

УДК 622.794

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ТОНКОДИСПЕРСНЫХ ОСАДКОВ

Науменко В.Г., ассистент,
Донецкий национальный технический университет

Приведена методика исследования и описание экспериментальной установки для определения параметров тонкодисперсных осадков углеобогащения

The method and experimental equipment for determination of coal fine sediments parameters are present

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами.

Переход горнодобывающей отрасли промышленности на валовую выемку сырья и широкое использование узкозахватной техники привели к повышению зольности рядового угля при одновременном увеличении количества мелких и тонких частиц. Содержание класса 0-1 мм в рядовом угле достигает в настоящее время 28-30%, а зольность в большинстве случаев составляет 25-28%. Это требует расширения фронта обезвоживания шламовых продуктов. Одним из наиболее распространенных методов обезвоживания шламов и флотационных концентратов является фильтрование, при котором жидкость проходит через слой осадка, фильтровальную ткань и поддерживающую перегородку.

Процесс фильтрования можно условно разделить на ряд подпроцессов, отличающихся по физическому принципу [1]. Главными из них являются гидродинамические, механические и фильтрационные. В фазе формирования осадка важную роль играют механические деформации твердой фазы на фоне фильтрации жидкости через пористое пространство. Механические процессы включают компрессию (сжатие осадка нормальными механическими усилиями), консолидацию (усадку твердой фазы во времени под действием постоянной нагрузки), сдвиг скелета твердой фазы под действием касательных напряжений. При этом происходит перестройка порового пространства осадка и изменение скорости удаления влаги. Отсюда вытекает актуальность исследований, направленных на поиск эффективных методов воздействия на осадок для повышения скорости фильтрации.

Анализ исследований и публикаций. В процессе обезвоживания и формирования осадка возможны несколько основных режимов их деформирования. Первый – режим компрессионного сжатия, когда в осадке развиваются (увеличиваются) только нормальные деформации сжатия, в результате чего жидкая фаза выдавливается из пор и ловушек в режиме фильтрации. Второй - режим чистого сдвига, когда возможны три проявления объемной деформации: сжатия в случае сдвига в недоконсолидированном осадке, разуплотнения в случае переконсолидированного осадка и сдвиг без изменения объема в пограничном случае. Третий режим смешанный, когда возможен сдвиг со сжатием. Перечисленные режимы характерны не только для ленточных пресс- или вакуум-фильтров, но и для осадительных центрифуг.

Любые режимы или подрежимы со сдвигом положительно влияют на процесс фильтрации, поскольку они разрушают тупиковые поры и активно перестраивают структуру осадка, способствуя увеличению скорости удаления жидкой фазы. [1].

Из механики грунтов известно, что испытания на сдвиг производят после предварительного уплотнения (консолидации) образца [2]. Кроме того, сам режим консолидации осадка представляет интерес с практической точки зрения, поскольку такие режимы повсеместно встречаются во многих аппаратах, применяемых в технологии обогащения и обезвоживания. В связи с этим необходимо испытать осадки обогащения в этих режимах.

Постановка задачи. Целью данной работы является разработка методики проведения исследований фильтрационных свойств осадков углеобогащения и экспериментальной установки.

Задачей проведения эксперимента является определение изменения скорости фильтрации воды через осадок при разных режимах механического воздействия на него. Методики таких испытаний используются в механике грунтов [2].

Изложение материала и результаты. Существует ряд методик определения сдвиговых характеристик осадков, для которых используются различные по конструкции приборы. К основным используемым методикам относятся: простой (прямой) сдвиг, вращательный срез, трехосное сжатие, кручение, одноосное сжатие, вдавливание конусов и др.

Для получения достоверных результатов исследуемый осадок должен иметь цилиндрическую форму или форму параллелепипеда [3].

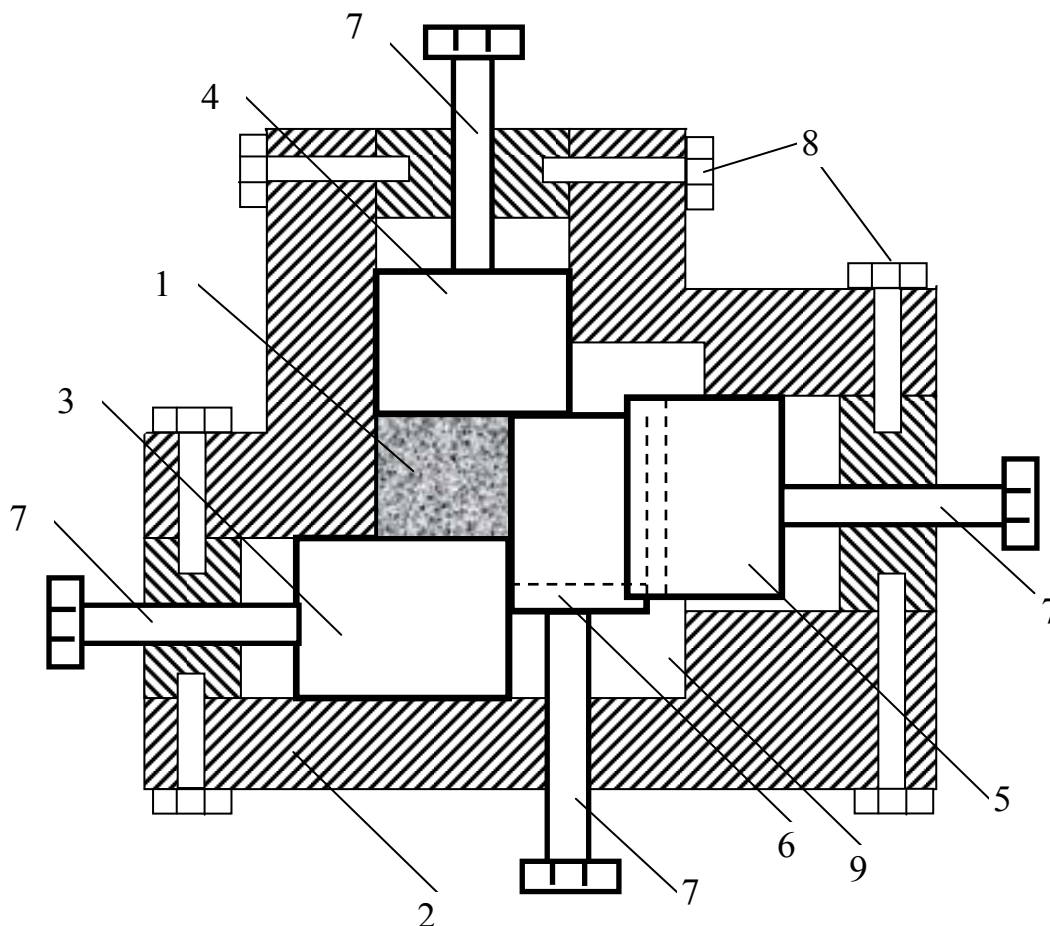
Испытание осадков может выполняться по открытой или закрытой системе. Результаты испытаний по открытой – консолидировано-дренированной – системе зависят от прилагаемого давления. Поэтому готовят несколько образцов осадка и уплотняют их при небольшом одинаковом для всех давлении до полной стабилизации деформаций, т.е. переводят их в переконсолидированное состояние. Затем давление снижают и после стабилизации деформаций разуплотнения испытывают осадок на сдвиг. При этом каждому давлению соответствует определенное состояние осадка по влажности и пористости. [3].

В случае зернистых осадков, таких как угольные шламы или пески, влажность мало влияет на сопротивляемость сдвигу. Основным фактором является плотность, выражаемая через пористость. При этом необходимо учитывать, что осадки этого типа обладают сцеплением, связанным с капиллярными явлениями. Такое сцепление исчезает при испытании осадков под водой, т.е. в обводненном состоянии. Другой причиной может быть заклинивание зернистых частиц, имеющих неправильную форму, за счет чего они как бы зацепляются друг за друга. Этот тип сцепления может рассматриваться как разновидность жесткого сцепления. Жесткое сцепление зернистых частиц в осадке влияет и на величину измеряемого угла трения, т.к. фактически измеряется условный угол трения, превышающий истинный на величину, обусловленную именно зацеплением частиц. Следует ожидать, что при переконсолидированном состоянии зернистого осадка сдвигающее усилие будет иметь максимум и затем установившиеся значения [4].

Известны устройства для испытания горных пород на срез и на трехосное сжатие [3, 5]. Эти устройства характеризуются высокой трудоемкостью в работе, отсутствием возможности проведения испытаний образцов разных размеров и моделирования водонасыщения и фильтрационных свойств тонкодисперсных осадков.

Экспериментальная установка должна обеспечивать возможность уплотнения тонкодисперсного осадка, его деформирования в различных направлениях, создания равнокомпонентного или неравнокомпонентного объемного напряжения в осадке, а также создания потока жидкости через осадок. Установка включает основание, на котором расположена измерительная ячейка, являющаяся основной частью установки, и крышку с отверстиями для подачи воды. Соответственно на основании должны быть отверстия для стока воды.

Принципиальное устройство измерительной ячейки для испытания образцов углеобогащения на трехосное сжатие показано на рисунке.



1 – испытуемый осадок; 2 – рама; 3 – поршень 1; 4 – поршень 2; 5 – поршень составной; 6 – вкладыш в составной поршень; 7 – болты для перемещения поршней; 8 – крепежные болты; 9 – опорный поддон

Рисунок. Ячейка установки для испытания водопроницаемости образцов осадка в различных напряженных состояниях

Методика проведения испытаний заключается в следующем.

Перед началом испытаний поршни устанавливаются в исходном положении. Образец призматической формы устанавливается при поднятой крышке в пространстве, образованном подвижными нагружающими поршнями и основанием установки. После установки образца накрывается крышка, имеющая идентичные с основанием отверстия для подачи воды. Крышка плотно притягивается с помощью крепежных болтов.

Создается напряженное состояние осадка путем перемещения поршней в определенной очередности. Поршни имеют возможность перемещения в горизонтальной плоскости. По количеству оборотов головки каждого болта с известным шагом резьбы регулируется подача и определяется пройденное поршнем расстояние.

Нагружение по каждой оси выполняется независимо. При этом болты поворачиваются на определенный фиксированный угол и обеспечивают постоянный контакт между поверхностью поршня и осадком. Создается давление на образец осадка нажимными поршнями, а также крышкой и основанием по его торцевой поверхности. Для обеспечения возможности перемещения один из поршней выполнен составным и имеет фасонный вырез, так называемый ласточкин хвост.

Образец нагружается до определенной величины и после этого нагружающие поршни останавливаются. Образуется объем, в котором находится сжатый с определенным усилием водонасыщенный осадок. Вода удаляется через фильтровальную ткань, осадок и отверстия в опорной плите. В ходе эксперимента определяется количество выделившейся воды и время, на основе чего рассчитывается скорость фильтрации в зависимости от параметров нагружения осадка и его проницаемости. Выполняется построение графических зависимостей и их обработка.

Деформирование осадка вызывает изменение его фильтрационных свойств. При этом происходит трансформирование пористого пространства осадка. Перед выполнением эксперимента осадок должен быть полностью насыщен водой, для чего ячейку с осадком оставляют под постоянным потоком воды длительное время (сутки) [4].

При выполнении исследований осадков углеобогащения на сдвиг необходимо учитывать, что их сопротивляемость сдвигу зависит от длительности и характера действия прилагаемой нагрузки, т.е. имеет выраженный реологический характер. При этом методика испытания должна учитывать влияние изменения структуры осадка в ходе эксперимента. Сопротивляемость осадка сдвигу определяется не только нормальными напряжениями на поверхности сдвига, но и содержит ряд параметров, которые зависят от влажности и пористости осадка.

Для водонасыщенных осадков, какими и являются материалы, подвергаемые механическому обезвоживанию, уплотнение структуры происходит только за счет выделения воды из пор. Поэтому влаж-

ность осадка становится параметром, который может характеризовать и пористость осадка.

Параллельно с процессом сдвига в осадке происходит изменение его структуры, которое может быть учтено использованием теории порового давления. В соответствии с этой теорией сопротивляемость осадка сдвигу характеризуется некоторыми условными (относительными) параметрами ϕ' и C' , которые определяются при определенных условиях. Основным условием является завершение процесса консолидации исследуемого осадка [4].

В ходе исследования осадков на сдвиг необходимо выбрать величину нормальной нагрузки, под которой будет производиться сдвиг. При этом минимальная нагрузка должна быть такой, чтобы сопротивляемость осадка сдвигу не оказалась больше этой нагрузки, иначе будет происходить не сдвиг, а отрыв. Интенсивность сдвигающей нагрузки должна быть такой, чтобы сдвиг произошел в течение 1-3 мин.

Выводы и направления дальнейших исследований. Таким образом, разработанная методика и установка удовлетворяют требованиям трехосного воздействия на тонкодисперсные осадки и могут быть использованы для определения параметров механического воздействия на осадок в целях интенсификации процесса удаления влаги из него при фильтровании.

Список источников

1. L.I. Nazimko, A.N. Corchevsky, I.N. Druts. Kinetics of Phases Interaction during Mineral Processing Simulation // Proceedings of XV International Congress of Coal Preparation. China. 2006. pp. 775-781.
2. Цытович Н.А. Механика грунтов. М.: Вища школа. – 1979. – 272 с.
3. Ломтадзе В.Д. Физико-механические свойства горных пород. Методы лабораторных исследований. М.: Недра. – 1990. – 328 с.
4. Бирюков Н.С., Казарновский В.Д., Мотылев Ю.Л. Методическое пособие по определению физико-механических свойств грунтов. М.: Недра. – 1975. – 178 с.
5. А.с. СССР М. кл. G 01 N 3/10 № 989370. Установка для испытания образцов при объемном нагружении. Опубл. 15.01.83. Бюл. №2.

Дата поступления статьи в редакцию: 05.11.07