

фициент отдачи осадка при опускании свободной поверхности [2,3]. Отсюда на поверхности депрессии получается следующее кинематическое граничное условие:

$$V_n = m'u_n. \quad (8)$$

Если коэффициент фильтрации k постоянен, то, дифференцируя уравнение (2) по x , а уравнение (3) по z и складывая результаты, на основании уравнения (4) получим, что напор h является гармонической функцией от переменных x, z :

$$\frac{\partial^2 h}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 h}{\partial z^2} = 0. \quad (9)$$

Однако, несмотря на то, что уравнение (9) линейное, краевая задача для h является нелинейной, поскольку уравнение границы свободной поверхности $z = H$ заранее неизвестно, так что динамическое (7) и кинематическое (8) условия должны выполняться на границе, которая сама подлежит определению в процессе решения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Жужиков В.А. Фильтрация. Теория и практика разделения суспензий. - М.: Химия, 1968. - 412с.
2. Аравин В.И., Нумеров С.Н. Теория движения жидкостей и газов в недеформируемой пористой среде. - М.: ГИТТЛ, 1953. - 616с.
3. Лейбензон Л.С. Движение природных жидкостей и газов в пористой среде. - М.: Гостехиздат, 1947. - 216с.

УДК 622.794.3 (043.3)

Е.Е. Гарковенко

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ФИЛЬТРА И ВЛАЖНОСТЬ ОСАДКА

Досліджено вплив основних технологічних параметрів процесу зневоднювання на продуктивність фільтра й вологість осаду.

Важнейшее значение при фильтровании имеет конечная влажность осадка, которая определяет дальнейшие затраты на его сушку. В зависимости от гранулометрического состава материала и характеристик порового пространства кека полная влагоемкость, влажность осадка и количественное соотношение видов влаги в нем меняются. Полная влагоемкость осадка W (%) определяется гранулометрическим параметром твердой фазы суспензии (шлама) [1]:

$$W = \frac{100}{1 + \left(\frac{p_r^{1.4} - 0,46}{0,46} \right) \frac{\rho_r}{\rho_{ж}}}, \quad (1)$$

где ρ_r – плотность частиц материала, кг/м^3 ; $\rho_{ж}$ – плотность частиц жидкости, кг/м^3 .

В обезвоженном осадке кроме неудаляющейся при обезвоживании воды W_n содержится некоторое количество теоретически удаляемой воды ΔW , которое зависит от времени обезвоживания, толщины осадка и величины вакуума:

$$\Delta W = W_{oc} - W_n. \quad (2)$$

Конечная влажность осадка W_{oc} зависит как от режима обезвоживания, так и от влагоудерживающих свойств самого шлама. Для характеристики эффективности работы фильтра при обезвоживании принят показатель, зависящий от режима его работы – эффективность обезвоживания E_o , которая пропорциональна ΔW :

$$E_o = \left(1 - \frac{\Delta W}{W_{oc}}\right) \cdot 100\%. \quad (3)$$

Анализ экспериментальных данных при оценке влияния перепада давления на влажность осадка с учетом нестационарности этого процесса позволил предложить следующие зависимости для толщины осадка соответственно 10 мм и 20 мм:

- $\delta = 10 \text{ мм}$ $W = 152,67 \cdot P^{-0,427} \cdot t^{-0,284}$, $R^2 = 0,995$, $F = 2904,34$;
- $\delta = 20 \text{ мм}$ $W = 120,13 \cdot P^{-0,359} \cdot t^{-0,225}$, $R^2 = 0,995$, $F = 2624,28$.

Высокие значения коэффициента множественной корреляции R и критерия Фишера F позволяют считать, что давление и время являются основными факторами, определяющими изменение влажности, а высокое значение F подтверждает значимость уравнения регрессии. Соответствующие значения статистики Стьюдента позволяют, при необходимости, оценить значение доверительных интервалов для каждого коэффициента регрессионного уравнения.

Экспериментальные исследования проводились в условиях ЦОФ «Чумаковская» для углей марки К. Содержание твердого в исходной пульпе флотационного концентрата изменялось в пределах 330-370 кг/м^3 , зольность питания фильтра составляла 12-14 %. Скорость вращения дисков изменялась от 30 до 50 ч^{-1} . За счет этого регулировалось время обезвоживания, а также толщина набираемого из ванны осадка, величина которой колебалась в пределах 10-20 мм. Разрежение в системе создавалось от 30 до 80 кПа. Пробы кека отбирались и усреднялись, затем по стандартной методике определялась их влажность.

На основе исследований установлено, что в диапазоне изменения времени обезвоживания от 10 до 50 секунд при увеличении разрежения с 30 до 80 кПа влажность осадка толщиной 10 мм уменьшалась с 18 до 11,5 % и с 12 до 8 %, соответственно. В среднем влажность кека снижается в 1,4-1,6 раза с течением времени.

Соответственно при увеличении толщины осадка вдвое, то есть до величины 20 мм, в том же диапазоне времени обезвоживания влажность его снижается

с 21 до 15% при разрежении в 30 кПа. При более высоких значениях перепада давлений (50-80 кПа) влажность осадка с течением времени снижается с 15 до 9 %. Уже в течение первых 10 с обезвоживания при более высоком перепаде давлений влажность снижается значительно: для перепада в 30 кПа влажность составляет 18 %, а для перепада в 80 кПа – 12,5 %, то есть на 6,5 % меньше. В целом при более высокой первоначальной влажности осадка степень снижения ее меньше в 1,2-1,4 раза.

Была также проведена серия опытов по исследованию влияния толщины осадка на показатели обезвоживания (рис. 1).

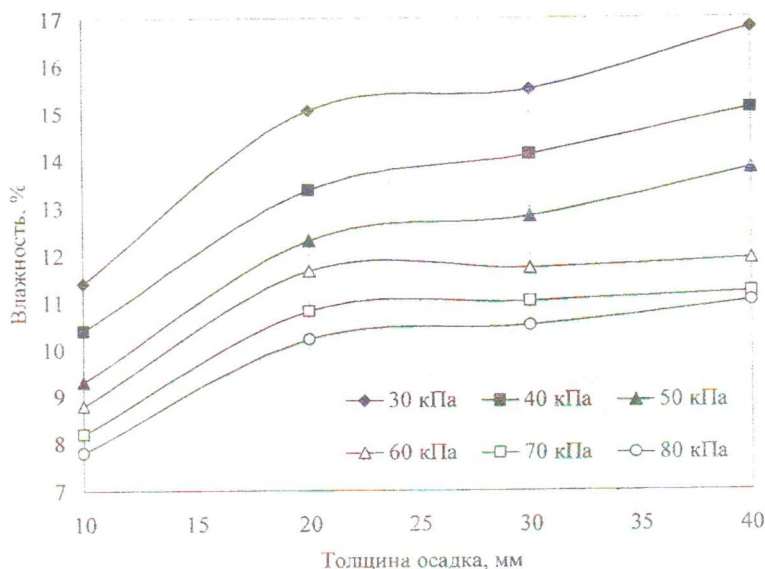


Рис. 1 - Влияние толщины осадка на его влажность при различных перепадах давления

Сведения, имеющиеся в литературных источниках, довольно противоречивы. Так, например, в работе [2] указывается, что влажность осадка обратно пропорциональна его толщине, но в этой же работе приводится прямопропорциональная зависимость, полученная экспериментально. В работе [3] приводится график зависимости влажности осадка от его толщины, из которого следует, что с увеличением толщины осадка с 10 до 40 мм его влажность снижается с 20 до 14 % при времени фильтрования 4 мин. В этой же работе указывается, что влажность осадка изменяется по зависимости, имеющей экстремум.

Полученные в настоящей работе данные позволили установить, что при увеличении толщины осадка в четыре раза, то есть с 10 до 40 мм, при перепадах давлений, обусловленных только разрежением от 30 до 80 кПа, конечная влажность осадка при времени обезвоживания в 50 с колеблется от 8-11 до 11-17 %.

При достижении разрежения в 60-70 кПа влажность осадка толщиной 30-40 мм изменяется незначительно.

При дальнейшем увеличении перепада давления вновь появляется тенденция повышения влажности осадка при увеличении его толщины.

Отсюда следует, что влажность осадка монотонно увеличивается на 2,5-3 % при изменении его толщины от 10 до 20 мм. Дальнейшее увеличение толщины осадка до величины 30 мм практически не меняет его влажности, что объясняется дополнительным количеством влаги, сохраняющей параметры порового пространства. Увеличение толщины осадка более 30 мм приводит к незначительному увеличению его влажности.

Зависимость проницаемости осадка от характеристик его порового пространства получена вперые.

Достоверность подтверждается высокими значениями коэффициента множественной корреляции и критерия Фишера.

Статистическая обработка результатов экспериментов позволяет предложить степенную модель $W = a \cdot P^{b_1} \cdot \delta^{(b_2 + b_3 \delta)}$, отражающую влияние давления и толщины слоя осадка на влажность флотоконцентрата:

$$W = 5,019 \cdot P^{-0,42} \cdot \delta^{(1,18 - 0,026 \delta)}; \\ R^2 = 0,992; \quad F = 610,39. \quad (4)$$

Для условий экспериментальных исследований $F_{\text{табл}} = 2,74$, что подтверждает правоту использования модели. Частные коэффициенты Стьюдента:

$$t_a = 6,218; \quad t_{b_1} = -35,78; \quad t_{b_2} = 8,27; \quad t_{b_3} = -5,65.$$

Анализ экспериментальных данных позволил заключить, что одна и та же величина ΔW может быть достигнута при различных сочетаниях величин времени обезвоживания, вакуума и толщины слоя осадка. При заданной величине ΔW следует обеспечить уменьшение толщины слоя при возможно большей скорости вращения дисков - в этом случае можно избежать уменьшения производительности. Кроме того, существенно упрощается проблема удаления влаги крупными порами в теле кека флотоконцентрата. При дефиците производственных площадей рекомендуется увеличить скорость вращения дисков до 48 об/ч. Однако, при наличии резерва площадей целесообразнее несколько снизить удельную производительность для получения менее влажного продукта, поддерживая скорость вращения дисков в пределах 38-40 об/ч.

Содержание твердого в суспензиях, подвергаемых фильтрованию, оказывает сильное влияние на технологические параметры вакуум-фильтров. На рис. 2 показано влияние концентрации суспензии на производительность фильтра и влажность кека. Как видно из рисунка, увеличение концентрации суспензии улучшает главные показатели фильтров.

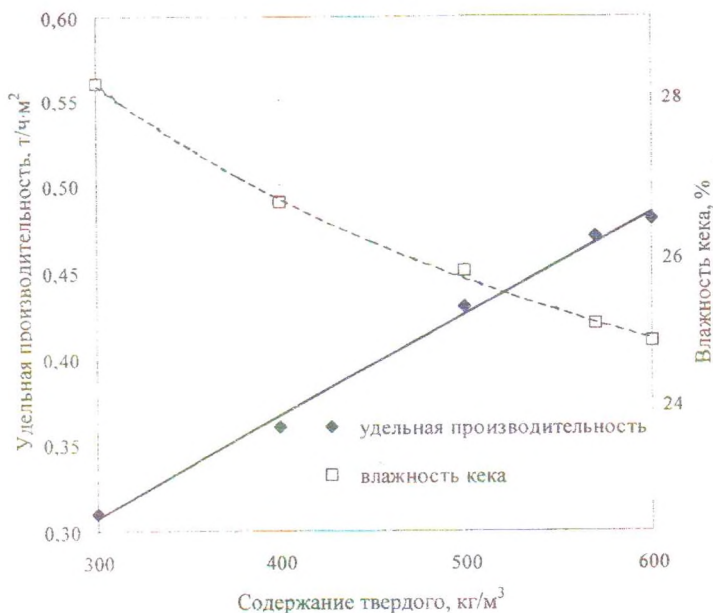


Рис. 2 - Зависимость удельной производительности фильтра и влажности кека от содержания твердого в питании фильтров

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Клешнин А.А., Кейтельгиссер И.Н., Рабинович Ю.М. Наладка, регулировка и эксплуатация фильтровальных
2. Майдуков Г.Л. Технология фильтрования продуктов обогащения углей. - М.: Недра. 1975. - 142с.
3. Бейлин М.И. Теоретические основы процессов обезвоживания углей. - М.: Недра. 1969. - 240 с.

УДК 622.648:621.67:532.528

В.Г. Перепелица, В.В. Саенко

ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ КАВИТАЦИИ В ЦЕНТРОБЕЖНЫХ НАСОСАХ ТРУБОПРОВОДНЫХ КОМПЛЕКСОВ

Подані результати експериментального дослідження двох методів байпасування відцентрового насоса на прикладі НШ-250-40. Досліджено характер зміни тиску потоку до насоса та сили струму електродвигуна. Доведено, що для попередження кавітації в насосах даного типу найбільш перспективним є використання байпас-ежектору.

Трубопроводный транспорт играет для Украины существенную роль. Кроме того, что этот вид транспорта широко используется на горных, обогатительных и металлургических предприятиях, он имеет большие перспективы для транспортировки различных жидкостей, а так же нефте- и газопродуктов. Первоначально трубопроводный транспорт в основном использовался для перемещения