

Таким образом, предварительные расчеты термодинамических характеристик триизоцианатов позволяет прогнозировать их адгезионную активность и обеспечивает более быстрое достижение требуемых результатов со значительно меньшими затратами времени и средств.

Для крепления резин на основе каучуков различной полярности к стали в процессе вулканизации рекомендуется использовать клеевые композиции на основе олигомерных триизоцианатов с повышенной поверхностной энергией и подвижностью молекулярных цепей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Притыкин Л.М. Мономерные клеи / Л.М. Притыкин, Д.А. Кардашов, В.Л. Вакула. – М.:Химия, 1988. – 176 с.
2. Ниязашвили Г.А. Адгезивы и клеевые композиции для крепления эластомеров в процессе вулканизации. Тем. обзор. [Текст] / Г.А. Ниязашвили, О.В. Лакиза. – М.: НИИТЭнефтехим., 1991. – 76 с.
3. Desmodur. Product Datasheet. - Leverkusen: Bayer Material Science. - 2011. – P. 1-3.
4. Аскадский А.А. Химическое строение и физические свойства полимеров.[Текст] / А.А. Аскадский, Ю.И. Матвеев. – М.: Химия, 1983. – 248 с.
5. Аскадский А.А. Количественный анализ влияния химического строения на физические свойства полимеров [Текст] / А.А. Аскадский // Высокомолек. соед.– 1995. – Т. 37Б. -№ 2. – С. 332 – 357.
6. Аскадский А.А. Компьютерное материаловедение полимеров. Т.1. Атомно-молекулярный уровень / А.А. Аскадский, В.И. Кондращенко. - М.: Научный мир, 1999. – 544 с.
7. Зыбайло С.Н. Использование молекулярного дизайна для синтеза олигоизоцианатов клевого назначения / С.Н. Зыбайло, Ю.Р. Эбич, Ю.В. Емельянов, Н.Я. Кузьменко, В.В. Бут // Вопросы химии и химической технологии. – 2006. – №.4 – С.112-117.
8. Petunova M.D. Synthesis and properties of polyisocyanurate networks based on 2,4-toluene diisocyanate and poly(oxytetramethylene) glycol / M.D. Petunova, L.V. Luchkina, A.A. Askadskii, O.V. Kovriga // Polymer science - 2009. - Series A. - Vol. 51. - No. 5.- P. 542-549.
9. Деркач Е.А. Влияние структуры полиизоцианатов на их поверхностную энергию и адгезионные свойства клеев / Е.А. Деркач, Ю.Р. Эбич, Т.В. Данилейко, Ю.В. Емельянов // Вопросы химии и химической технологии. – 1999. - №4. – С. 40-43.

УДК 622. 742:621. 928.235:622.794

Д-р техн. наук Е.С. Лапшин,
кандидаты техн. наук А.И. Шевченко,
В.В. Сухарев
(ИГТМ НАН Украины)

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИМПУЛЬСНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРИ РАЗДЕЛЕНИИ ПО КРУПНОСТИ И ОБЕЗВОЖИВАНИИ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ

Рассмотрены схемы грохотов с импульсным воздействием. Экспериментальным путем изучены перспективы использования импульсного воздействия при разделении по крупности и обезвоживании минерального сырья. Исследовано влияние на технологические показатели этих процессов режимных параметров и времени грохочения.

PROSPECTS OF USE PULSE INFLUENCES AT DIVISION ACCORDING TO SIZE AND DEHYDRATION OF MINERAL RAW MATERIALS

Schemes screens with pulse influence are considered. Prospects of use of pulse influence are experimentally studied at division up to a size and dehydration of mineral raw materials. Influence on technological indicators of these processes of regime parameters and screening time is investigated.

Вибрационное грохочение широко применяется при разделении по крупности и обезвоживании минерального сырья. Наиболее сложные эти операции при переработке влажного сырья, сформированного из широких классов крупности

(например, шламы, строительные пески и т.п.), когда необходимо отделить тонкие классы с размерами частиц менее 0,1-0,2 мм и максимально удалить влагу из надрешетного продукта. В зависимости от размера частиц и влажности доминирующую роль играют различные силы. При тонком и сверхтонком грохочении это силы поверхностного натяжения, для преодоления которых требуются значительные энергозатраты [1].

Традиционными способами такое сырье обезвоживается только до 18-22 %. Разделение сырья крупностью менее 1 мм не дает высоких результатов, а при размере частиц менее 0,2 мм в ряде случаев вообще не классифицируется из-за их прилипания к просеивающей поверхности [1-4].

Обзор путей интенсификации этих процессов показал перспективность импульсного воздействия, которое может сообщаться как просеивающей поверхности, так и перерабатываемому сырью [1-4]. Однако успешная реализация такого воздействия существенно зависит от схем и динамических параметров грохота.

В связи с этим, цель работы – экспериментальное изучение перспектив использования импульсного воздействия при разделении по крупности и обезвоживании минерального сырья

Чтобы удалить капиллярно-стыковую воду, необходимо преодолеть силы поверхностного натяжения жидкости. Для этого используют импульсное воздействие, например виброудар. Последнее может сообщаться как непосредственно ситам, так и через промежуточный элемент, выполненный в виде более крупного сита или решетчатой конструкции.

В работах [1-5] предложено для импульсного воздействия на просеивающую поверхность и перерабатываемое сырье использовать режимы с "двойными ударами", когда за период возбуждения кроме основного наносится дополнительный импульс. За счет основного надрешетный продукт подбрасывается и во время его полета просеивающей поверхности сообщается дополнительный импульс, усиливающий ее колебания. Вследствие этого происходит разрыв капиллярных мостиков и потеря устойчивости менисков в ячейке просеивающей поверхности улучшается процесс разделения и обезвоживания.

Исследования показали возможность извлечения класса $-0,1$ мм до 30-35 % при снижении влажности надрешетного продукта до 14-15 %. Более высоких показателей не удалось достичь из-за того, что часть сырья комкуется. Поэтому для повышения эффективности необходимо интенсифицировать разрыхление.

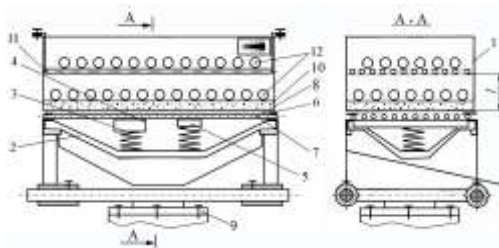
Применение дезинтегрирующих элементов (ДЭ) [3,4,6] позволило за счет динамического воздействия путем сообщения сырью и просеивающей поверхности нормальных и сдвиговых импульсов преодолевать силы поверхностного натяжения. При нанесении импульсов усиливаются колебания просеивающей поверхности, что увеличивает эффективность разделения и обезвоживания. Влажность надрешетного продукта снижена до 10-12 %, а извлечение в подрешетный продукт классов $-0,1$ мм увеличено до 50-55 %. Результаты получены при перегрузках (отношение ускорения вибровозбуждения к ускорению свободного падения) 15-16 g. Обеспечение таких ускорений требует создания особо прочных конструкций грохотов. Поэтому необходим поиск условий, при ко-

торых обеспечивается эффективное разделение по крупности, обезвоживание материала и снижение перегрузок.

Кроме того, эксперименты показали, что поскольку исходное влажное сырье на просеивающую поверхность поступает в виде конгломератов (слипшиеся частицы) для его полного разрыхления необходимо увеличить время грохочения до 360 с, что приводит к необходимости существенного увеличения длины рабочей поверхности. Поэтому для дальнейшего улучшения технологических показателей следует интенсифицировать разрыхление сырья как на этапе его подачи на просеивающую поверхность, так и на самой просеивающей.

Для этого разработан новый способ разделения по крупности и обезвоживания, заключающийся в следующем. Сырье подают на решетчатый активатор, установленный над просеивающей поверхностью на расстоянии l , где под действием колебаний активатора материал разрыхляется для свободного перемещения через его отверстия на просеивающую поверхность. За счет импульсов дезинтегрирующие элементы и сырье подбрасываются. ДЭ и активатор в результате их соударения получают дополнительные импульсы, которые сообщают сырию, что способствует его более интенсивному разрыхлению. Поскольку режимные параметры и расстояние l оказывают значительное влияние на технологические показатели разделения и обезвоживания, необходимо изучить их влияние.

Эксперименты выполнены на модели грохота (рис. 1), состоявшей из корпуса 1, под которым установлена балка 2 с упругим элементом 3 и ударниками 4 (основной) и 5 (дополнительный). На упругих прокладках 6 смонтированы стальные стержни 7, на которых располагалась сетка 8. При гармоническом возбуждении основания 9 на ударник действует переменная сила инерции, что приводит к периодическим разрывам контакта ударника 4 со стержнями 7. В результате этого генерируются ударные импульсы, передающиеся через стержни 7 сетке 8 и перерабатываемому сырью 10. Режим с "двойными ударами" осуществлялся с помощью дополнительного ударника 5 с жесткостью упругого элемента отличной от жесткости упругого элемента ударника 4. Над сеткой 8 на расстоянии l монтировался активатор 11. Дезинтегрирующие элементы 12 располагались на сетке 8 и на активаторе 11.



- 1 – короб грохота; 2 – балка; 3 – упругий элемент; 4 – основной ударник;
5 – дополнительный ударник; 6 – упругая прокладка; 7 – стержни;
8 – металлическая сетка; 9 – основание; 10 – слой сырья; 11 – активатор;
12 – дезинтегрирующие элементы

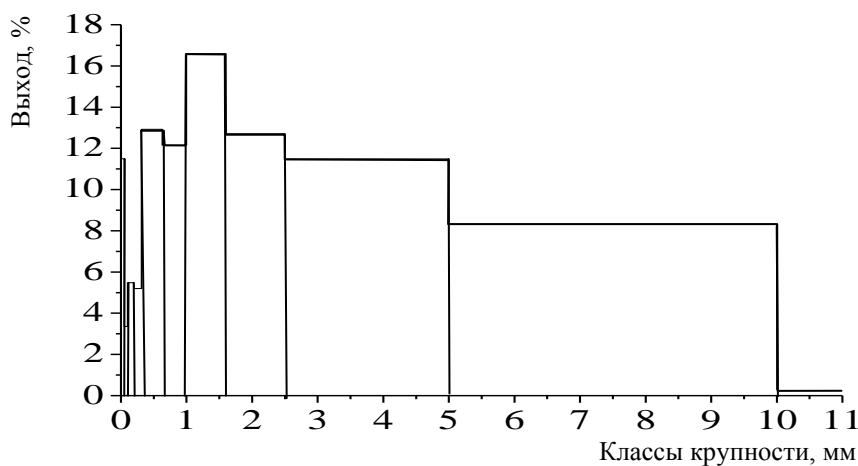
Рис. 1 – Модель грохота с ударниками

Стальные стержни имели длину 308 мм, диаметр 5 мм и шаг установки 15 мм. Параметры ударников: масса 0,331 кг; жесткость упругого элемента удар-

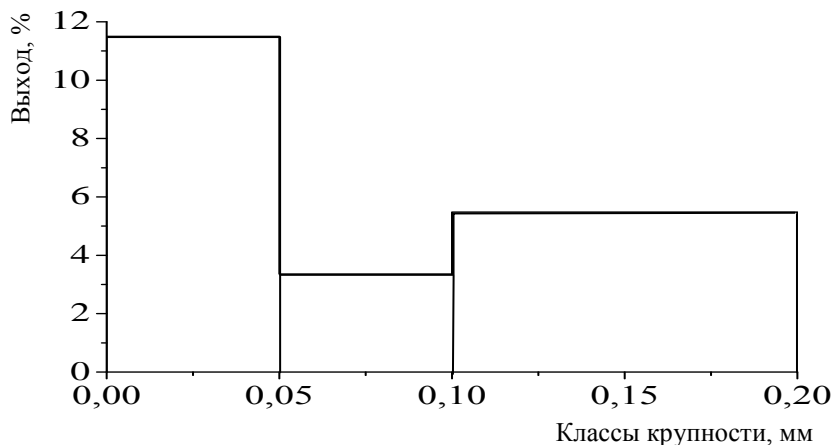
ника 3 – 1,23 кН/м, а жесткость упругого элемента дополнительного ударника 10 – 0,7 кН/м; жесткость упругих прокладок 52 кН/м.

Эксперименты выполнены на металлической сетке с ячейкой 0,1 мм и диаметром проволоки 0,1 мм.

Для исследований использовалась модельная смесь (гранитный отсев – отходы добычи и переработки гранита) с размерами частиц +0-10 мм с высоким содержанием глинистых частиц, грансостав которой приведен на рис. 2. Влажность исходного продукта 30 %.



а)



б)

а) – интервал крупности от 0 до +10 мм, б) – интервал крупности от 0 до 0,2 мм

Рис. 2 – Грансостав материала

Эксперименты выполнялись в такой последовательности:

- монтировалась просеивающая поверхность и на расстоянии l от нее активатор;
- включался вибратор, и устанавливались требуемые амплитуда и частота вибровозбуждения;
- на просеивающую поверхность через активатор подавалось сырье;
- включался секундомер;
- через заданное время выключался вибратор;
- извлекались и взвешивались продукты на просеивающей поверхности (надрешетный), на ДЭ и на активаторе;

- извлекался подрешетный продукт;
- далее продукты грохочения подвергались сушке и снова взвешивались.

Эффективность разделения оценивалась по извлечению мелкого класса в подрешетный продукт по сравнению с его содержанием в надрешетном.

Интенсивность обезвоживания характеризовалась относительным количеством воды, оставшейся в надрешетном продукте после импульсного воздействия

$$W = \frac{m_m - m_c}{m_c} \cdot 100\%, \quad (1)$$

где m_m – масса влажного продукта; m_c – масса сухого продукта.

При экспериментах применялись ДЭ из различных материалов, имеющие разные размеры, форму и удельную насыпную плотность (УНП) (масса на единицу площади просеивающей поверхности, кг/м²).

Характеристики ДЭ приведены в табл. 1. Соотношение различных размеров при использовании ДЭ 1 и 2 принималось равным в их общем количестве.

Таблица 1 – Характеристики дезинтегрирующих элементов

Обозначение	Материал дезинтегрирующих элементов	Форма	Размеры, мм	Масса одного ДЭ, г	УНП, кг/м ²
ДЭ 1	Гранит	Эллипсоид вращения	30x18x15 27x27x20 40x34x25 46x25x25	14,09 22,0 39,49 65,78	42,6
ДЭ 2	Сталь ШХ 15	Шары	10 12 14	4,81 7,78 11,48	76,5
ДЭ 3	Резина	Шары	34	25,8	13,4

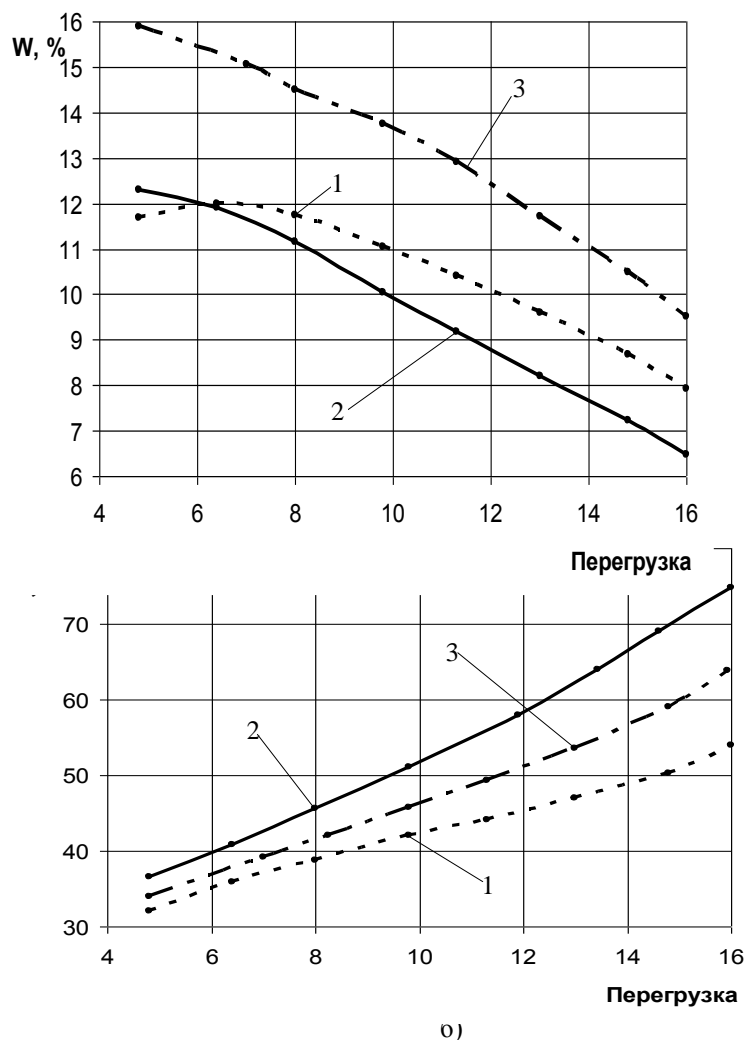
Необходимо определить какие ДЭ и перегрузки позволяют получить максимальные значения разделения и обезвоживания.

Поэтому первоначально исследования были посвящены этим вопросам.

На рис. 2 показаны изменение влажности и извлечения класса +0-0,1 мм в продуктах грохочения в зависимости от перегрузок (время грохочения 180 с, удельная нагрузка по питанию 12,5 кг/м²). Эксперименты выполнены при $l = 50$ мм, при котором получено наибольшее снижение влажности.

Как видно из графиков для снижения влажности W до 10-11 % при использовании ДЭ 1 и 2 необходимы перегрузки 10 г (извлечение ε класса -0,1 мм в подрешетный продукт 48 и 53 % соответственно). Обеспечение такой влажности при ДЭ 3 требует увеличения перегрузки до 15,8 г (извлечение $\varepsilon = 63$ %).

Более высокие показатели разделения обеспечивают ДЭ 2 и 3.



1 – ДЭ 1, 2 – ДЭ 2, 3 – ДЭ 3

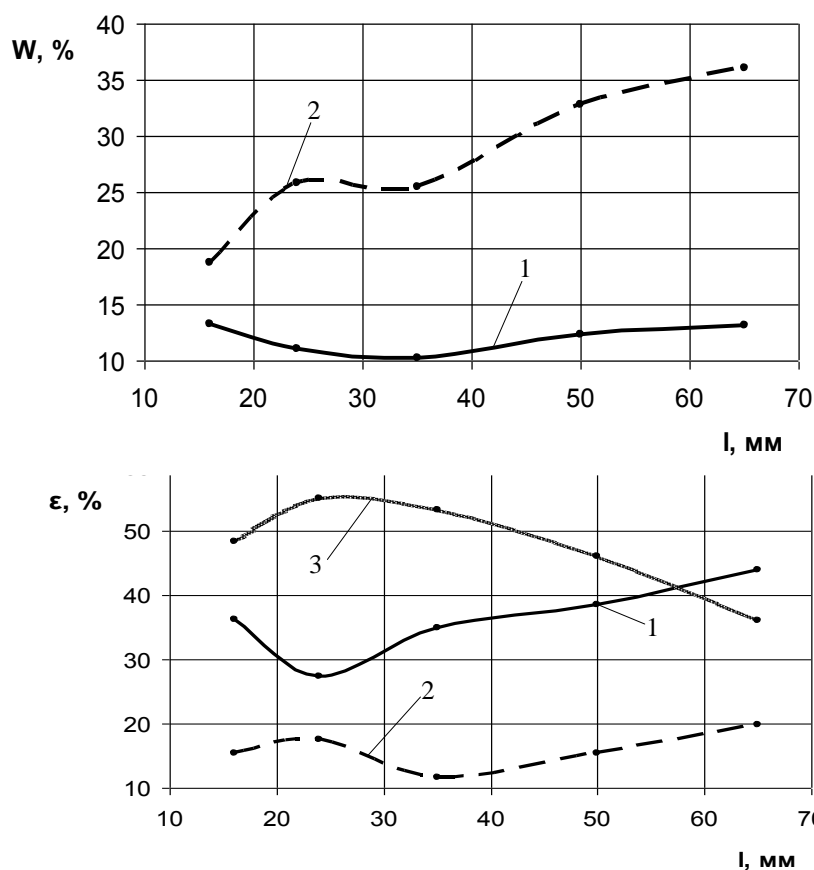
а) изменение влажности W от перегрузки

б) изменение извлечения ε класса+0-0,1 мм в продуктах грохочения от перегрузки

Рис. 2 - Изменение влажности W и извлечения ε класса+0-0,1 мм в продуктах грохочения в зависимости от перегрузки при использовании различных ДЭ

Поэтому для сравнения технологических результатов они использовались на следующем этапе исследований, где изучалось влияние на технологические показатели расстояния l . Минимальное значение l обусловлено свободным перемещением ДЭ между сеткой и активатором, а максимальное – высотой, при которой еще обеспечивается контакт ДЭ, получивших импульс от ударников, с активатором.

На рис. 3, 4 приведены изменение влажности W и извлечения ε класса+0-0,1 мм в продуктах грохочения в зависимости от расстояния l при использовании ДЭ 2 (частота 35,5 Гц, амплитуда 2 мм, перегрузка 10 г, удельная нагрузка по питанию 12,5 кг/м², время грохочения 180 с), ДЭ 3 (частота 20 Гц, амплитуда 9 мм, перегрузка 15,8 г, удельная нагрузка по питанию 12,5 кг/м², время грохочения 180 с).



1 надрешетный продукт, 2 – продукт на ДЭ, 3 – подрешетный продукт

а) изменение влажности W от перегрузки

б) изменение извлечения ϵ класса+0-0,1 мм в продуктах грохочения от расстояния l

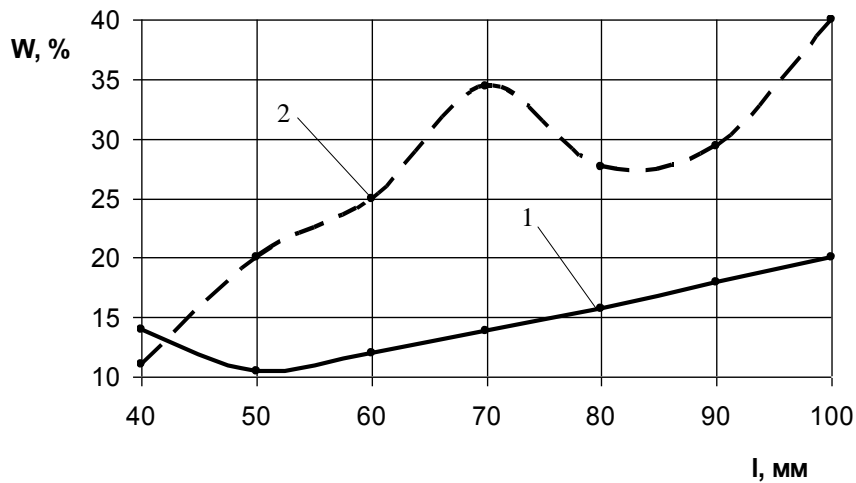
Рис. 3 - Изменение влажности W и извлечения ϵ класса+0-0,1 мм в продуктах грохочения в зависимости от расстояния l при использовании ДЭ 2

Из графиков установлены значения l , при которых снижена влажность до 10-12 %: для ДЭ 2 – 24-42 мм, для ДЭ 3 – 48-55 мм. При этих значениях l получено максимальное извлечение ϵ класса -0,1 мм в подрешетный продукт: для ДЭ 2 – 54-56 %, для ДЭ 3 – 63 %. Часть сырья налипает на дезинтегрирующих элементах: для ДЭ 2 в пределах 12-20 %, для ДЭ 3 до 2 %.

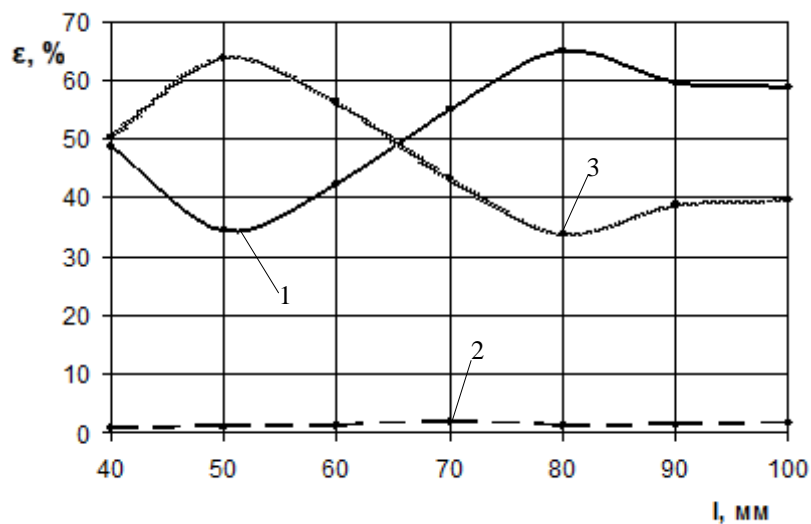
Показатели разделения более высокие при использовании ДЭ 3, но они получены при перегрузках на 30-35 % выше, чем ДЭ 2. Поэтому дальнейшие исследования выполнены с ДЭ 2.

На следующем этапе изучалось влияние на технологические показатели времени грохочения при $l = 35$ и 24 мм. Для повышения интенсивности разрыхления сырья часть ДЭ 2 располагалась на активаторе ($УНП_{на\ акт.} = 25,5\ кг/м^2$, $УНП_{под\ акт.} = 51\ кг/м^2$).

На рис. 5 и 6 приведены изменение влажности W и извлечения ϵ класса +0-0,1 мм в продуктах грохочения в зависимости от расстояния l при использовании ДЭ 2 (частота 35,5 Гц, амплитуда 2 мм, перегрузка 10 г, удельная нагрузка по питанию $12,5\ кг/м^2$, $l = 35$ и 24 мм соответственно).



а)



б)

1 – надрешетный продукт, 2 – продукт на ДЭ, 3 – подрешетный продукт

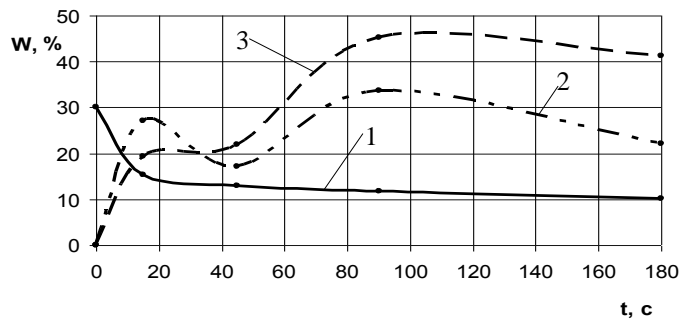
а) изменение влажности W от перегрузки

б) изменение извлечения ϵ класса +0-0,1 мм в продуктах грохочения от расстояния l

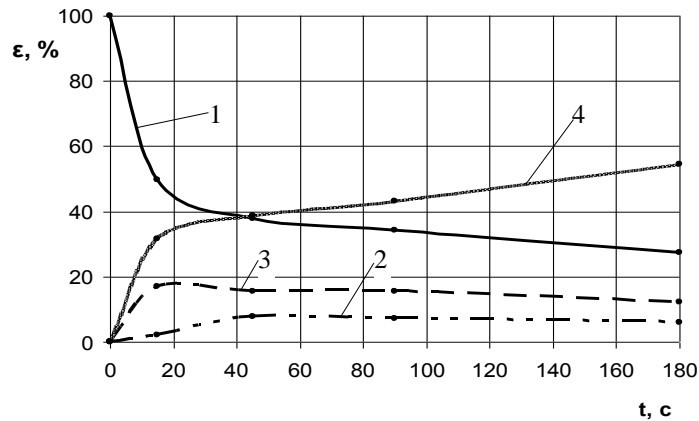
Рис. 4 - Изменение влажности W и извлечения ϵ класса +0-0,1 мм в продуктах грохочения в зависимости от расстояния l при использовании ДЭ 3

Как видно из графиков интенсивное снижение влажности с 30 до 14-15 % и извлечение класса -0,1 мм в подрешетный продукт до 40 % достигается в течение 45 с. За период времени с 45 до 180 с процесс замедляется: W изменяется с 14-15 до 10-11 %, а ϵ с 40 до 54-56 %.

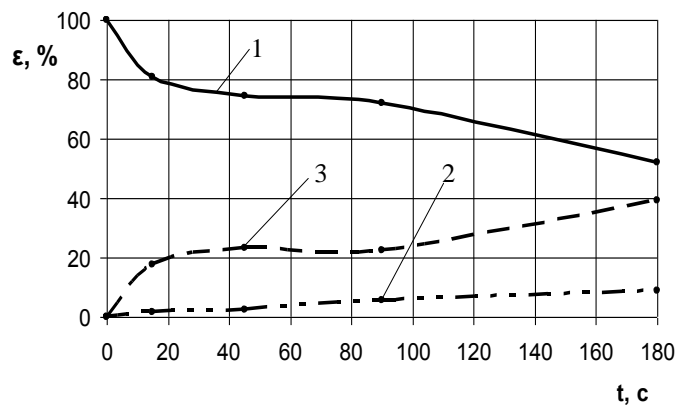
Уменьшение l с 35 до 24 мм снижает количество сырья налипшего на активаторе и дезинтегрирующих элементах.



а)



б)



в)

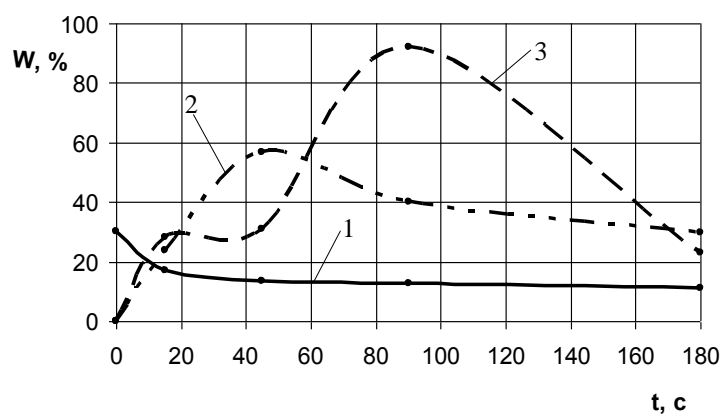
1 – надрешетный продукт, 2 – продукт на ДЭ, 3 – продукт на активаторе,
4 – подрешетный продукт

а) изменение влажности W от перегрузки

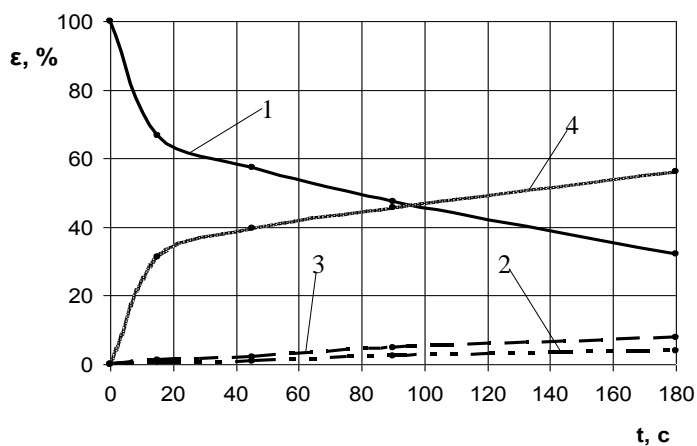
б) изменение извлечения ϵ класса +0-0,1 мм в продуктах от времени грохочения

в) изменение извлечения ϵ класса +0-10 мм в продуктах от времени грохочения

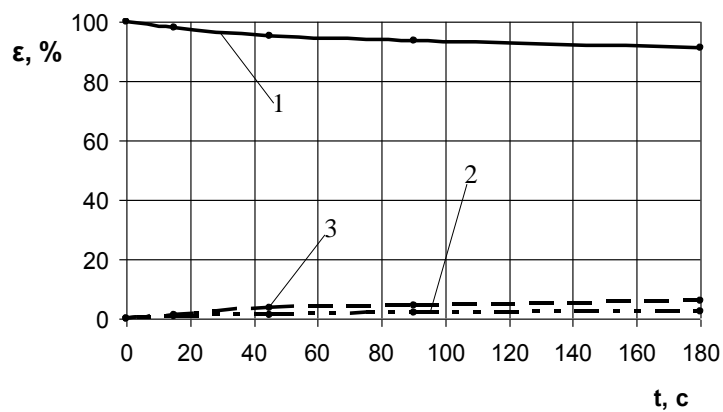
Рис. 5 - Изменение влажности W и извлечения ϵ классов в продуктах в зависимости от времени грохочения t при $l = 35$ мм



а)



б)



в)

1 – надрешетный продукт, 2 – продукт на ДЭ, 3 – продукт на активаторе,
4 – подрешетный продукт

- а) изменение влажности W от перегрузки
 б) изменение извлечения ϵ класса +0-0,1 мм в продуктах от времени грохочения
 в) изменение извлечения ϵ класса +0-10 мм в продуктах от времени грохочения

Рис. 6 - Изменение влажности W и извлечения ϵ классов в продуктах в зависимости от времени грохочения t при $l = 24$ мм

За 180 с при $l = 35$ мм на активаторе накапливается класса +0-0,1 мм до 6 %, +0-10,0 мм до 8 %; на ДЭ класса +0-0,1 мм до 12 %, +0-10,0 мм до 39 %.

За этот же промежуток времени при $l = 24$ мм на активаторе класса +0-0,1 мм до 4 %, +0-10,0 мм до 2,5 %; на ДЭ класса +0-0,1 мм до 12 %, +0-10,0 мм до 6 %.

Это следует учитывать при разработке схем грохочения.

Таким образом, из вышеизложенного следует.

Минеральное сырье, сформированное из широких классов крупности с большим содержанием частиц менее 0,2 мм, традиционными способами обезвоживается до 18-22 % и практически не классифицируется.

Для повышения эффективности разделения и обезвоживания требуется импульсное воздействие на просеивающую поверхность и перерабатываемое сырье. Для этого используются режимы с "двойными ударами", чем достигается извлечение класса -0,1 мм до 30-35 % при уменьшении влажности надрешетного продукта до 14-15 %.

Применение дезинтегрирующих элементов позволяет снизить влажность надрешетного продукта до 10-12 %, а извлечение в подрешетный продукт классов -0,1 мм увеличить до 50-55 %. Эти результаты достигаются при перегрузках 15-16 г.

Для дальнейшего повышения эффективности грохочения и снижения перегрузок необходимо интенсифицировать разрыхление сырья как на этапе его подачи на просеивающую поверхность, так и на самой просеивающей поверхности.

Перспективным является применение активатора одновременно с дезинтегрирующими элементами (металлические шары), которые располагаются на просеивающей поверхности и на активаторе. Эта схема позволила интенсифицировать разрыхление сырья, уменьшить влажность надрешетного продукта до 10-11 % при извлечении класса +0-0,1 мм в подрешетный продукт до 54-56 % и снизить на 30-35 % перегрузку.

При этих условиях изучено влияние на технологические показатели расстояния от просеивающей поверхности до активатора и времени грохочения.

Полученные результаты будут использованы при совершенствовании способов разделения по крупности и обезвоживании минерального сырья.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Надутый В.П. Повышение эффективности удаления влаги при тонком грохочении горной массы за счет импульсного воздействия / В.П. Надутый, Е.С. Лапшин, А.И. Шевченко, А.В. Буров // Наук.-техн. журнал "Науковий вісник" / Національний гірничий університет. – Дніпропетровськ. – Вип. 2(122). – 2011. – С. 95-99.
2. Шевченко А.И. Влияние удельной нагрузки, конструктивных и режимных параметров на интенсивность обезвоживания минерального сырья при вибрационном грохочении / А.И. Шевченко // Геотехническая механика: Межвед. сб. науч. тр. / ИГТМ НАН Украины. – Днепропетровск, 2012. – Вып. 99. – С. 150-156.
3. Лапшин Е.С. Пути интенсификации обезвоживания минерального сырья на вибрационных грохотах / Е.С. Лапшин, А.И. Шевченко // Збагачення корисних копалин: Наук.-техн. зб. / Національний гірничий університет. – Дніпропетровськ, 2011. – Вип. 47(88). – С. 144-151.
4. Шевченко А.И. Пути повышения эффективности грохочения и обезвоживания минерального сырья на вибрационных грохотах грохочении / А.И. Шевченко // Геотехническая механика: Межвед. сб. науч. тр. / ИГТМ НАН Украины. – Днепропетровск, 2012. – Вып. 97.
5. Пат. 65469 Україна, МПК В 07В 1/40. Спосіб грохочення та зневоднювання мінеральної сировини, що важко класифікується. Надутий В.П., Лапшин Є.С., Шевченко О.І. ; заявник та патентовласник ІГТМ НАН України. - № u 2011 05325 ; заявл. 26.04.2011 ; опубл. 12.12.2011, Бюл. № 23. – 4 с.
6. Пат. 67194 Україна, МПК В 07В 1/40. Спосіб грохочення та зневоднювання матеріалів, що важко класифікується.

фікуються Надутий В.П., Лапшин Є.С., Шевченко О.І. ; заявник та патентовласник ІГТМ НАН України. - № и 2011 07943 ; заявл. 23.06.2011 ; опубл. 10.02.2012, Бюл. № 3. – 4 с.

7. Заявка и 2012 09458 Україна, МПК В 07В 1/40. Спосіб розділення за крупністю та зневоднювання сипучого матеріалу, який важко класифікується. Надутий В.П., Лапшин Є.С., Шевченко О.І. ; заявник ІГТМ НАН України. - заявл. 02.08.2012; затв. 20.12.2012, №27163/ЗУ/12.

[622.473:621.86]:622.861

Канд. техн. наук К.А. Соломенцев,
інженери В.И. Василькевич,
М.В. Дубинин, А.А. Стрельченко
(НИИГМ им. М.М.Федорова)

ПОДЪЕМНЫЕ УСТАНОВКИ ДЛЯ ВЕДЕНИЯ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ РАБОТ В ВЕРТИКАЛЬНЫХ ШАХТНЫХ СТВОЛАХ

У статті розглянуті різноманітні конструкції мобільних підйомних машин для ведення ремонтних, аварійно-рятувальних робіт у вертикальних шахтних стволах, запропоновано технічне рішення з конструкції мобільної підйомної машини та конструкції її гальма.

LIFTING PLANTS FOR CONDUCT OF REPAIR-RESCUEING WORKS IN VERTICAL MINE SHAFTS

In the article the different constructions of mobile liftings machines are considered for the conduct of repair, avariyno-spasatel'nykh works in vertical mine barrels, technical solution is offered on the construction of mobile lifting machine and construction of its brake.

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами. На различных этапах эксплуатации шахтного подъема могут возникать проблемы ведения ремонтных, аварийно-спасательных и т.п. работ. Эти работы должны проводиться в кратчайшие сроки. Для этих целей в разное время и различными организациями были разработаны и внедрены мобильные подъемные установки. На сегодняшний день так же имеет место вопрос создания серийной мобильной подъемной установки с малыми габаритами и удобной в эксплуатации.

Цель работы – показать необходимость применения мобильных подъемных установок, предложить современную конструкцию мобильной подъемной установки.

Изложение основного материала. Особое место в составе комплексов оборудования, зданий и сооружений рудных и угольных шахт занимают вертикальные стволы. Они открывают доступ к полезному ископаемому, являются транспортными, коммуникационными и вентиляционными магистралями горно-добывающих предприятий.

Нормальная производственная деятельность шахт и рудников находится в прямой зависимости от надежной, безотказной и долговечной эксплуатации стволов, их подъемных и вентиляторных установок, инженерных коммуникаций.

Действующими правилами безопасности [1] предъявляются повышенные требования к системе технического обслуживания как самих стволов шахт, так и взаимосвязанных с ними подъемных и вентиляторных установок, инженерных коммуникаций, источников электрической и пневматической энергии, средств связи и т.п.