

УДК 622.794

О.В. Кондратенко, Ю.Д. Тарасов

ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ВЛАГОСОДЕРЖАНИЯ САПРОПЕЛЯ

Предложен новый метод гигроскопичного обезвоживания сапропеля и разработана конструкция аппарата, реализующего центробежный способ обезвоживания с учетом свойств сапропеля.

Ключевые слова: влагосодержание сапропеля, вакуум-фильтры, гигроскопический метод, обезвоживание сапропеля.

Семинар № 18

**O.V. Kondratenko, Y.D. Tarasov
THE TECHNOLOGY AND
EQUIPMENT FOR MOISTURE
CONTENT REDUCING IN A SAPROPEL**

A new procedure for hygroscopic dehydration of a sapropel is proposed; the construction of a special device that dehydrates by centrifugal method and takes into account sapropel conditions is developed.

Key words vacuum-filters, a hygroscopic method, sapropel dehydration.

Для снижения влагосодержания сапропеля, обладающего особыми свойствами по сравнению с другими материалами, не могут быть использованы также широко распространенные методы обезвоживания, как дренирование, обезвоживание на вращающихся грохотах и дуговых ситах и т.д. Не пригоден и метод вымораживания, т.к. добытая из водоема сапропелевая масса и размещенная в прибрежной зоне за теплый период года успеет засориться сорняками растений с неизбежной потерей качества и существенным ограничением возможности дальнейшего использования такого сапропеля. Поэтому наиболее распространенными способами обезвоживания различных материалов, которые нашли практические

применения на промышленных предприятиях и которые могут быть использованы для снижения влагосодержания сапропелевой массы, являются: обезвоживание материалов в центробежном поле и на вакуум-фильтрах. Процесс обезвоживания шламов с использованием центробежных сил осуществляется в осадительных центрифугах. Использование сил центробежного поля, которое в сотни раз превосходит по величине силу тяжести, обеспечивает высокую интенсивность отделения влаги от шлама на центрифугах. Принцип действия центрифуги основан на осаждении твердых шламовых частиц из жидкости, а затем их обезвоживании в сформированном осадке. Готовый обезвоженный продукт получается в результате принудительной фильтрации воды, находящейся в материале, за счет центробежных сил.

Обезвоживание на вакуум-фильтрах. Вакуум-фильтры по своей конструкции предназначены преимущественно для обезвоживания быстроосаждающихся материалов.

Среди достоинств вакуум-фильтров можно отметить глубокую степень обезвоживания грубодисперсных и зернистых материалов (возмож-

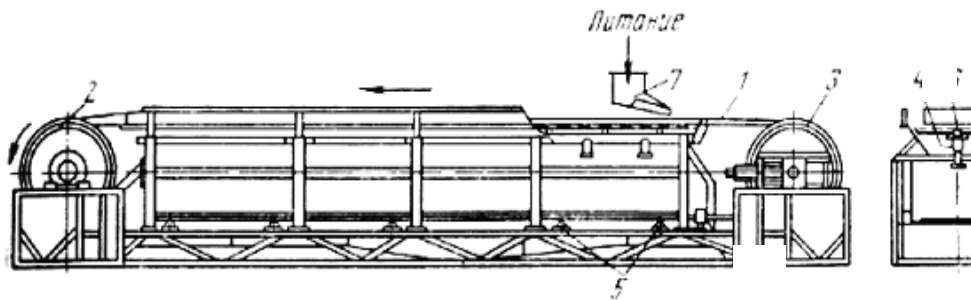


Рис. 1 Ленточный вакуум-фильтр завода «Прогресс» (Украина)

но достижение в готовом продукте относительной влажности $W = 6\%$). В то же время вакуум-фильтры отличаются невысокой производительностью и существенным потреблением энергии. Кроме того, они требуют применения дорогостоящего и сложного оборудования для создания вакуума.

Известны также исследования по обезвоживанию сапропелей с использованием электроосмотического воздействия. Однако этот способ связан с высокими удельными затратами энергии, характеризуется низкой производительностью, повышенными требованиями к технике безопасности. При этом обезвоживании предполагается введение в сапропелевую массу сорбентов, которые снижают товарные свойства сапропелей и ограничивают возможности их применения.

В настоящее время для принудительного отделения жидкой фазы из сапропеля на предприятиях применяются преимущественно два метода – фильтрование на вакуум-фильтрах и центрифугирование. Однако оба эти метода требуют применения дорогостоящего оборудования и значительных энергозатрат при периодичности технологического процесса.

Неэффективность этого оборудования для обезвоживания сапропеля во многом вызвана тем, что и вакуум-

фильтры и горизонтальные центрифуги, которые разработаны для обезвоживания материалов, физико-механического свойства, которых существенно отличаются от свойств сапропеля. При этом определяющей является коллоидная структура сапропелевой массы, в связи с чем обычный процесс фильтрования через пористую преграду оказывается совершенно неприемлемым.

Использование тепловых сушильных камер ограничено, помимо высокой энергоемкости процессе выполнения условия сохранения первоначальных свойств органической составляющей сапропеля, которая начинает разлагаться уже при температурах более 70°C . Нецелесообразность сушки добываемой из водоемов сапропелевой массы, вызвана тем, что сапропель имеет влажность, достигающую до $93\% - 96\%$, т.е. твердой составляющей содержится всего $7\% - 4\%$ по массе.

В СПГИ (ТУ) предложен и разработан альтернативный рассмотренным способ снижения влагосодержания сапропеля перед его сушкой.

Способ основан на использовании гигроскопического метода. Суть его состоит в том, что к поверхности слоя сапропеля прижимают пористый материал с незамкнутой капиллярной структурой толщиной не менее 4 мм (например, материал типа «Экспресс»)

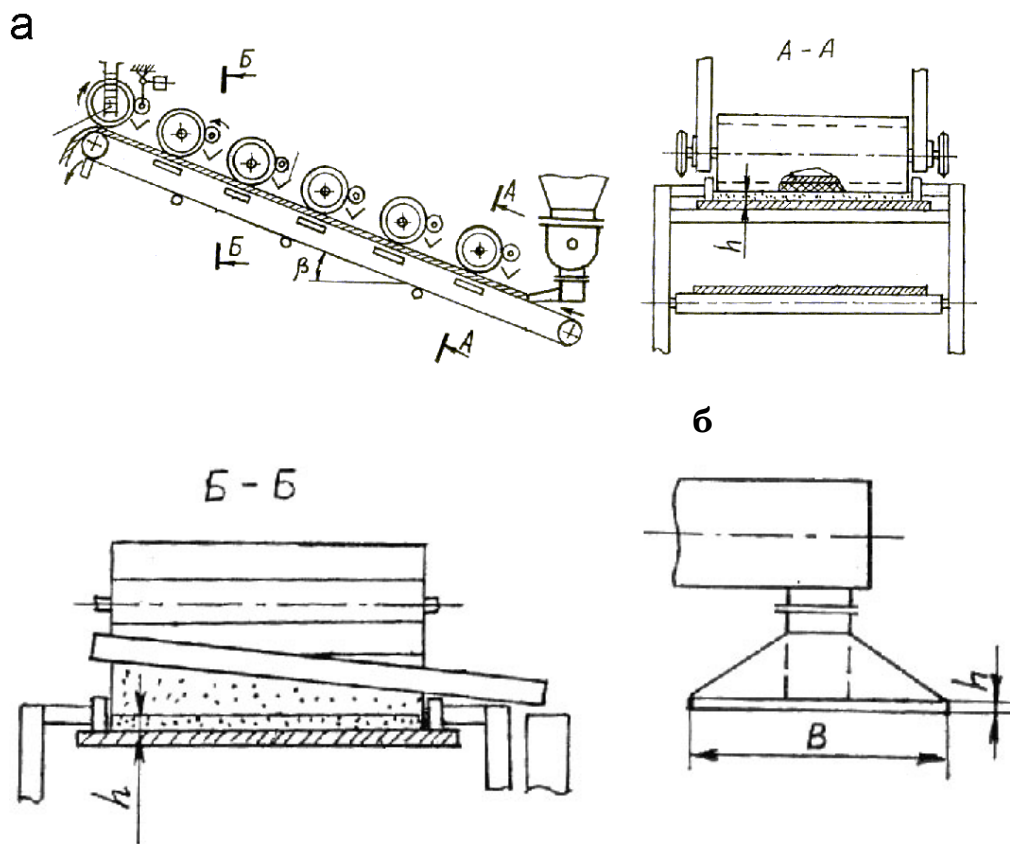


Рис. 2 Комплекс для снижения влагосодержания сапропеля с барабанными водоотделителями при линейном контакте: а – общий вид; б – узел подачи сапропеля на грузонесущую ленту

при давлении $20 \div 30$ кПа на 1 мм толщины пористого материала. Продолжительность времени прижатия – не более $1 \div 2$ с.

За счёт гигроскопического эффекта влага из сапропелевой массы переходит в прижимаемый к ней материал с незамкнутой капиллярной структурой. Эффект отделения влаги от сапропелевой массы существенно возрастает за счёт нарушения структуры коллоидной системы сапропеля при введении в неё, в очень малой концентрации, реагента – дестабилизатора. После этого пористый материал с впитанной в него влагой отжимает-

ся от этой влаги. Число циклов прижатия и отжима влаги принимают от 4 до 10 в зависимости от толщины слоя сапропелевой массы. Экспериментальными исследованиями было установлено, что при шести циклах обезвоживания удаётся снизить влагосодержание на 50%-60%.

Описанный способ снижения влагосодержания сапропеля коллоидной структуры положен в основу рассмотренных ниже принципиальных схем технологических комплексов непрерывного действия.

Сапрпель, поступающий на первый цикл обезвоживания, содержит

максимальное количество несвязанной или слабо связанной влаги, для отделения которой не требуется значительных затрат энергии. Поэтому для удаления влаги из сапропеля на начальных циклах обезвоживания достаточной является деформация с вытеснением воздуха из крупных пор гигроскопического материала. Как показал ряд проведенных опытов, напряжение сжатия гигроскопического материала на первых циклах не должно превышать значения 3 кПа. Поэтому в расчётах принимались следующие значения давления $\sigma = 1; 2; 3$ кПа.

Опыт испытаний лабораторной модели машины для обезвоживания сапропеля показывает, что при любом значении усилия прижатия нажимного барабана на последующих циклах закрепление частиц сапропеля на гигроскопическом материале не происходит, т.к. влажность сапропеля уже не достаточна для образования прочных адгезионных связей.

На заключительных циклах обезвоживания для максимального отвода несвязанной влаги требуется создание максимально возможного разрежения в порах гигроскопического материала. Усилие на нажимном барабане должно быть увеличено до достижения напряжения сжатия $10 \div 12$ кПа. Дальнейшее увеличение напряжения сжатия гигроскопического материала не может обеспечить увеличение эффективности водоотделения.

Поэтому для эксплуатации обезвоживающей машины может быть рекомендован соответствующий технологический регламент с минимальным давлением на первом цикле обезвоживания и максимальным – на последнем.

На диаграммах – рис. 3 и 4 показаны зависимости единичного ($\varphi, \%$) и суммарного ($\Sigma\varphi, \%$) относительного во-

доотделения из сапропеля от номера цикла обезвоживания. Серым цветом показаны зависимости, полученные при обезвоживании с постоянным давлением, а черным – с изменяемым.

Направления совершенствования машины для обезвоживания сапропеля гигроскопическим методом

Испытания подтвердили эффективность гигроскопического метода обезвоживания сапропеля и успешность его реализации в обезвоживающей машине. В то же время при испытании лабораторной модели машины был выявлен ряд подлежащих решению задач, среди которых обеспечение равномерного усилия прижатия гигроскопического материала по ширине ленты.

Предложены следующие способы прижатия нажимного барабана к несущей ленте: а) прижатие барабана к ленте при помощи наборов грузов; б) прижатие барабана к ленте при помощи нажимных винтов; в) перемещение хвостовиков осей нажимного барабана с фиксацией их положений в шелевых пазах при помощи пружины.

В лабораторной модели реализован последний вариант, так как конструктивные схемы а и б не способны обеспечить равномерное прижатие материала к слою сапропеля, а схема а, кроме того, отличается высокой металлоёмкостью и массой машины при работе с широкой конвейерной лентой и при увеличенных диаметрах прижимных барабанов.

Наряду с исследованиями, связанными с разработкой и усовершенствованием гигроскопического способа снижения влагосодержания сапропеля, в СППГИ (ГУ) разработана конструкция аппарата реализующего центробежный способ обезвоживания с учетом специфических свойств сапропеля, – вертикальная фильтрующая центрифуга непрерывного действия.

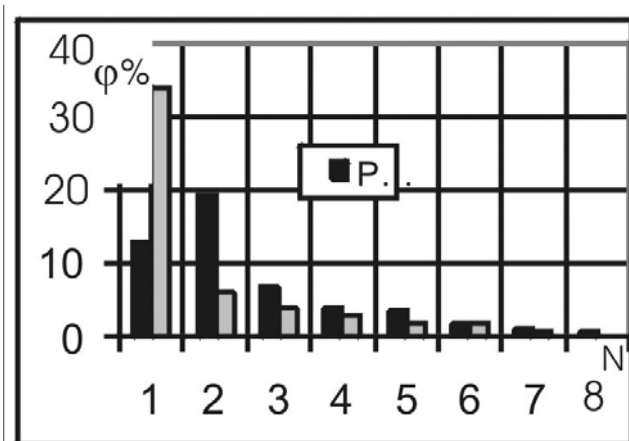


Рис. 3. Зависимость единичного водоотделения от числа циклов (без дестабилизатора) при постоянном и изменяемом давлении гигроскопического материала на слой сапропеля

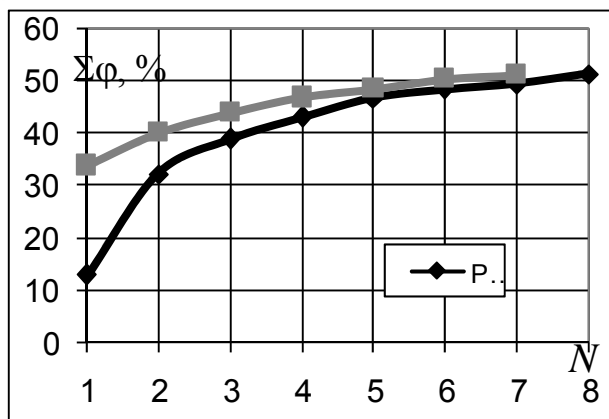


Рис. 4. Зависимость суммарного водоотделения от числа циклов (без дестабилизатора) при постоянном и изменяемом давлении гигроскопического материала на слой сапропеля

Предварительные лабораторные исследования показали, что уровень водоотделения несколько снижен по сравнению с обезвоживанием гигроскопическим методом, однако производительность аппарата достаточно велика. Кроме того, не требуется использование специальных питающих устройств, формирующих слой сапропеля, поскольку центрифуга может работать непосредственно от напорного трубопровода добычного комплекса. Исследования в этом направлении будут в дальнейшем продолжены.

Выводы

В настоящее время для принудительного отделения жидкой фазы из сапропеля на предприятиях применяются преимущественно два метода

– фильтрование на вакуум-фильтрах и центрифугирование. Однако оба эти метода требуют применения дорогостоящего оборудования и значительных энергозатрат при периодичности технологического процесса. Использование тепловых сушильных камер ограничено условием сохранения органической составляющей сапропеля, которая начинает разлагаться при температурах более 70 °С, и высокой энергоемкостью процесса.

Нельзя признать перспективными и такие способы обезвоживания сапропелей как электроосмотическое обезвоживания (из-за высоких удельных затрат энергии, низкой производительности, повышенных требований к технике безопасности).

Из перечисленных возможных способов водоотделения наиболее перспективным применительно к сапропелю представляется гигроскопический, который позволяет при промышленной реализации обеспечить непрерывный технологический процесс с удельными затратами меньше, чем при использовании центрифуг периодического действия.

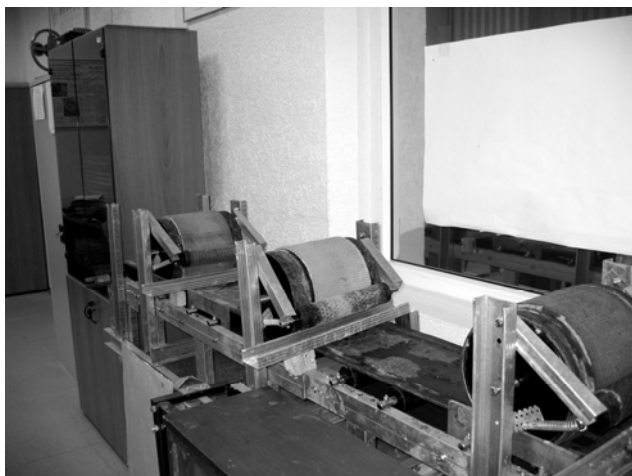


Рис. 5. Лабораторная модель машины для обезвоживания сапропеля гигроскопическим методом

Представляется также целесообразным продолжить исследования по использованию для снижения влагосодержания сапропеля перед его

сушкой фильтрующей центрифугой непрерывного действия. По-видимому, целесообразно, как один из возможных вариантов, рассмотреть в дальнейшем возможность получения на базе сгущённого сапропеля (гигроскопическим методом) продукта, являющегося смесью сапропеля с другим сухим наполнителем, обладающим полезными качествами как компонент удобрения. При этом можно отказаться от операции сушки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Курзо Б.В., Генезис и ресурсы сапропелей Белоруссии / Богданов С.В. // Минск, Наука и техника, 1989.
2. Лопотко М.З., Сапропели и продукты на их основе / Евдокимова Г.А. // Минск, Наука и техника, 1986.
3. Руденко К.Г. Обезвоживание и пылеулавливание / Шехманов М.М. // М., Недра, 1981.
4. Фоменко Т.К., Вводно-шламовое хозяйство углеобогатительных фабрик / Бутовецкий В.С., Погарцева Е.М. // М., Недра, 1974.
5. Тарасов Ю.Д., Рыжих А.Б., Прялухин А.Ф. Способ снижения влагосодержания сапропеля. Патент RU 2225855 С1 МКИ С 05 F 7/00, С 02 F 1/52; Заяв. 08.07.2002; № 2002118399; Опубл. 20.03.04, Бюл. № 8.
6. Тарасов Ю.Д., Рыжих А.Б., Прялухин А.Ф. Комплекс для снижения влагосодержания сапропеля. Патент RU 2232152 С1 МКИ С 05 F 7/00, С 02 F 11/12; Заяв. 08.07.2002; № 2002118448; Опубл. 10.07.04, Бюл. № 19.
7. Тарасов Ю.Д., Прялухин А.Ф., Рыжих А.Б. Комплекс для снижения влагосодержания сапропеля. Патент RU 2233805 С2 МКИ С 05 F 7/00, С 02 F 11/12. Заявл. № 2002122920/12 от 26.08.2002; Опубл. 10.08.04, Бюл. № 22.
8. Тарасов Ю.Д., Рыжих А.Б., Прялухин А.Ф. Проблемы добычи, снижения влагосодержания и сушки сапропеля / Горный журнал, 2004, № 12.
9. Тарасов Ю.Д., Рыжих А.Б., Прялухин А.Ф. Фильтрующая центрифуга для обезвоживания сапропеля. Патент RU 2002130104 С2 В04В3104; 7/16; 11/02; Заявл. № 2253513 от 10.07.2004; Опубл. 10.06.2005; Бюл. № 16. **ПАТ**

Коротко об авторах

Тарасов Ю.Д. – профессор, доктор технических наук,
 Кондратенко О.В. – аспирант,
 Санкт-Петербургский государственный горный институт (технический университет),
 gectorat@spmi.ru