

Надутый В. П.

Челышкина В. В.

Костыря С. В.

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

Nadutyu V. P.

Chelyshkina V. V.

Kostyrya S. V.

*M. S. Polyakov Institute of
Geotechnical Mechanics
under the NAS of Ukraine*

УДК 622/794:621-1/-9

РАЗРАБОТКА СХЕМЫ ВИБРОУСТРОЙСТВА И ВЫБОР ЕГО ПАРАМЕТРОВ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ КОМПЛЕКСНОГО ОБЕЗВОЖИВАНИЯ ГОРНОЙ МАССЫ

В статье отражены результаты комплексного обезвоживания измельченной горной массы. В установке для комплексного обезвоживания используются три механических способа обезвоживания: вибрационный, вакуумный и электроосмотический. Определена степень влияния каждого из них на процесс обезвоживания. Установлены зависимости остаточной влаги в трех различных горных массах (гранит, уголь и железная руда), различающихся не только плотностью, но и физическими и химическими свойствами.

Ключевые слова: вибротранспортирование, вакуумирование, электроосмос, обезвоживание, комплексный метод.

Обезвоживание горной массы является важным технологическим процессом при добыче, переработке и обогащении полезных ископаемых. Существует острая необходимость обезвоживания конечного продукта горного производства до минимального процентного содержания влаги. Это – и отгрузка измельченной угольной массы тепловым станциям для сжигания в форсунках котлов, и транспортирование такой массы в железнодорожных вагонах в зимнее время, вызывающее трудности при их последующей разгрузке, поскольку перед этим из-за высокого содержания влаги смерзшуюся массу приходится оттаивать в тепляках, что влечет за собой простой транспорта, расход энергии на тепло. Кроме того, требуется дальнейшее обезвоживание отгруженной массы перед измельчением для подготовки к сжиганию.

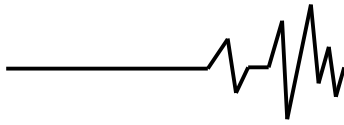
Также подобные проблемы возникают при подготовке железорудного и марганцевого концентратов к металлургическому переделу. Все конечные стадии обогащения руд происходят при мокром процессе, ввиду чего концентрат получают повышенной влажности, а для дальнейшей его подготовки при окомковании или получении окатышей

необходимо минимальное содержание влаги. Поэтому задача более глубокого снижения влажности измельченной горной массы или продуктов ее переработки требует использования новых методов.

Существующие методы обезвоживания, как правило, энергоемкие и требуют сложного оборудования. Однако при их использовании (кроме термического) остаточная влага конечного продукта остается высокой, что не полностью удовлетворяет требованиям производства. Особенно это относится к мелким классам крупности. Поэтому создание неметаллоемкого, с низким потреблением энергии и эффективного обезвоживающего устройства является актуальным.

Целью работы является поиск и выбор нового устройства, способного производить более глубокое обезвоживание по мелким классам с минимальной металлоемкостью и энергозатратами для комплексного обезвоживания горной массы.

Известен вибрационный метод обезвоживания, он достаточно экономичен, и им можно извлекать лишь свободную влагу. Для достижения этой цели используются виброгрохоты различной конструкции и



типоразмеров. Данный метод эффективен при классификации пульпы для обезвоживания их твердой части и используется на сливах классификаторов, дешламаторов, после мелкой отсадки горной массы. Вибрационным методом можно получить до 20 % остаточной влаги, что не всегда устраивает потребителей конечной продукции, и в дальнейшем ее необходимо дообезвоживать [1, 2].

Вакуумное обезвоживание является одним из распространенных методов на различных горных предприятиях, в частности на обогатительных угольных и рудных фабриках, при переработке торфа, каолинов, туфов и т. п. Для его осуществления необходимо громоздкое оборудование (барabanные, дисковые, ленточные вакуум-фильтры) и мощные вакуумные установки. К несовершенству метода относится недостаточная степень обезвоживания горной массы (до 20 % остаточной влаги) и ограничение по нижнему классу крупности горной массы (до $0,1 \pm 0,2$ мм) [3, 4].

Также одним из известных методов обезвоживания является электроосмотический (электроосмос). В случае электроосмоса разнополярность зарядов фаз приводит к перемещению в постоянном электрическом поле подвижных ионов вместе с жидкой фазой к соответствующему полюсу

источника тока. Электроосмотический перенос жидкости через поровое пространство капиллярно-пористого тела определяется электрокинетическим потенциалом и строением двойного электрического слоя на границе фазового раздела [5, 6]. Этот метод получил достаточно широкое применение в горной, химической и сельскохозяйственной промышленности.

Для решения проблем с повышенной влажностью в конечном продукте авторами разработано устройство, которое позволяет выполнять комплексное обезвоживание горной массы, поскольку в нем одновременно используются три механизма обезвоживания (вибрационный, вакуумный и электрокинетический) [7, 8]. При этом вибрационный метод позволяет эффективно отбирать из горной массы внешнюю воду, вакуумный способ ускоряет этот процесс и дополнительно обезвоживает поровые каналы в горной массе, а также убирает перетяжки влаги между частицами. Использование электроосмоса позволяет частично извлекать капиллярную влагу, т. к. другими механическими способами удалить ее сложно.

Общий вид вибрационного обезвоживающего устройства показан на рис. 1.

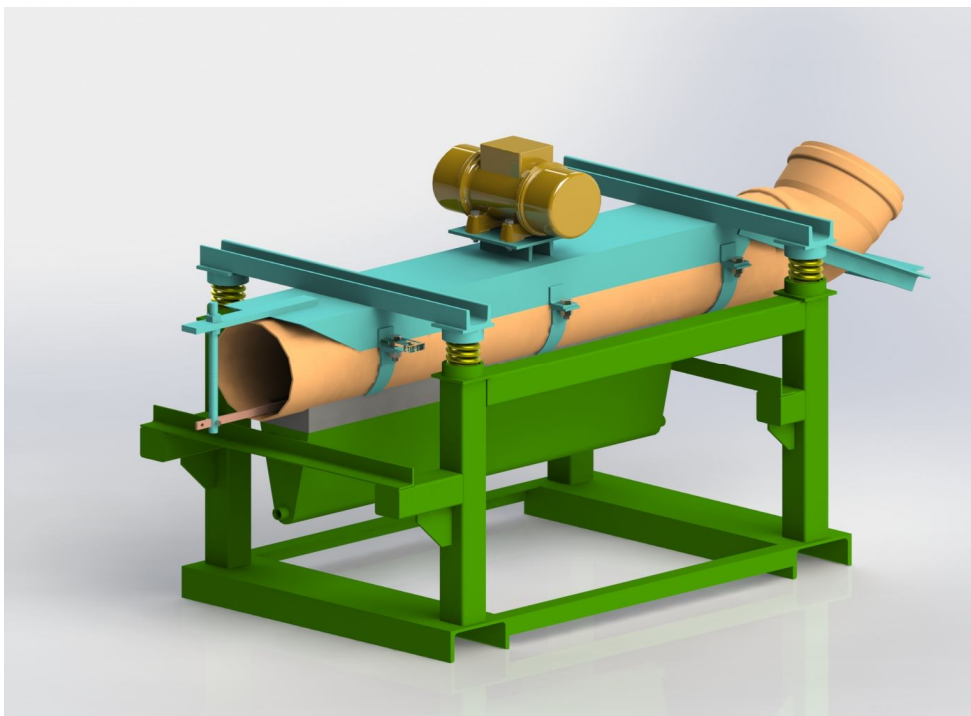
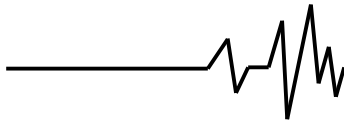


Рис. 1. Общий вид вибрационного обезвоживающего устройства



Принцип работы устройства следующий: в рабочий орган непрерывно поступает влажный материал, который постоянно контактирует с электрическим стержнем, с подключенным анодом. Благодаря постоянному контакту с электропроводящим стержнем, под воздействием постоянного тока, избыточная влага двигается к перфорированной поверхности, которая является катодом. Из-за разницы потенциалов обеспечивается движение воды и происходит электроосмотическое обезвоживание материала. На корпусе установлен вибровозбудитель, с помощью которого производится непрерывное движение обезвоживаемого материала по перфорированной поверхности. Так как перфорированная поверхность расположена по всей длине устройства, увеличивается процесс удаления избыточной влаги. Эффективность прохождения жидкости сквозь слой железной руды к перфорированной поверхности

обеспечивается в предлагаемом устройстве разряжением в вакуумной камере. Разреженная среда в камере для обезвоживания создается вакуумным насосом, соединенным с ней гибким шлангом. Избыточная влага выводится из вакуумной камеры с помощью устройства для слива воды. В этом случае на жидкость действует, помимо гравитационных сил, разряжение, которое увеличивает скорость обезвоживания материала.

Электрокинетическим способом, в виде электроосмоса, обеспечивается воздействие на капиллярную влагу, благодаря чему повышается эффективность обезвоживания.

При проведении экспериментов использовались три различные типы горных масс, отличающихся друг от друга не только крупностью и физическими свойствами, но и плотностью. Поэтому потребовалось установить влияние каждого способа на степень обезвоживания горной массы.

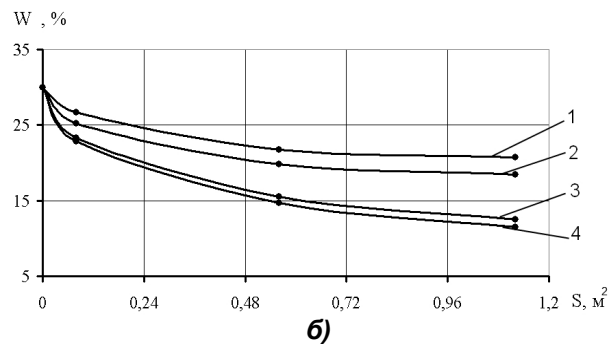
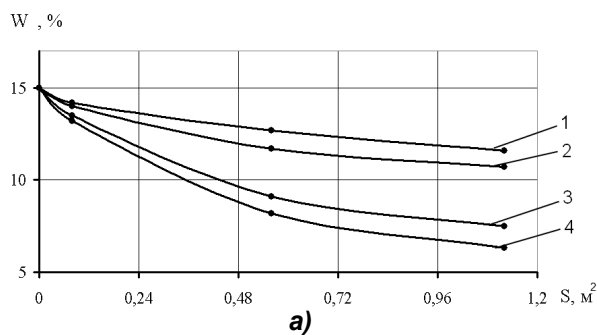


Рис. 2. Зависимость изменения конечной влажности от площади поверхности в граните при варьируемых факторах для различных крупностей:
а) крупность (-0,63 мм; +0,25 мм); б) крупность (-1,6 мм; +0,63 мм)
1 – вибрация; 2 – вибрация + электроосмос; 3 – вибрация + вакуум;
4 – вибрация + вакуум + электроосмос

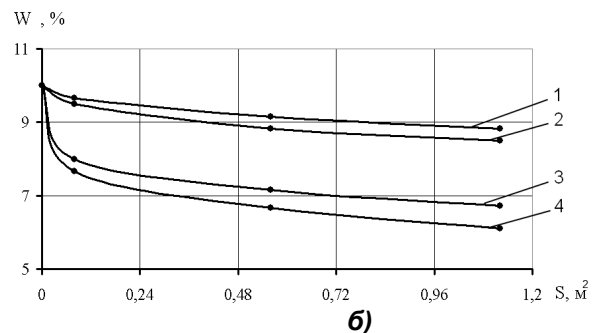
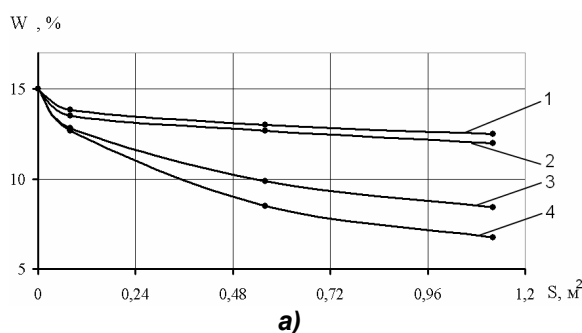


Рис. 3. Зависимость изменения конечной влажности от площади поверхности в железной руде при варьируемых факторах для различных крупностей:
а) крупность (-0,63 мм; +0,25 мм); б) крупность (-1,6 мм; +0,63 мм)
1 – вибрация; 2 – вибрация + электроосмос; 3 – вибрация + вакуум;
4 – вибрация + вакуум + электроосмос

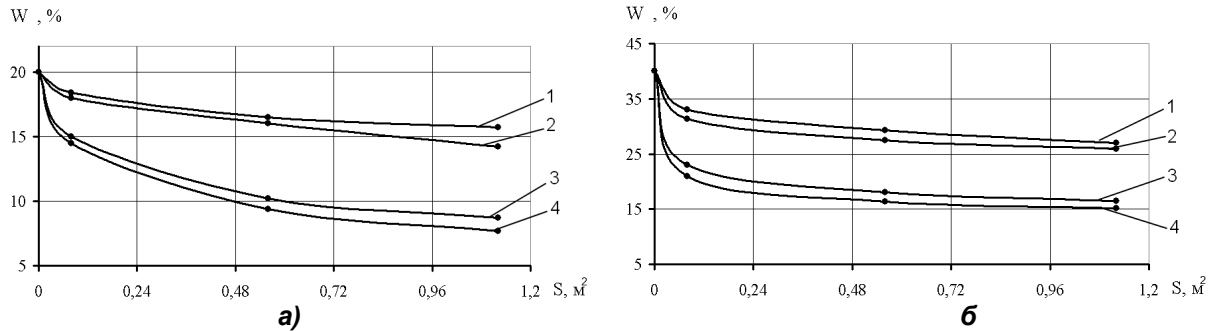
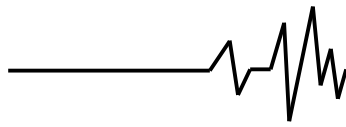


Рис. 4. Зависимость изменения конечной влажности от площади поверхности в угле при варьируемых факторах для различных крупностей:
а) крупность (-0,63 мм; +0,25 мм); б) крупность (-1,6 мм; +0,63 мм)
1 – вибрация; 2 – вибрация + электроосмос; 3 – вибрация + вакуум;
4 – вибрация + вакуум + электроосмос

Основные итоги исследований. В результате анализа полученных данных, очевидно, что по отдельности каждый из механических способов с определенной степенью осуществляет обезвоживание, но в результате комплексного воздействия всех способов на горную массу можно достичь 6 % конечной влажности в получаемом продукте. При проведении исследований варьировался один из параметров при фиксированных значениях других. В данной серии экспериментов постоянными значениями факторов были следующие: $\omega = 3000$ об/мин; $F = 0,5$ кН; $\alpha = 5$ град.; $P = 0,088$ МПа; $U = 75$ В, и они же – рекомендуемые для данного типа устройства.

Список использованных источников

1. Надутый В.П. Эффект подъема влажных частиц в вертикальной вибрирующей трубе / В.П. Надутый, В.И. Елисеев, В.И. Луценко // Вібрації в техніці та технологіях : Всеукр. наук.-техн. журнал. – Вінниця, 2013. – Вип. 1(69). – С. 31-36.

2. Надутый В.П. Влияние вибраций на статическое положение мениска движущейся в капилляре жидкости / В.П. Надутый, В.И. Елисеев, В.И. Луценко // Вісник Національного технічного університету "Харківський політехнічний інститут" : Зб. наук. праць. Тематичний випуск "Хімія, хімічна технологія та екологія". – Харків: НТУ "ХПІ", 2011. – № 59. – С. 104-111.

3. Антипов С.Т. Кинетика процесса вакуумной сушки в непрерывном режиме / С.Т. Антипов, С.В. Шахов, И.О. Павлов // Вестник Международной академии холода. – 1999. – № 1. – С. 8-12.

4. Дэшман С.Н. Научные основы вакуумной техники / С.Н. Дэшман. – М.: Мир, 1964. – 710 с.

5. Кройт Г.Р. Наука о коллоидах / Г.Р. Кройт. – М.: ИЛ, 1955. – Т.1. – 538 с.

6. Адам Н.К. Физика и химия поверхностей / Н.К. Адам. – М.-Л.: Гостехиздат, 1947. – 552 с.

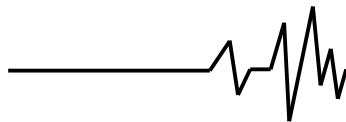
7. Патент на корисну модель № 92897, UA, МПК В 01 D 61/56 (2006.1). Пристрій для зневоднення/ Надутый В.П., Сухарев В.В., Костира С.В. – Заявка № 2014 03 312; Заявл. 01.04.2014, Опубл. 10.09.2014. Бюл. № 17. – 4 с.

8. Надутый В.П. Результаты комплексного обезвоживания горной массы на вибрационном устройстве / В.П. Надутый, В.В. Сухарев, С.В. Костира // Вібрації в техніці та технологіях: Всеукр. наук.-техн. журнал. – Вінниця, 2014. – Вип. 1(73). – С. 88-93.

Список источников в транслитерации

1. Naduty V.P. Effekt podema vlazhnykh chastits v vertikalnoy vibriuyushchey trube / V.P. Naduty, V.I. Eliseyev, V.I. Lutsenko // Vibratsii v tekhnitsi ta tekhnologiyakh : Vseukr. nauk.-tekh. zhurnal. – Vinnytsia, 2013. – Vyp. 1(69). – S. 31-36.

2. Naduty V.P. Vliyanie vibratsiy na staticheskoye polozheniye meniska dvizhushchey v kapillare zhidkosti / V.P. Naduty, V.I. Eliseyev, V.I. Lutsenko // Visnyk Nacionalnoho tekhnichnoho universytetu "Kharkivskii politekhnichnyi instytut" : Zb. nauk. prac. Tematychnyi vypusk "Himiya, himichna tekhnolohiya ta ekolohiya". – Kharkiv: NTU "HPI", 2011. – № 59. – S. 104-111.



3. Antiapov S.T. Kinetika processa vakuumnoy sushki v nepreryvnom rezhime / S.T. Antiapov, S.V. SHahov, I.O. Pavlov // Vestnik Mezhdunarodnoy akademii holoda. – 1999. – № 1. – S. 8-12.

4. Dushman S.N. Nauchnye osnovy vakuumnoy tekhniki / S.N. Dushman. – M.: Mir, 1964. – 710 s.

5. Kroyt G.R. Nauka o kolloidakh / G.R. Kroyt. – M.: IL, 1955. – Т.1. – 538 s.

6. Adam N.K. Fizika i himiya poverkhnostey / N.K. Adam. – M.-L.: Gostekhizdat, 1947. – 552 s.

7. Patent na korysnu model № 92897, UA, MPK V 01 D 61/56 (2006.1). Prystriy dlia znevodnennia/ Nadutyi V.P., Sukharyev V.V., Kostyrya S.V. – Zayavka № 2014 03 312; Zayavl. 01.04.2014, Opubl. 10.09.2014. Biul. № 17. – 4 s.

8. Nadutyi V.P. Rezultaty kompleksnogo obezvozhvaniya gornoy massy na vibratsionnom ustroystve / V.P. Nadutyi, V.V. Sukharyev, S.V. Kostyrya // Vibratsii v tekhnitsi ta tekhnolohiyakh: Vseukr. nauk.-tekhn. zhurnal. – Vinnytsia, 2014. – Vyp. 1(73). – S. 88-93.

РОЗРОБКА СХЕМИ ВІБРОПРИСТРОЮ І ВИБІР ЙОГО ПАРАМЕТРІВ ДЛЯ РЕАЛІЗАЦІЇ КОМПЛЕКСНОГО ЗНЕВОДНЕННЯ ГІРНИЧОЇ МАСИ

Анотація. У статті відображено результати комплексного зневоднення подрібненої гірської маси. В установці для

комплексного зневоднення використовуються три механічних способи зневоднення: вібраційний, вакуумний і електроосмотический. Визначено ступінь впливу кожного способу на процес зневоднення. Встановлено залежності залишкової вологи в трьох різних гірничих масах (граніт, вугілля і залізна руда), що розрізняються не тільки щільністю, але і фізичними і хімічними властивостями.

Ключові слова: вібротранспортування, вакуумування, електроосмос, зневоднення, комплексний метод.

DEVELOPMENT SCHEMES OF VIBRATION DEVICE AND THE CHOICE OF ITS PARAMETERS FOR THE IMPLEMENTATION OF THE COMPREHENSIVE ROCK MASS DEHYDRATION

Annotation. The article reflects the results of a comprehensive dewatering crushed rock mass. The setting for the complex mechanical dewatering method uses three dehydration - Vibration, vacuum and electro. The degree of influence of each method in the dehydration process. The dependences of the residual moisture in three different mountain masses (granite, coal and iron ore), which differ not only density, but also the physical and chemical properties.

Key words: vibrotransportation, vacuum, electroosmosis, dehydration, dehydration, complex method.