

А.С. ГОЛИКОВ

(Україна, Донецьк, Донецький національний технічний університет)

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА СТАБИЛИЗАЦИИ СОДЕРЖАНИЯ ШЛАМА ПО СКОРОСТИ ЕГО НАКОПЛЕНИЯ В ВОДНО-ШЛАМОВЫХ СИСТЕМАХ

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами. Современные технологии регенерации и обогащения шламовых вод предусматривают применение высокоэффективного оборудования для извлечения тонкодисперсных частиц из шламовых потоков и осветления оборотной воды. Несмотря на это, снижение содержания твердого в потоках оборотной воды остается сложной технологической проблемой. Из-за неполного вывода твердой фазы из основных потоков системы регенерации оборотной воды в ней происходит накопление шлама. Постоянные циркуляции твердых частиц в системе и применение аппаратов, обслуживающих большие объемы шламовых вод, обуславливают высокую продолжительность этого процесса. Для полного анализа процесса накопления необходимо учитывать и величину равновесной концентрации шлама, и продолжительность процесса накопления. Определение скорости накопления шлама позволяет дать общую оценку процессу, учитывающую вышеуказанные параметры.

Анализ исследований и публикаций. Проведенными ранее исследованиями [1-3] установлено, что процесс накопления тонкого и зернистого шлама в водно-шламовых системах (ВШС) обогатительных фабрик характеризуется величиной равновесной концентрации твердого и продолжительностью нестационарного режима работы системы. Предложенные разными авторами математические модели позволяют оценить процесс накопления шлама в основном по величине равновесной концентрации, без учета инерционных характеристик узлов и аппаратов, их количества, расположения и взаимосвязи. В существующих публикациях рассмотрены только основные значительные приращения концентрации шлама в соответствующие им периоды времени. В результате полученные графические зависимости отражали реальное изменение скорости накопления, но отличались незначительным количеством точек и ступенчатостью [4]. В данной работе предложен метод определения скорости, учитывающий изменение содержания шлама в каждый из моментов работы ВШС.

Постановка задачи. Целью данной работы является исследование изменения скорости накопления шлама в водно-шламовых системах при различных технологических параметрах, определяющих величину равновесной концентрации и продолжительность нестационарного режима работы.

Зневоднення та сушіння. Водно-шламове господарство

Изложение материала и результаты. Исследование изменения скорости проводилось для ВШС ГОФ "Луганская" и ЦОФ "Чумаковская". Основным методом исследования – компьютерное моделирование работы замкнутых технологических циклов. Результатами работы компьютерной программы является значительный массив данных, который несет в себе информацию о содержании тонкого и зернистого шлама во всех узлах и аппаратах в любой момент времени от начала работы системы до выхода на стационарный режим работы. Диаграммы накопления тонкого и зернистого шлама, позволяющие рассчитать изменение скорости накопления тонкого и зернистого шлама интересующего узла или аппарата, представлены на рис. 1. Количество шлама C является функцией, зависящей от изменения времени t , $C = f(t)$. В таком случае процесс накопления шлама можно охарактеризовать скоростью изменения его содержания в узле или аппарате системы. Скорость накопления при этом будет определяться как отношение приращения функции (изменение содержания шлама) к соответствующему изменению ее аргумента (изменение времени работы системы). Это означает, что скорость накопления $V_{\text{нак}}$ в оборотной воде можно рассматривать как первую производную функции накопления $C = f(t)$ по времени:

$$V_{\text{нак}} = dC / dt, \quad (1)$$

где C изменяется от 0 до значения равновесной концентрации, дол. ед., а t – от 0 до ∞ , с.

Результаты расчета скоростей накопления тонкого и зернистого шлама в системах исследуемых фабрик представляют собой массив данных – значения скоростей в любой промежуток времени.

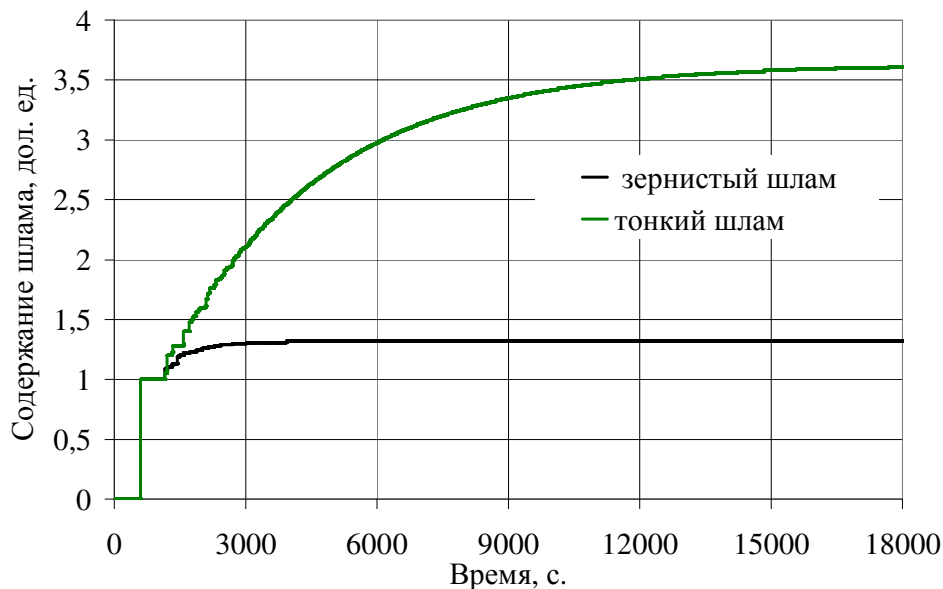


Рис. 1. Диаграмма накопления тонкого и зернистого шлама в оборотной воде ЦОФ "Луганская"

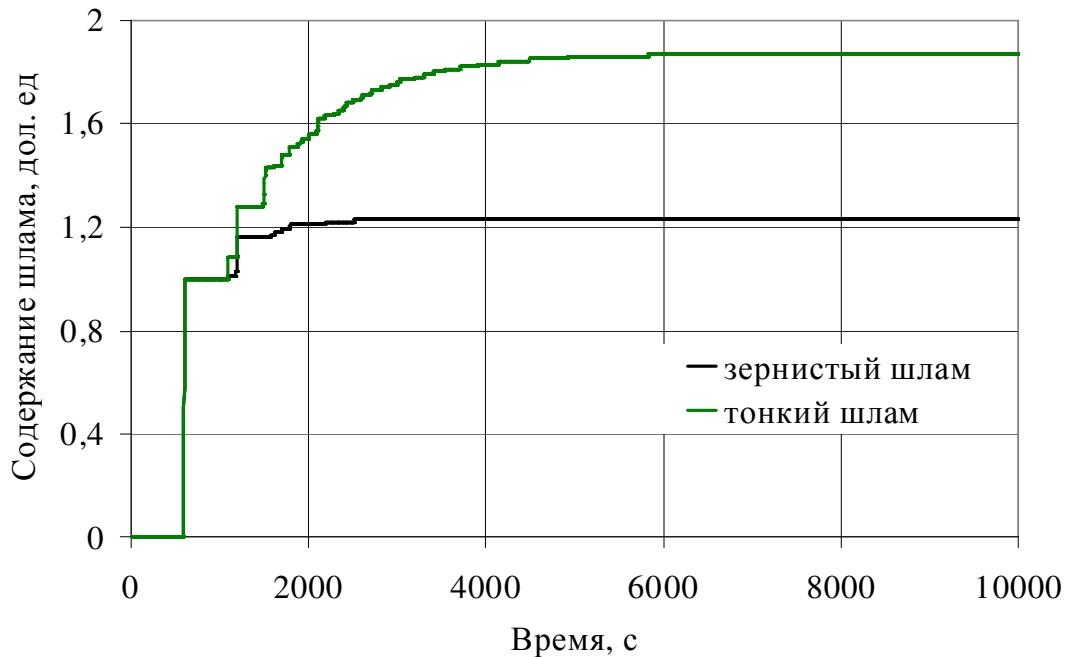


Рис. 2. Диаграмма накопления тонкого и зернистого шлама в оборотной воде ЦОФ "Чумаковская"

Полученные расчетные значения отражают подробную динамику изменения скорости накопления шлама. Графические результаты представлены на рис. 3 и 4.

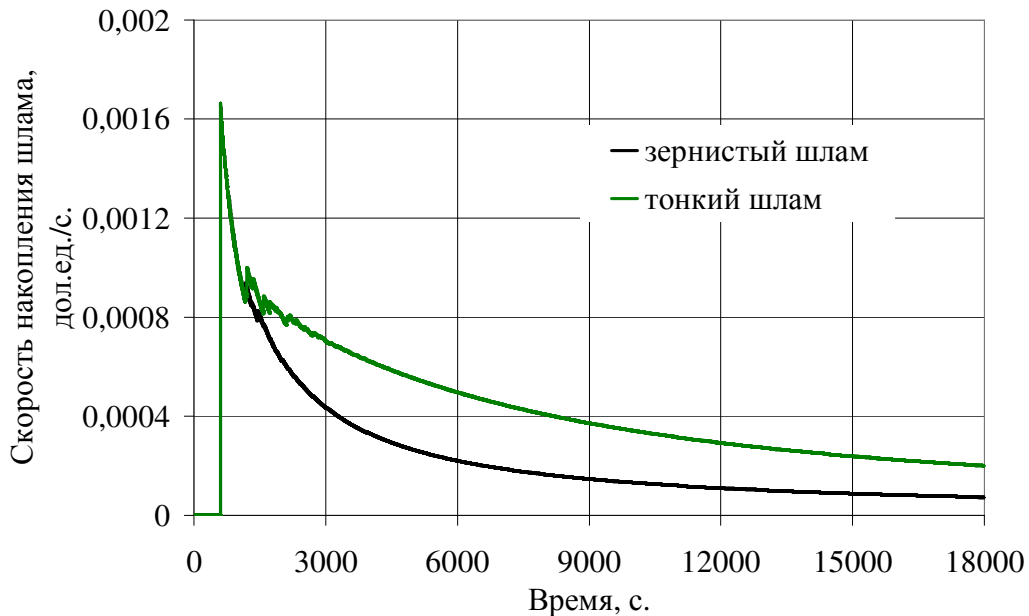


Рис. 3. Изменение скорости накопления тонкого и зернистого шлама в оборотной воде ЦОФ "Луганская"

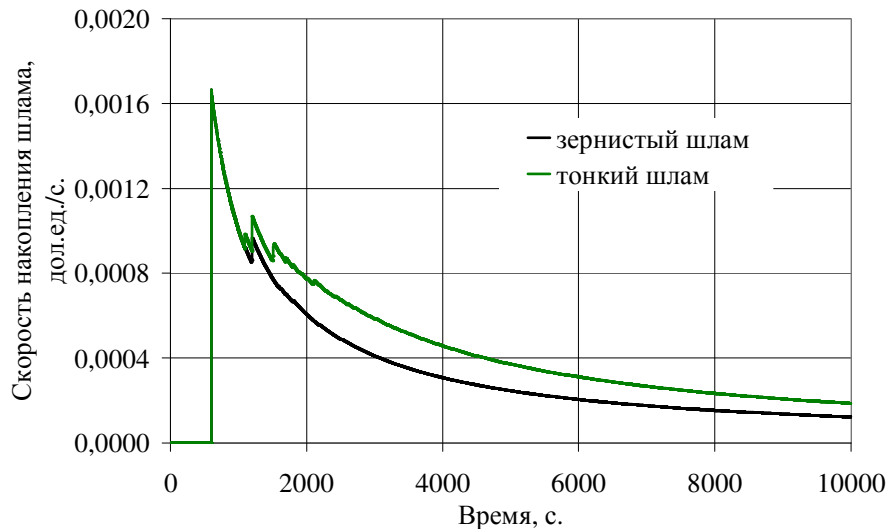


Рис. 4. Изменение скорости накопления тонкого и зернистого шлама в оборотной воде ЦОФ "Чумаковская"

Установлено, что изменение скорости накопления происходит с некоторого максимального значения для всех полученных диаграмм. Момент возникновения этого скачка определяется суммарной продолжительностью пребывания порции шлама в отделении гравитационного обогащения (по данным практики около 600 с.). Количество шлама при этом считается исходным и принимается за 1, а приращения концентрации шлама измеряются в долях единицы. Из диаграмм накопления (рис. 1 и 2) очевидно, что изменение скорости накопления имеет убывающий характер, так как величина приращений накопления снижается с течением времени. При этом на участках диаграмм, где содержание шлама неизменно (горизонтальные участки), изменение скорости накопления имеет плавный характер. Как только содержание шлама в аппарате увеличится (момент очередного скачка содержания шлама на диаграмме накопления), приращение значения функции превысит предыдущее значение и на графической диаграмме изменения скорости образуется очередной скачок. Количество скачков изменения скорости на рис. 3 и 4 соответствует количеству ощутимых приращений концентраций тонкого и зернистого шлама на диаграммах накопления (рис. 1 и 2). Впоследствии кривые изменения скоростей и тонкого и зернистого шлама выполаживаются и становятся почти горизонтальными. Этот момент соответствует времени стабилизации содержания шлама в системе и выходу на стационарный режим работы. Из полученных графических зависимостей видно, что скорость накопления тонкого шлама выше скорости накопления зернистого. Это объясняется тем, что зернистый шлам с большей эффективностью извлекается из потоков ВШС и в большем количестве выводится из нее. Следовательно, дальнейшие циркуляции зернистого шлама значительно сокращаются и приращения содержания зернистого шлама становятся незначительными по сравнению с тонким.

Особый интерес представляет изменение скорости накопления при различ-

Зневоднення та сушіння. Водно-шламове господарство

ных технологических параметрах работы ВШС: разное количество выводимого шлама и разные инерционные характеристики узлов и аппаратов. Для этого выполнено моделирование работы исследуемой ВШС, изменяя коэффициенты распределения шлама и продолжительности пребывания порции шлама в основных узлах системы. Моделирование проводилось для ВШС ЦОФ "Чумаковская" по зернистому шламу. Приняв исходное количество зернистого шлама за 1, были промоделированы условия работы для 0,5, 0,78 и 0,95 дол.ед. шлама, который на первом же цикле работы выводился из системы, без дальнейших циркуляций. Инерционные характеристики при этом оставались постоянными для всех трех случаев. Графические результаты представлены на рис. 5.

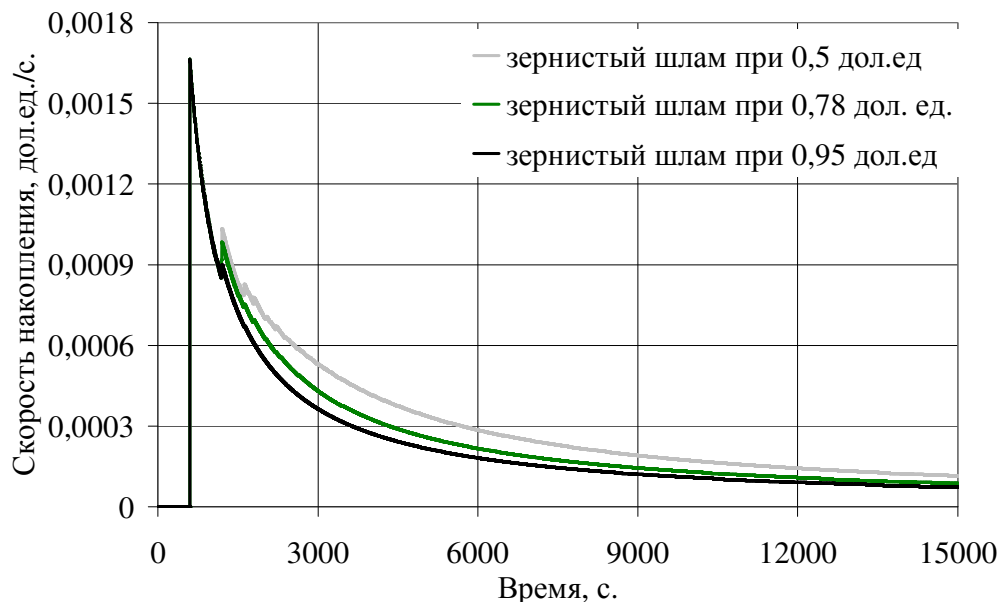


Рис. 5. Изменение скорости накопления зернистого шлама в оборотной воде ЦОФ "Чумаковская" при различном количестве шлама, выводимом из системы за первый цикл работы

Анализируя полученные графические зависимости, очевидно, что скорость накопления снижается при увеличении выводимого из системы зернистого шлама. Чем больше шлама возвращается с циркулирующими нагрузками в систему, тем больше приращение его содержания в оборотной воде и во всех узлах и аппаратах. Поскольку приращение продолжительности работы системы изменяется равномерно для всех трех случаев, значения скоростей накопления при случаях с большими равновесными концентрациями будут выше. Графическая зависимость при этом выпрямляется и теряет экспоненциальный характер.

Выводы и направления дальнейших исследований. Таким образом, процесс накопления шлама в ВШС можно оценить по скорости накопления. Установлено, что скорость накопления зернистого шлама меньше, чем скорость накопления тонкого. Количество выводимого шлама влияет не только на величину рав-

Збагачення корисних копалин, 2010. – Вип. 43(84)

Зневоднення та сушіння. Водно-шламове господарство

новесной концентрации, но и на изменение скорости накопления шлама. Чем больше шлама выводится из системы на первых циклах работы, тем меньше скорость его накопления. Дальнейшие исследования можно посвятить влиянию различных технологических параметров работы ВШС на изменение скорости вывода шлама из нее. Так как количество выводимого шлама достигает единицы для тонкого и зернистого шлама только по достижении равновесной концентрации, то процесс вывода шлама также характеризуется некоторой скоростью.

Список литературы

1. Назимко Е.И., Гарковенко Е.Е. Совершенствование работы систем осветления оборотных вод. – Д., 2000. – 256 с.
2. Рекомендации по водно-шламовому хозяйству углеобогатительных фабрик. – Луганск: УкрНИИУглеобогащение, 1969. – 84 с.
3. Методика расчета замкнутых равновесных систем осветления моечных вод углеобогатительных фабрик / И.И. Зозуля, И.Е. Штейнберг, Г.А. Володин и др. – М., 1964 – 44 с.
4. Голиков А.С. Исследование изменения скорости накопления шлама в водно-шламовой системе ЦОФ "Чумаковская" // Збагачення корисних копалин: Наук.-техн. зб. – 2007. – Вип. 29(70)-30(71). – С. 184-190.
5. Исследование работы водно-шламовых систем углеобогатительных фабрик в нестационарном режиме / Е.И. Назимко, К.А. Лифенко, И.Н. Друц и др. // Вісник КТУ. – 2005. – Вип. 6. – С. 158-161.
6. Голиков А.С. Оценка эффективности работы водно-шламовых систем // Збагачення корисних копалин: Наук.-техн. зб. – 2009 – Вип. 36(77)-37(78). – С. 155-160.

© Голиков А.С., 2010

*Надійшла до редколегії 25.09.2010 р.
Рекомендовано до публікації к.т.н. В.В. Гаєвим*