

УДК 622.7

**ВЛИЯНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА
ПРОЦЕСС КАМЕРНОЙ ПРЕСС-ФИЛЬТРАЦИИ**

Васильев Л.С., аспирант, гр. ОПа-241, II курс

Вахонина Т.Е., старший преподаватель

Научный руководитель: Клейн М.С., д.т.н., профессор
Кузбасский государственный технический университет
им. Т.Ф. Горбачева, г. Кемерово

Обезвоживание продуктов обогащения — критически важный процесс, необходимый для повышения качества конечного продукта, снижения транспортных расходов и оптимизации работы фабрик. Оно позволяет довести влажность концентрата до кондиционных норм (6-9 %), улучшить калорийность в случае обогащения угля, повысить эффективность транспортировки и обеспечить многократное использование оборотной воды [1].

Основную проблему при обезвоживании представляют флотационные концентраты, которые обезвоживаются на вакуум-фильтрах различной конструкции, гипербарфильтрах, камерных пресс-фильтрах или в центрифугах и в дальнейшем поступают в сушильное отделение или, если позволяет влага, на склад готовой продукции [3, 4]. Известно, что сушка является весьма энергозатратной операцией и поэтому поиски эффективной технологии обезвоживания тонких концентратов с получением чистого фильтрата, пригодного для направления в линию оборотного водоснабжения фабрик являются актуальной задачей.

Наибольшее распространение при обезвоживании флотационного концентрата получили дисковые вакуум-фильтры. Влажность получаемого осадка составляет 25-31 %, а содержание твердого в фильтрате весьма высокое — 30-50 кг/м³, что не позволяет направлять его в оборот фабрики. При использовании керамических вакуум-фильтров возможно получить осадок с меньшей влажностью — 18-20% и фильтрат с содержанием твердой фазы до 0,005 кг/м³, но сложность в эксплуатации и дороговизна ограничивают его применение [2].

Высокая эффективность может быть достигнута при использовании гипербарфильтра. Он характеризуется высокой удельной производительностью и его применение целесообразно для обезвоживания сравнительно трудно-фильтруемых суспензий с получением осадка влажностью 16-22 % и содержанием твердого в фильтрате до 10 кг/м³. Более высокие по сравнению с дисковым вакуум-фильтром капитальные и эксплуатационные затраты ограничивают его применение [1, 2].

Осадительно-фильтрующие центрифуги применяют на некоторых обогащательных фабриках для обезвоживания смесей флотационного и мелкого гравитационного концентратов. Но такая технология не зарекомендовала себя. Несмотря на снижение влажности до 20% унос твердой фазы в фугат составляет 40%, что снижает выход товарной продукции [1, 2].

В настоящее время для обезвоживания тонких труднофильтруемых продуктов широко применяется фильтрация в камерном фильтр-прессе или, по-другому, камерная пресс-фильтрация. Этот процесс отличается своей универсальностью применения к различным видам продуктов с достижением наименьшей влажности продукта (16-18%) и получения осветленной жидкости - фильтрата с содержанием твердой фазы до 1 кг/м³. Высокие показатели фильтрации достигаются за счет возможности воздействовать на процесс большим числом технологических факторов, а также особенностями конструкции оборудования и применением дополнительных операций.

Камерная пресс-фильтрация (также известная как фильтрация в камерном фильтр-прессе) — это технологический процесс, в результате которого происходит разделение исходной пульпы или суспензии на твердую (осадок) и жидкую (фильтрат) фазы. Основным конструктивным элементом камерных фильтр-прессов служит пакет фильтровальных плит с фильтрующей перегородкой, которые плотно сжаты между собой гидравлическим или электромеханическим приводом. Движущая сила процесса фильтрация формируется из давления подаваемой пульпы в камерное пространство. В результате перепада давления на фильтровальной перегородке формируется осадок из твердых частиц, а фильтрат проходит через осадок и перегородку и удаляется.

Стадии процесса камерной пресс-фильтрации

Процесс камерной пресс-фильтрации можно разделить на следующие ключевые стадии:

- *Зажим плит.* Гидравлическим или механическим приводом происходит перемещение фильтровальных плит по раме фильтра друг к другу, в ходе которых они плотно прижимаются друг к другу и образуют камерное пространство.
- *Заполнение камерного пространства и последующая фильтрация.* Насосом (центробежным, винтовым) подается пульпа в камерное пространство плит через канал подачи питания под низким давлением для исключения гидроудара в плиты. После заполнения плит давление подачи суспензии плавно повышается и выходит на требуемое значение. В процессе этого твердые частицы начинают налипать на фильтровальную перегородку и формируется осадок, а жидкая фаза проходит через осадок и перегородку и по канавкам на фильтровальных плитах удаляется в виде фильтрата. Процесс продолжается до тех пор, пока скорость фильтрации (отвод фильтрата) не станет минимальным.
- *Отжим (опционально).* При обезвоживании многих продуктов применяется дополнительная стадия отжима осадка за счет повышения давле-

ния фильтровальных камерах. Это позволяет уплотнить осадок и дополнительно удалить влагу из него посредством сжатия осадка мембранами в камерах мембранных плит.

- *Промывка (опционально).* В случае, если в процессе камерной пресс-фильтрации полезным продуктом является фильтрат, а не осадок, предусматривается дополнительная стадия промывки осадка. Промывная жидкость (вода, рассол и др.) подается насосом в камерное пространство непосредственно через канал подачи питания и промывает осадок от остаточных полезных продуктов (содовые продукты, алюминаты и т.д.), которые в последующем удаляются также через канавки в плитах для отвода фильтрата.

- *Просушка.* Для более полного обезвоживания осадка в камерное пространство подается сжатый воздух под давлением, который позволяет дополнительно удалить остатки жидкой фазы из сформированного осадка.

- *Выгрузка осадка.* Процесс фильтрования завершен. Давление в камерном пространстве фильтр-пресса сбрасывается. Далее плиты начинают раздвигаться (все вместе или по отдельности) и осадок под действием силы тяжести падает в предусмотренный бункер. Дополнительно на плиты могут быть поставлены встряхиватели фильтровальных перегородок для лучшего удаления оставшихся твердых частиц с поверхности.

- *Регенерация фильтровальных перегородок (опционально).* В ходе работы камерного фильтр-пресса фильтровальные перегородки со временем забиваются, что в свою очередь негативно сказывается на качестве и скорости фильтрации. На современных фильтр-прессах предусмотрена система регенерации. Она представляет собой моечный мост, который ходит вдоль фильтровальных плит и под давлением воды промывает фильтровальные перегородки.

Влияние на процесс фильтрации различных факторов

В ходе процесса фильтрации необходимо учитывать не только оснащённость оборудования, но и учитывать факторы, которые могут повлиять на процесс в лучшую или худшую сторону. К таким факторам относятся:

- *Характеристика пульпы.* Все природные полезные ископаемые обладают своими уникальными качествами. Так, например, поверхность частиц каменного угля плохо смачивается водой (гидрофобная), что улучшает процесс отвода жидкой фазы, а глина очень хорошо смачивается водой (гидрофильная) и эффективность процесса фильтрации снижается. Очень важным фактором является и характеристика крупности твердых включений в пульпе. При большом содержании мелких частиц проницаемость осадка снижается, а фильтровальная перегородка быстро забивается. Это создает дополнительное сопротивление для отвода фильтрата и снижается скорость фильтрации. Иначе процесс фильтрации протекает при содержании в пульпе крупных частиц, которые повышают проницаемость осадка и позволяют более эффективно отводить жидкую фазу. В некоторых случаях требуется добавлять химические соединения для поддержания определенной температуры суспензии (например, раствор алюмината). Это позволяет избежать кристаллизации жидкой фазы в камерном пространстве и негативного влияния на процессе фильтрации.

- *Применение операции «Отжим».* Данная стадия в процессе камерной фильтрации в большинстве случаев помогает дополнительно удалить жидкую фазу из сформировавшегося осадка посредством механического отжима с помощью сжатия мембран в мембранных плитах. В редких случаях отжим может сказываться на процессе фильтрации негативно, так как забиваются каналы для отвода фильтрата в сформированном осадке.
- *Время операций.* Продолжительность отдельных операций (фильтрация, отжим, просушка) зависит от свойств твердой и жидкой фаз пульпы и подбирается опытным путем на лабораторной установке, имитирующей камерный фильтр-пресс. При повышении дисперсности и смачиваемости частиц твердой фазы время фильтрации может увеличиваться от нескольких минут до пяти и более часов. По операциям отжима и просушка время подбирается по степени отвода фильтрата.
- *Давление на операции.* Величина давления на стадии фильтрации подбирается в ходе проведения испытаний в зависимости от характеристик гранулометрического и вещественного состава твердой фазы пульпы и свойств жидкой фазы, а также от требований к конечным продуктам обезвоживания. Величина давления на фильтрацию может изменяться от 3-4 бар до 8 бар. Для операций отжима и просушки давление подбирается в зависимости от эффективности отвода фильтрата. Для некоторых продуктов эти операции могут быть малоэффективными и вовсе не применяться в процессе обезвоживания в фильтр-прессе.
- *Фильтровальные перегородки.* Основным показателем фильтровальных перегородок является водо- и воздухопроницаемость фильтровальной ткани ($\text{л/дм}^2 \cdot \text{мин}$), которая отражает объемную пропускную способность, отнесенную к единице площади и времени. Проницаемость перегородок определяется размерами отверстий в фильтроткани и подбирается в зависимости от крупности частиц в пульпе и требования к чистоте фильтрата. Поэтому для продуктов с мелкой крупностью частиц обычно применяются фильтровальные перегородки низкой воздухопроницаемостью, для продуктов с высокой крупностью большей воздухопроницаемостью. и Материал изготовления фильтроткани должен быть прочным, износоустойчивым, а также учитывать такие свойства пульпы, как температура, pH среды, химический состав и др.
- *Фильтровальные плиты.* Особую важность имеет применение оптимальной глубины камеры, которая влияет непосредственно на толщину получаемого осадка. Так, например, для легкофильтруемых пульп (с преобладанием более крупных частиц) можно применять плиты с большой глубиной камер (30-50 мм). Для труднофильтруемых пульп (с преобладанием более мелких частиц) применяются плиты с меньшей глубиной камер (10-20 мм).
- *Дополнительная обработка пульп.* Некоторые пульпы после определенных технологических операций обогатительных производств могут быть обработаны различными веществами. Например, при получении железорудного концентрата применяется реагент Дикстрин, который позволяет сделать продукт более рыхлым, что положительно сказывается на процессе сушки. Но

в процессе фильтрации Дикстрин имеет свойство образовывать на фильтровальной перегородке масляную пленку, которая забивает поры фильтровальной ткани и замедляет процесс фильтрации.

Заключение.

Таким образом, камерная пресс-фильтрация при правильном подборе параметров фильтрования и условиях эксплуатации является перспективной технологией для получения стабильных качественных показателей при обезвоживании тонкодисперсных труднофильтруемых продуктов обогащения и позволяет избежать дорогостоящих простоев.

Список литературы:

1. Обезвоживание продуктов обогащения полезных ископаемых: учебное пособие для студентов горных вузов всех форм обучения / В. Г. Науменко, В. Г. Самойлик, Н. А. Звягинцева, Е. И. Назимко. – Москва: Инфра-Инженерия, 2023. – 152 с. – Текст: непосредственный.
2. Клейн, М. С. Технология обогащения полезных ископаемых : учебное пособие для студентов специальности 21.05.04 "Горное дело", специализации 21.05.04.06 "Обогащение полезных ископаемых" / М. С. Клейн, Т. Е. Вахонина ; Кузбасский государственный технический университет им. Т. Ф. Горбачева. – Кемерово : КузГТУ, 2023. – 217 с. – Текст : непосредственный.
3. Каталог оборудования «ПРОГРЕСС»: Фильтрация. Сушка. Газоочистка.
4. www.progressural.com