Горные стационарные установки и машины.
Записки Ленинградского горного института. Л., 1988. Т.117

УДК 628.16+628.3

РЕЖИМ ОЧИСТКИ ШАХТНЫХ ВОД НА ПО «ЭСТОНСЛАНЕЦ»

О.Н.ЧАШНИКОВ

Эстонское месторождение горючих сланцев сильно обводнено, что при разработке приводит к необходимости откачивать большое количество воды. В процессе сбора шахтных вод и их откачки вода загрязняется. Загрязнение в основном обусловлено наличием нерастворенных примесей, которые должны быть удалены из воды, так как приводят к многим нежелательным явлениям (засорение труб, абразивное воздействие на насосы и др.). Если речь идет о стоках, то необходимо особо обращать внимание на требования законодательства об охране окружающей среды.

Для выделения нерастворенных примесей из воды могут быть применены различные методы, основанные на трех различных принципах: непосредственное использование силы тяжести путем прямой седиментации, где определяющим фактором является размер и удельная масса частиц, или флотация, когда пузырьки воздуха систематически вводятся в суспензию и присоединяются к частицам, которые всплывают на поверхность, а также фильтрование. Однако неподтвержденное опытом применение этих методов может привести к осложнениям из-за того, что размеры частиц могут изменяться в широких пределах даже для одного типа примесей.

Принимая во внимание большой объем сточных вод и имеющийся в настоящее время опыт эксплуатации прудов-отстойников, рассмотрим первый метод очистки путем прямой седиментации. Взвесенесущий поток представляет собой течение двухфазной среды в условиях турбулентного режима, поэтому теория движения в отстойниках должна основываться на механике многокомпонентных течений. В настоящее время известны дифференциальные уравнения движения многофазной среды, разработанные рядом авторов [1, 3]. Для частного случая (концентрация твердого равна нулю) они превращаются в известные уравнения Рейнольдса для турбулентного потока.

Однако система дифференциальных уравнений, выведенная Рейнольдсом, является незамкнутой. На пути замыкания этих систем лежат еще большие теоретические и экспериментальные трудности, для многокомпонентного потока они еще сложнее. Поэтому расчеты отстойников приходится строить на приближенных теоретических соображениях, проверенных данными широко проведенных экспериментов. Естественно, что область применения такого рода методик расчета является ограниченной, охватывающей лишь узкую область какого-либо определенного производства.

Среди имеющихся способов расчета осаждения взвешенных частиц в отстойниках различаются два метода, определяемых соответствующими технологиями их использования. Первый метод применяется для расчета отстойников, расположенных в головных устройствах гидросистем, главным образом деривационных каналов гидроэлектростанций. Этот метод основан на требовании удаления из рабочего потока частиц определенной величины, при этом осаждаются относительно крупные фракции ($d \geqslant 0{,}25$–$0{,}4$ мм), гидравлическая крупность которых значительно больше взвешивающей способности потока в отстойнике.

Второй метод принимается для расчета ирригационных отстойников, устанавливаемых на выходе из гидросистемы. В этих отстойниках осаждаются частицы с гидравлической крупностью, соответствующей взвешивающей способности потока в отстойнике ($d < 0{,}25$ мм). В этом методе предполагается, что осаждается не вся взвесь, а лишь часть ее, представляющая собой разность между мутностью поступающего в отстойник потока и его критической мутностью. Таким образом, начальная мутность потока ρ_0 разделяется на критическую (пассивную) $\rho_{кр}$ и активную $\rho_н$, которая осаждается в отстойнике. Цель второго метода – добиться максимального осветления выпускаемого после технологического процесса потока путем осаждения взвеси в отстойнике. Отстаивание в таком случае является первым этапом осветления жидкости в процессе ее очистки.

В настоящее время для расчета шахтных отстойников пользуются первым методом. Расчет отстойников ограничивается определением его длины по формуле

$$L = \alpha \frac{vH}{w_{мин} - u_в},$$

где v – скорость потока; H – глубина потока в отстойнике; $w_{мин}$ – минимальная гидравлическая крупность тех частиц, осаждение которых требуется по заданию; $u_в$ – взвешивающая составляющая скорости потока; α – безразмерный поправочный коэффициент.

При очистке шахтных вод гидравлическая крупность изменяется в широких пределах и минимальные пределы доходят до очень низких значений, но по содержанию в потоке имеют преимущественное значение. В этом случае длина отстойников приобретает большие размеры, выполнение которых на практике затруднительно.

На основании сказанного рационально вести расчет шахтных отстойников, используя представление о критической мутности потока в отстойнике, которую впервые в расчетах применил А.Н.Гостунский.

Критическую мутность потока в настоящее время рекомендуется определять по полуэмпирической формуле

$$\rho_{кр} = 200 u_в \left(\ln \frac{v_в}{w_x} - \frac{v_в - w_x}{v_в} \right) + C_0 \left(\ln \frac{w_x}{w_1} - \frac{w_x - w_1}{w_п} \right),$$

где w_1 и $w_п$ – наименьшая и наибольшая гидравлические крупности частиц

126081

ГЛАВНАЯ БИБЛИ

в потоке; для шахтных отстойников рекомендуется взвешивающую скорость принимать $u_в = (0,1\text{-}0,2)v$; остальные промежуточные величины можно найти в работах [2, 4].

Проектирование шахтных отстойников целесообразно вести следующим образом: размеры отстойника принимать по экономическим и природоохранным соображениям; определять критическую мутность, если она не удовлетворяет требованиям законодательства по охране природы, то дальнейшее осветление потока производить во второй ступени очистки в виде скорых фильтров. Исследуя работу шахтных прудов-отстойников в ПО „Эстонсланец", можно сделать выводы, что причина их недостаточно эффективной работы не только в методах расчета отстойников, но и в режиме эксплуатации насосных установок.

Производительность насосной установки, как правило, превышает нормальный приток воды в шахту в 1,5 раза, а в некоторых случаях и больше. Следовательно, взвешивающая скорость в отстойнике изменяется от нуля в моменты остановки насосных агрегатов до максимума в период работы, т.е. отстойник работает все время в переходном неустановившемся режиме, а все существующие методы расчета отстойников пригодны для установившегося режима. Поэтому результаты расчета часто расходятся с практическими данными в сторону увеличения мутности на выходе потока.

Для достижения требуемой законодательством эффективности очистки шахтных вод необходимо применять двухступенчатую систему очистки, первая ступень в виде отстойников, вторая - фильтрование потока. Для повышения эффективности работы существующих прудов-отстойников необходимо организовать регулирование подачи воды насосными станциями. Регулирование можно осуществить известными в практике способами с помощью задвижки или изменением числа оборотов насоса. Регулирование режима должно быть осуществлено так, чтобы производительность насоса была всегда равна притоку воды в шахту. Это даст возможность длительное время работать в установившемся режиме при постоянной скорости взвешивания.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

Асатур К.Г. О дифференциальных уравнениях взвесенесущего потока // Известия АН СССР. Техника жидкости и газа. 1971. 2.

2. Дегремон Технические записки по проблемам воды. Ч. 1, 2. М. Стройиздат, 1983.

3. Ибад-Заде Ю.А., Нуриев Ч.Г. Расчет отстойников. М. Стройиздат, 1972.

4. Парахонский Э.В. Технология и организация природоохранных работ в ПО „Эстонсланец" / ЦНИЭИуголь. М., 1981 (Добыча угля открытым способом: Экспресс-информ.).