

Надутый В. П.

Сухарев В. В.

Костыря С. В.

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

Nadutyi V. P.

Sukharyev V. V.

Kostyrya S. V.

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

УДК 622/794:621-1/-9

## ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОМПЛЕКСНОГО ОБЕЗВОЖИВАНИЯ ГОРНОЙ МАССЫ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СИНХРОННОГО ИМПУЛЬСНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

*В статье отображены результаты исследований направленные на повышение эффективности комплексного обезвоживания горной массы за счет синхронизации механического влияния на сыпучий материал однополярных пульсаций электрических импульсов, частот колебаний вибровозбудителя и вакуумного перепада давлений. Благодаря тому, что синхронизируются три механических способа обезвоживания система будет работать в более рациональном режиме и резонансе с максимальной динамикой процесса обезвоживания и минимальным использованием электроэнергии.*

*Ключевые слова: вибротранспортирование, вакуумирование, электроосмос, комплексное обезвоживание, импульсное воздействие.*

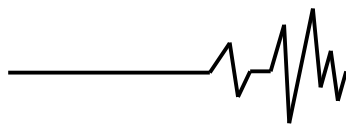
Обезвоживание горной массы является важным технологическим процессом при добыче, переработке и обогащении полезных ископаемых. Существующие методы обезвоживания, как правило, энергоемкие и требуют сложного оборудования. Однако при их использовании (кроме термического) остаточная влага конечного продукта 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.

Известно обезвоживание на вакуумфильтрах различных конструкций. Обезвоживание осуществляется в непрерывном режиме, что является преимуществом, а главные недостатки – металлоемкость, довольно высокая влажность обезвоженного осадка (20-25 %), значительный унос полезного твердого продукта в фильтрат при обезвоживании мелкой горной массы с крупностью частиц менее 0,5 мм и высокое сопротивление осадка при вакуумном фильтровании [1].

Вибрационное обезвоживание на виброгрохотах для классификации мелких и тонких фракций является эффективным и экономически целесообразным, однако он используется только для предварительного обезвоживания, поскольку не дает достаточного обезвоживания (остаточная влага 15-20 %) [2, 3].

Разработанное авторами устройство позволяет выполнять комплексное обезвоживание горной массы, поскольку в нем одновременно используются три механизма обезвоживания (вибрационный, вакуумный и электрокинетический) на основе электроосмоса [4].

Применение электрокинетического метода на основе электроосмоса показало положительные результаты при обезвоживании угольных флотоконцентратов [5, 6]. Его привлекательность состоит в том, что в процессе использования возможна интенсификация более глубокого обезвоживания легкофильтруемых и труднофильтруемых концентратов за счет извлечения влаги из пор и капилляров твердого остатка.

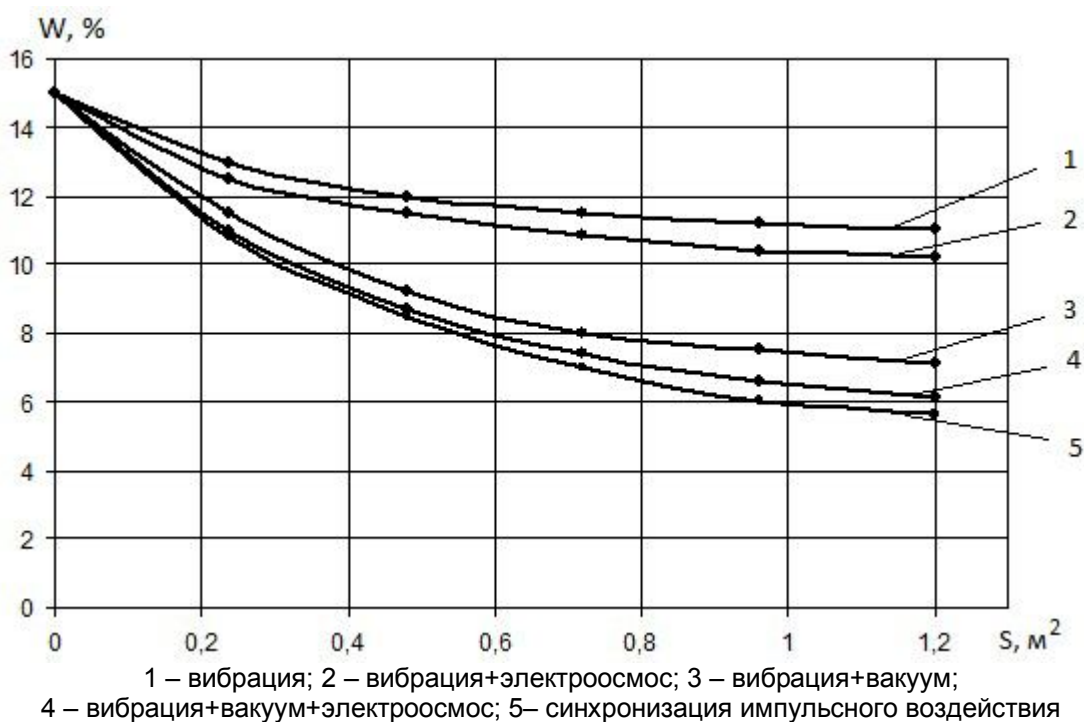


**Целью исследования является** повышение эффективности комплексного обезвоживания горной массы за счет синхронизации механического влияния на сыпучий материал однополярных пульсаций электрических импульсов, частот колебаний вибровозбудителя и вакуумного перепада давлений [7].

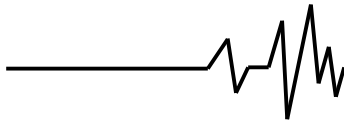
Принцип работы обезвоживающего устройства следующий: в бункер непрерывно поступает влажный материал, который попадает в диэлектрический рабочий орган, в котором по всей длине располагается электропроводящий стержень, соединенный с анодом, где под влиянием импульса постоянного тока избыточная влага, вместе с материалом, движется по перфорированной поверхности, которая соединена с катодом. Благодаря разности потенциалов обеспечивается отток жидкости к катоду и происходит электроосмотическое обезвоживание. Установленный на корпусе устройства вибровозбудитель непрерывно транспортирует материал по перфорированной поверхности к прикрепленной вакуумной камере, через которую происходит удаление жидкости. В тоже время на обезвоживающий материал оказывает импульсное воздействие перепада давления, создаваемое вакуумным насосом. Использование синхронной работы

импульсного вакуумного перепада давления и электроосмоса при обезвоживании позволяет удалять капиллярную, пористую и внешнюю влаги из материала. Избыточная жидкость выводится из вакуумной камеры с помощью прибора для слива воды. Благодаря тому, что электрические импульсы совпадают с частотой колебаний вибровозбудителя и импульсного вакуумного перепада давлений система будет работать в более рациональном режиме и резонансе с максимальной динамикой процесса обезвоживания и минимальным использованием электроэнергии.

При исследованиях, направленных на повышение эффективности комплексного обезвоживания горной массы за счет синхронизации механического влияния на сыпучий материал потребовалось провести комплекс экспериментов по установлению влияния каждого механизма обезвоживания на материал (Рис. 1). При проведении серии экспериментов постоянными значениями факторов были следующие: частота вращения вала вибровозбудителя ( $\omega$ ) - 3000 об/мин; возмущающее усилие ( $F$ ) - 0,5 кН; угол наклона обезвоживающего устройства ( $\alpha$ ) - 5 град; давление в вакуумной камере ( $P$ ) - 0,063 МПа; напряжение на электроде ( $U$ ) - 75В; начальная влажность ( $W$ ) - 15 %.



**Рис. 1. Зависимость изменения конечной влажности материала от площади поверхности при различных обезвоживающих воздействиях**



Таким образом, в результате исследований вибрационного устройства для комплексного обезвоживания горной массы установлена степень влияния каждого из трех методов обезвоживания и возможность дообезвоживания с помощью электрокинетического метода с использованием электроосмоса. При синхронизации электрических импульсов, частотой колебаний вибровозбудителя и импульсного вакуумного перепада давления процесс обезвоживания интенсифицируется и более эффективен.

**Основные итоги исследований:** В результате анализа полученных данных очевидно, что по отдельности каждый из механических методов с определенной степенью осуществляет обезвоживание. Комплексным методом можно достичь достаточно низкой степени влажности материала (около 6 %), однако при синхронизации электрических импульсов, частотой колебаний вибровозбудителя и импульсного вакуумного перепада давлений система работает в более рациональном режиме и содержание остаточной влаги в материале значительно ниже.

#### Список использованных источников

1. 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.
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. Надутый В.П. Исследование кинетики обезвоживания при вибрационном грохочении / В.П. Надутый, Е.С. Лапшин, А.И. Шевченко // Збагачення корисних копалин : Наук.-техн. зб. / Національний гірничий університет. – Дніпропетровськ, 2012. – Вип. 49(90). – С. 112-120.
4. Патент на корисну модель № 89501, UA, МПК В 01 D 61/56. Пристрій для зневоднення сипких матеріалів. Надутый В.П., Сухарев В.В., Костирия С.В. – З. № 2013 12 652; Заявл. 25.10.2013, Опубл. 25.04.2014. Бюл. № 8. – 4 с.

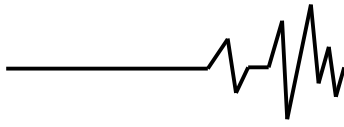
5. Порсев Е.Г. Способы снижения энергозатрат на электро-осмотическое обезвоживание материалов / Е.Г. Порсев, С.В. Ковалев // Механизация и автоматизация работ : Науч.-техн. бюл. / СО ВАСХНИЛ. – Вып. 33. – Новосибирск, 1989. – С. 35-42.

6. Порсев Е.Г. Электроосмотическое обезвоживание влажных дисперсных материалов / Е.Г. Порсев, Ю.А. Меншиков // Механизация и автоматизация работ : Науч.-техн. бюл. / СО ВАСХНИЛ. – Вып. 49. – Новосибирск, 1985. – С. 37-46.

7. Патент на корисну модель №101478 UA, МПК<sup>10</sup>, B01D61/56(2006.01). Спосіб зневоднення сипкої гірської маси / В.П. Надутый, В.В. Сухарев, С.В. Костирия; ІГТМ НАНУ; заявл. 15.04.2015; у 2015 03530; опубл. 10.09.2015. Бюл. №17. – 4 С.

#### Список источников в транслитерации

1. Antipov S.T. Kinetika protsesa vakuumnoy sushki v nepreryvnom rezhime / S.T. Antipov, S.V. Shakhov, I.O. Pavlov // Vestnik Mezhdunarodnoy akademii kholoda. – 1999. – N 1. – pp. 8-12.
2. Naduty V.P. Vliyanie vibratsiy na staticheskoe polozhenie meniska dvizhuscheyasya v kapillyare zhidkosti / V.P. Naduty, V.I. Eliseev, V.I. Lutsenko // Visnyk Natsionalnoho tekhnichnoho universytetu "Kharkivskyy politekhnichnyi instytut" : Zb. nauk. prats. Tematychnyi vypusk "Khimii, khimichna tekhnolohiia ta ekelohiia". – Kharkiv: NTU "KhPI", 2011. – № 59. – pp. 104-111.
3. Naduty V.P. Issledovanie kinetiki pri vibratsionnom grokochenii / V.P. Naduty, E.S. Lapshin, A.I. Shevchenko // Zbahachennia korisnykh kopalyn : Nauk.-tekhn. zb. / Natsionalnyy hirnychyy universytet. – Dnipropetrovsk, 2012. – Vyp. 49(90) – pp. 112-120.
4. Patent na korysnu model № 89501, UA, МПК В 01 D 61/56. Prystriy dlia znevodnennia sypkykh materialiv. Naduty V.P., Sukhariev V.V., Kostyria S.V. – Z. № 201312652; Zaiavl. 25.10.2013, Opubl. 25.04.2014, Biul. № 8. – 4 p.
5. Porsev E.G. Sposoby snizheniya energozatrat na elektroosmoticheskoe obezvozhivanie materialov / E.G. Porsev, S.V. Kovalev // Mekhanizatsiya i avtomatizatsiya rabot : Nauch.-tekhn. byul. / SO VASKhNIL. – Vyp. 33. – Novosibirsk, 1989. – pp. 35-42.
6. Porsev E.G. Elektroosmoticheskoe obezvozhivanie vlazhnykh dispersnykh materialov / E.G. Porsev, Yu.A. Menshikov // Mekhanizatsiya i avtomatizatsiya rabot : Nauch.-tekhn. byul. / SO



VASKhNIL. – Выр. 49. – Novosibirsk, 1985. – pp. 37-46.

7. Patent na korisnu model' №101478 UA, MPK10, B01D61/56(2006.01). Sposib znevodnennja sipkoї girs'koї masi / V.P. Nadutij, V.V. Suharev, S.V. Kostirja; IGTM NANU; zajavl. 15.04.2015; u 2015 03530; opubl. 10.09.2015. Bjul. №17. – 4 S.

**ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ  
КОМПЛЕКСНОГО ЗНЕВОДНЕННЯ ГІРНИЧОЇ  
МАСИ НА ОСНОВІ ВИКОРИСТАННЯ  
СИНХРОННОГО ІМПУЛЬСНОГО ВПЛИВУ**

**Анотація.** У статті відображені результати досліджень спрямовані на підвищення ефективності комплексного зневоднення гірської маси за рахунок синхронізації механічного впливу на сипкий матеріал однополярних пульсацій електричних імпульсів, частот коливань вібробудника і вакуумного перепаду тиску. Завдяки тому, що синхронізуються три механічних способу зневоднення система буде працювати в більш оптимальному режимі і резонансі з максимальною динамікою процесу

зневоднення і мінімальним використанням електроенергії.

**Ключові слова:** вібротранспортування, вакуумування, електроосмос, комплексне зневоднювання, імпульсний вплив.

**IMPROVEMENT OF EFFICIENCY OF  
INTEGRATED ROCK MASS DECOMPOSITION  
BASED ON USE OF SYNCHRONOUS PULSE**

**Annotation.** The article shows the results of research aimed at increasing the efficiency of complex dewatering of the rock mass due to synchronization of the mechanical effect on the bulk material of unipolar pulsations of electric pulses, vibration frequencies of the exciter and vacuum pressure drop. Due to the fact that three mechanical methods of dewatering are synchronized, the system will operate in a more rational mode and resonance with the maximum dynamics of the dehydration process and the minimum use of electricity.

**Key words:** vibrating transportation, vacuum process, electroosmotic process, complex dehydration, impulse action.