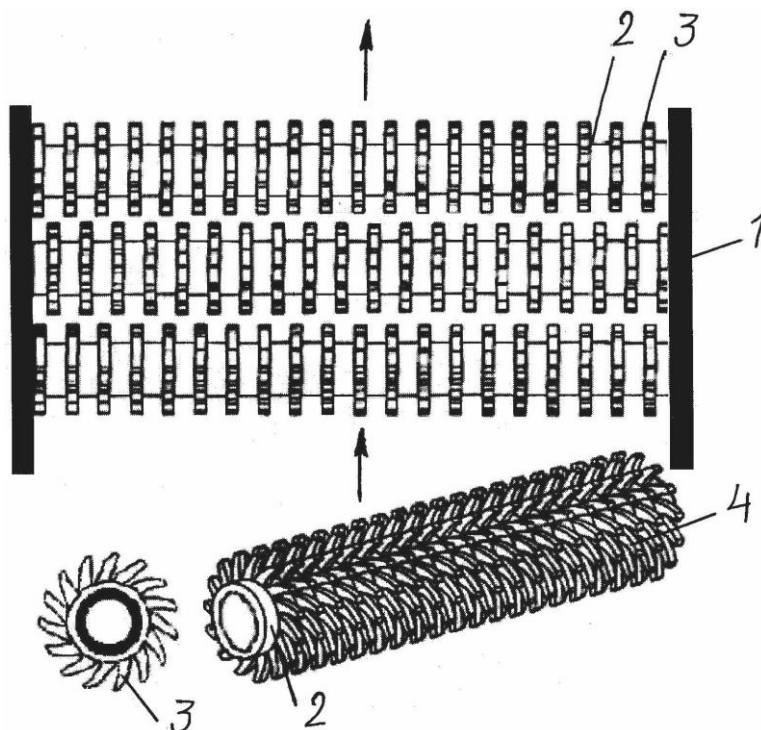


Рис. 2. Конструкция модернизированных валков классификатора
1 – борт короба; 2 – валок; 3 – резиновая гребенка;
4 – модернизированный валок

Підготовчі процеси збагачення

Проведение стендовых испытаний модернизированного ВВК дало обнадеживающие результаты при классификации гранитного отсева по крупности 3,0 мм, содержащего до 30% глинистых включений при исходной влажности 12-15%. При этом эффективность грохочения составила 80%. Классификация рудной пульпы по крупности 4,0 мм с соотношением твердого к жидкому 1:1 показала достаточно высокую степень обезвоживания надрешетного продукта (13-15%) и эффективность разделения – в пределах 85-90%.

Таким образом, выполненная модернизация рабочей поверхности валкового вибрационного классификатора позволяла перерабатывать трудногрохотимую горную массу повышенной влажности, обладающую липкими свойствами.

Список литературы

1. Надутый В.П., Ягнюков В.Ф. Перспективные направления интенсификации переработки минерального сырья // Збагачення корисних копалин: Наук.-техн. зб. – 2002. – Вип. 14(55). – С. 110-113.
2. Патент на корисну модель. № 47329. Україна. МКИ 07 В 1/00. Валковий класифікатор. Надутый В.П., Ягнюков В.Ф. Заявл. 10.08.2009. Опубл. 25.01.2010, Бюл. № 2.
3. Деклараційний патент на винахід № 71721А. Україна МКИ В 07В 1/14. Валковий класифікатор. Надутый В.П., Ягнюков В.Ф. Заявл. 29.09.2003. Опубл. 15.12.2004, Бюл. № 12.
4. Надутый В.П., Ягнюков В.Ф. Валковый вибрационный классификатор для трудногрохотимых материалов // Збагачення корисних копалин: Наук.-техн. зб. – 2006. – Вип. 25(66)-26(67). – С. 37-39.
5. Надутый В.П., Ягнюков В.Ф. Результаты промышленной апробации валкового вибрационного грохота // Вібрації в техніці та технологіях: Всеукр. наук.-техн. журнал. – 2012. – Вип. 1(65). – С. 73-76.
6. Надутый В.П., Эрперт А.М., Ягнюков В.Ф. Модельное представление зависимостей эффективности классификации сыпучего материала на валковом грохоте от конструктивных и технологических параметров // Геотехническая механика: Межвед. сб. науч. тр. – 2004. – Вип. 50. – С. 259-264.

© Надутый В.П., Егурнов А.И., Ягнюков В.Ф., 2013

*Надійшла до редколегії 14.03.2013 р.
Рекомендовано до публікації д.т.н. Б.О. Блюссом*