

Зневоднення та сушіння. Водно-шламове господарство

1. Брук О.Л. Фильтрование угольных суспензий. – М.: Недра, 1978. – 376 с.

2. Жужиков В.А. Теория и практика разделения суспензий. 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Химия, 1980. – 265 с.

3. Пейчев И.Д. Исследование процесса и совершенствование техники фильтрования суспензий отходов флотации угольных шламов под давлением. Автореф. дисс. на соиск. учен. степени канд. тех. наук. М., 1981, 24 с. с ил. (ИОТТ).

© Пейчев И.Д., 2006

*Надійшла до редколегії 25.04.2006 р.
Рекомендовано до публікації*

УДК 622.794

А.А. БЕРЕЗНЯК, канд. техн. наук
(Украина, Днепропетровск, Национальный горный университет)

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РАСТВОРЕННЫХ ГАЗОВ НА ФИЛЬТРОВАНИЕ ТОНКОДИСПЕРСНЫХ СУСПЕНЗИЙ

В капиллярно-пористом теле может происходить перенос неконденсирующих газов, пара и жидкости. Пар и неконденсирующие газы, например, такие как азот, кислород, углекислый газ, могут переноситься путем диффузии и эффузии (молекулярный перенос) или путем фильтрации под действием перепада давления (молярный перенос) [1].

Растворимость газов в воде весьма значительна и равна 0,016, 0,031 и 0,878 м³/м³ воды для азота, кислорода и углекислого газа соответственно при 20 °С и парциальном давлении 0,1 МПа [2]. Кроме того, приближенно можно считать, что растворимость газов пропорциональна их парциальному давлению и обратно пропорциональна температуре.

При фильтровании суспензий слое осадка существует градиент давления, поэтому растворенные газы должны выделяться внутри пористой среды, уменьшая ее проницаемость. Многие авторы в работах по исследованию фильтруемости суспензий отмечают, что скорость фильтрования не всегда пропорциональна перепаду давления, как это следует из закона Дарси, а проницаемость осадка уменьшается во времени [3,4].

Несомненно, в эти явления вносят вклад известные процессы сжимаемости осадков и перераспределение частиц различной крупности по высоте во время фильтрования. Однако, по нашему мнению, необходимо также учитывать уменьшение проницаемости пористой среды за счет выделения растворенных газов.

Для проверки этого предположения исследовалось фильтрование

Зневоднення та сушіння. Водно-шламове господарство

дистиллированной воды через пористую перегородку из нержавеющей стали толщиной 0,2 мм с порами размером 5 мкм. Результаты измерений представлены на рис. 1. Фильтрация производилась при перепаде давления 85 кПа.

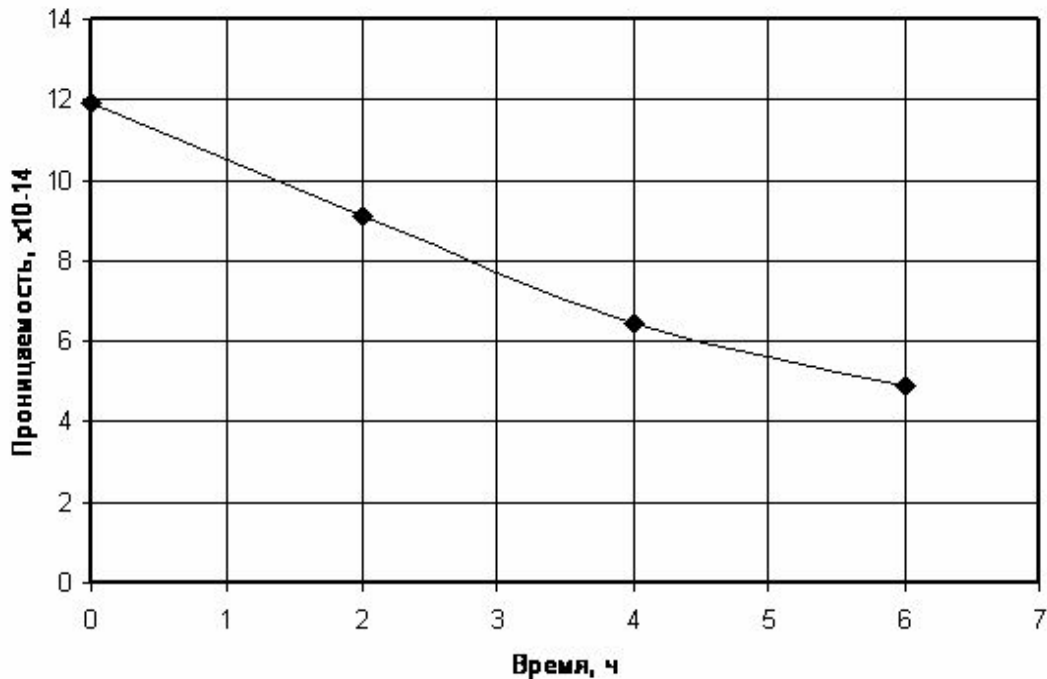


Рис. 1. Зависимость проницаемости пористой металлической перегородки от времени фильтрации.

Рис. 1. Зависимость проницаемости пористой металлической перегородки от времени фильтрации

Как видно из рисунка, проницаемость металлической перегородки за 6 часов уменьшилась в 2,4 раза.

В данном случае сжимаемость пористой среды исключается и следует полагать, что уменьшение проницаемости обусловлено именно выделением растворенного в воде воздуха, представляющего собой смесь азота и кислорода и углекислого газа. Содержание в воздухе углекислого газа примерно на три порядка меньше, чем основных газов, но и растворимость его в воде почти на три порядка выше.

Предположение о закупоривании пор растворенными газами подтверждается также тем, что при кратковременном вакуумировании системы наблюдались пузырьки газа над пористой перегородкой. После этого проницаемость несколько увеличивалась.

В первом приближении можно считать, что количество выделившегося

Зневоднення та сушіння. Водно-шламове господарство

газа пропорційно об'єму прошедшей через пористую среду воды и перепаду давления, при котором осуществляется фильтрование.

Если предположить, что проницаемость осадка подчиняется зависимости

$$C = C_0 e^{-kV(t)\Delta P}$$

то уравнение Дарси примет вид:

$$\frac{dV(t)}{dt} = \frac{C_0 e^{-kV(t)\Delta P} \Delta P F}{\mu h}$$

где $V(t)$ – об'єм фільтрата, м³; t – время фільтрування, с; C_0 – начальная проницаемость осадка, м²; k – эмпирический коэффициент; ΔP – перепад давления, Па; F – площадь фільтрування, м²; μ – вязкость воды, Па·с; h – высота слоя осадка, м.

Решение этого неоднородного дифференциального уравнения при постоянной высоте осадка приводит к выражению:

$$V(t) = \frac{\ln \left[-k\Delta P^2 C_0 F \left(-t - \frac{\mu h}{k\Delta P^2 C_0 F} \right) \right]}{kP}$$

Дифференцируя это выражение по времени, получим в явном виде уравнение скорости фильтрования:

$$\frac{dV}{dt} = \left[\left(t + \frac{\mu h}{k\Delta P^2 C_0 F} \right) k\Delta P \right]^{-1}$$

Графически зависимость скорости фильтрования от времени и давления представлена на рис. 2. Для определенности приняты следующие значения постоянных величин: $C_0 = 10^{-14}$ м²; $\mu = 10^{-3}$ Па·с; $h = 2$ см; $k = 10^{-7}$; $F = 1$ м².

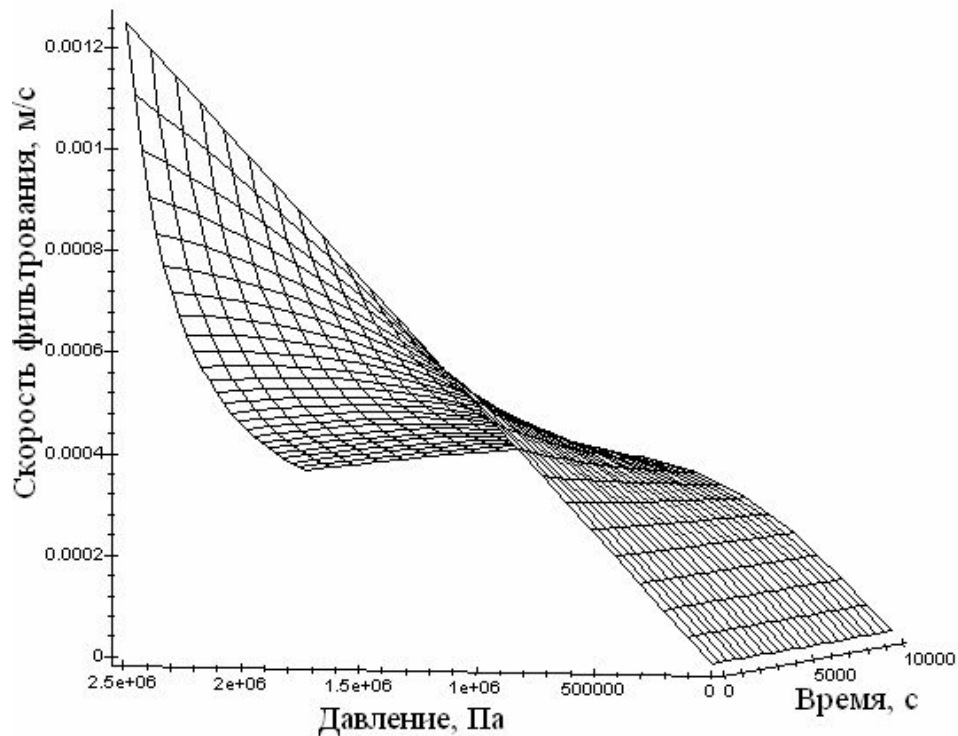


Рис. 2. Зависимость скорости фильтрования от давления и времени

Рис. 2. Зависимость скорости фильтрования от давления и времени

Эти значения типичные для осадков, полученных из тонкодисперсных глинистых суспензий.

Как видно из рисунка, при перепаде давления до 1 МПа и времени фильтрования менее 5000 с влиянием выделения растворенных газов в слое осадка можно пренебречь. При длительном фильтровании, что имеет место в случае тонкодисперсных суспензий, максимальная скорость достигается при давлении около 1 МПа, что согласуется с результатами работы [3].

Следует отметить, что в данной работе сделана только оценка возможного влияния растворенных газов на процесс фильтрования. По нашему мнению, данный вопрос представляет интерес и требует более детального изучения.

Список литературы

1. Проблемы теплообмена // сб. статей. – М.: Атомиздат, 1967. – 336с.
2. Краткий справочник физико-химических величин. – Л.: Химия, 1983. – 232 с.
3. **Пейчев И.Д.** Техника и технология фильтрования угольных суспензий // Науково-технічний збірник: Збагачення корисних копалин. – Дніпропетровськ: НГУ України. – 2005. – №22(63). – С. 121–128.
4. **Жужиков В.А.** Фильтрование. – М.: Химия, 1980. – 400 с.