

*А.А. БЕРЕЗНЯК*, канд. техн. наук, *В.Ф. ГАНКЕВИЧ*, канд. техн. наук,  
*А.А. БЕРЕЗНЯК*, студент, НГУ

## **ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРООСМОСА ДЛЯ ОБЕЗВОЖИВАНИЯ ТОНКОДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМ**

В статті розглянуто зневоднення тонкодисперсних систем із застосуванням електроосмосу та наведені експериментальні дані щодо зневоднення крейди. Зроблена оцінка питомих енергетичних витрат на цей процес.

In the article dehydration of the micronized systems is considered with the use of electroosmose and experimental information is resulted on dehydration swept. The estimation of specific power expenses is done on this process.

В настоящее время в горнорудной промышленности накоплено огромное количество отходов, представляющие собой тонкодисперсные системы, состоящие из частиц, крупность которых менее 50 мкм. Утилизация этих отходов является актуальной задачей. Одним из перспективных методов их утилизации является получение строительных материалов прессованием с применением термопластичных органических связующих, таких как полиэтилен, полистирол, полипропилен.

В качестве примера могут служить отходы, образующиеся при механической обработке гранита. После их предварительного обезвоживания, сушки и добавления 30% в качестве связующего вторичного полиэтилена прессованием при температуре 160 – 180°С получается композитный материал, из которого можно изготавливать тротуарную и облицовочную плитку, бордюры, подоконники, сантехизделия и другое.

Такой способ утилизации отходов требует удаления влаги из тонкодисперсных систем. Термическая сушка является наиболее дорогостоящим процессом, поэтому необходимо предварительно удалять влагу механическим способом с наибольшей эффективностью.

Одним из перспективных способом удаления влаги является механическое обезвоживание прессованием. Более глубокой степени обезвоживания можно достичь с использованием электроосмоса.

Электроосмос представляет собой движение жидкости через капилляры или поры среды под действием внешнего электрического поля [1]. Это явление

ние обусловлено двойным электрическим слоем, образованным за счет адсорбции молекул или ионов на границе раздела твердой и жидкой фаз. На любой твердой поверхности в жидкости происходит в большей или меньшей степени адсорбция либо растворенного вещества, либо молекул растворителя. Если адсорбируются ионы или полярные молекулы, то это приводит к образованию двойного слоя, целиком расположенного в жидкой фазе. Подобные двойные слои обнаружены на стекле, фарфоре, кварце, глине, многих окислах и сульфидах металлов и т.д.

По мере удаления от поверхности твердого тела связь с ней ионов или ориентированных молекул становится все слабее. На некотором расстоянии связь настолько слаба, что слой жидкости может перемещаться, увлекая за собой заряды оставшейся части размытого двойного слоя, потенциал которой обозначен символом « $\zeta$ ». Или же наоборот, эта часть двойного слоя может перемещаться в электрическом поле, увлекая с собой молекулы жидкости. Потенциал той части двойного слоя, который обуславливает это явление, называется электрокинетическим или дзета-потенциалом.

Теоретически можно найти величину скорости движения жидкости в зависимости от факторов, ее определяющих [2]. Этот вывод основан на использовании равенства абсолютных величин напряженности поля, как движущей силы, и сопротивления движению (трение) при установившемся стационарном режиме. Скорость движения  $u$  зависит от сечения капилляра  $q$ , расстояния между электродами  $l$ , приложенной к ним э. д. с.  $E$ , вязкости  $\eta$ , диэлектрической проницаемости среды  $\epsilon$  и дзета-потенциала  $\zeta$ :

$$u = q \frac{z_e E}{4\pi h l}$$

Величина и знак электрокинетического потенциала зависят от строения двойного электрического слоя. Поэтому изменение состава раствора может изменять величину и даже знак  $\zeta$  вследствие адсорбции тех или иных частиц. Вообще же величина  $\zeta$  невелика и обычно не превосходит 0,1 В. Поэтому заметная скорость движения  $u$  получается лишь при сравнительно большой напряженности поля.

Движение жидкости при электроосмосе может происходить не только в одиночном капилляре, но и в серии параллельно расположенных капилляров. Подобное строение имеют различные пористые вещества, к которым относятся и тонкодисперсные системы. На этом основано техническое использо-

вание этого явления. Слой глины или торфа, помещенный между сетчатыми электродами, может быть электроосмотически обезвожен.

В лабораторных условиях было осуществлено обезвоживание мела прессованием с использованием электроосмоса. Схема установки приведена ниже (рис. 1).

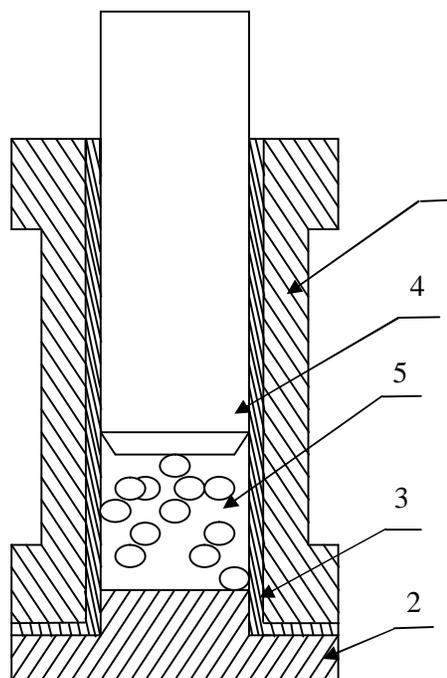


Рис. 1. Схема установки для обезвоживания прессованием с применением электроосмоса

Установка представляет собой цилиндр 1 с внутренним диаметром 22 мм и высотой 54 мм, в нижней части которого находилась опорная крышка 2. Внутренняя поверхность цилиндра покрыта электрической изоляцией 3. В цилиндр помещался обезвоживаемый мел 5, который сжимался посредством пуансона 4. При использовании электроосмоса нижняя крышка служила катодом, а пуансон – анодом. В опытах регистрировались напряжение на установке и ток, протекающий через обезвоживаемый материал.

Сжимающее усилие обеспечивалось размещением установки между плитами гидравлического пресса, давление жидкости в рабочей камере которого регистрировали посредством манометра.

Обезвоживанию подвергался мел с начальной влажностью около 40 %, из которого формировался цилиндр высотой 20 мм. Влага из обезвоживаемого материала удалялась через зазоры между цилиндром, пуансоном и крышкой. Под заданным давлением во всех случаях образец выдерживался 60 с. В

случае использования электроосмоса ток через обезвоживаемый мел пропускался в течение первых 30 с. Результаты испытаний приведены на рис. 2.

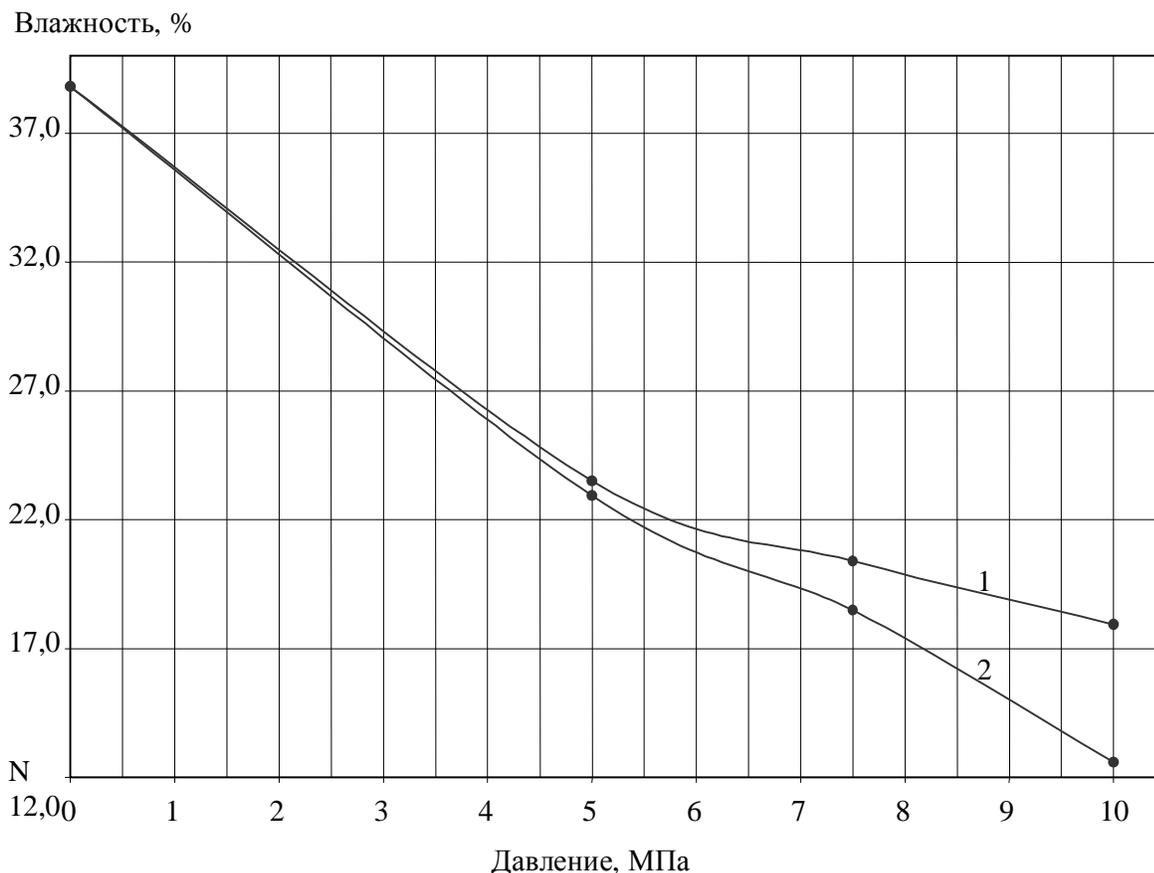


Рис. 2. Зависимость влажности обезвоживаемого мела от давления:  
1 – без применения электроосмоса; 2 – с применением электроосмоса

Как следует из рисунка, применение электроосмоса позволяет снизить конечную влажность обезвоживаемого мела на 5,3 %. Необходимо отметить, что с увеличением давления в образце влияние электроосмоса на эффективность обезвоживания увеличивается.

При термической сушке в барабанной сушилке в среднем расходуется около 5 МДж на килограмм испаренной влаги. В нашем случае расход электрической энергии составил 6,63 МДж на килограмм удаленной влаги, что несколько больше, чем в случае термической сушки. Однако, совмещение процесса прессования с электроосмосом в ряде случаев позволяет обойтись без термической сушки, что может быть экономически целесообразно.

**Список литературы:** 1. Скорчеллетти В.В. Теоретическая электрохимия / В.В. Скорчеллетти. – Л.: Химия, 1970. – 608 с. 2. Духин С.С. [Электрофорез](#) / С.С. Духин, Б.В. Дерягин. – М. – 1976. – 211 с.