

УДК 622.794

**ИССЛЕДОВАНИЕ НАКОПЛЕНИЯ ШЛАМА В ВОДНО-ШЛАМОВЫХ СИСТЕМАХ С ПОМОЩЬЮ КРИТЕРИЯ, УЧИТЫВАЮЩЕГО ИНЕРЦИОННОСТЬ ПОТОКОВ**

Голиков А.С., аспирант,  
Донецкий национальный технический университет

*Приведена методика исследования накопления шлама с учетом инерционности поступления потоков*

*The method of slime accumulation research taking into account inertia of streams is resulted*

***Проблема и ее связь с научными и практическими задачами.***

Эффективность работы водно-шламовых систем обогатительных фабрик определяется содержанием твердой фазы в оборотной воде после операций регенерации шламовых вод и продолжительностью нестационарного режима работы. Проведенными ранее исследованиями установлено, что продолжительность процесса накопления шлама в водно-шламовых системах (ВШС) зависит от начальной концентрации шлама, величины равновесной концентрации, инерционных характеристик основных аппаратов и соединяющих их транспортных коммуникаций [1]. Высокая продолжительность нестационарного режима отрицательно сказывается на эффективности работы аппаратов системы, т.к. постоянно растущее содержание твердого в их питании изменяет реологические характеристики среды и крупность граничного зерна разделения [2].

Оценка процесса накопления шлама в ВШС с позиции содержания твердой фазы в оборотной воде после установившегося равновесия не является исчерпывающей в связи с тем, что данный процесс изменяется во времени и продолжительность этого изменения оказывает влияние на эффективность работы основных узлов и системы в целом. Поэтому для полной оценки, а именно для исследования изменения содержания шлама в оборотной воде с течением времени, необходимо использовать универсальный критерий, который отражает изменение и равновесной концентрации шлама и продолжительность процесса накопления. Отсюда вытекает актуальность исследований, направленных на установление такого критерия для данных условий.

**Анализ исследований и публикаций.** В ряде работ приведены данные по изучению влияния инерционности на поведение замкнутых технологических систем [1, 2]. Однако детального изучения влияния различных факторов на инерционность системы в целом не проводилось. Изменение вышеуказанных параметров можно проследить, исследуя скорость накопления шлама в оборотной воде, однако этот параметр может быть одинаковым при различных значениях концентрации шлама и времени накопления.

**Постановка задачи.** Целью данной работы является разработка универсального критерия, учитывающего инерционность поступления потоков и самих аппаратов системы.

**Изложение материала и результаты.** Для исследования продолжительности процесса накопления шлама использован критерий, учитывающий инерционность, математическое выражение которого представлено ниже (1). Теоретический смысл предлагаемой зависимости заключается в определении отношения суммы изменений скоростей накопления шлама в оборотной воде к числу рассматриваемых приращений концентрации шлама (рис. 1).

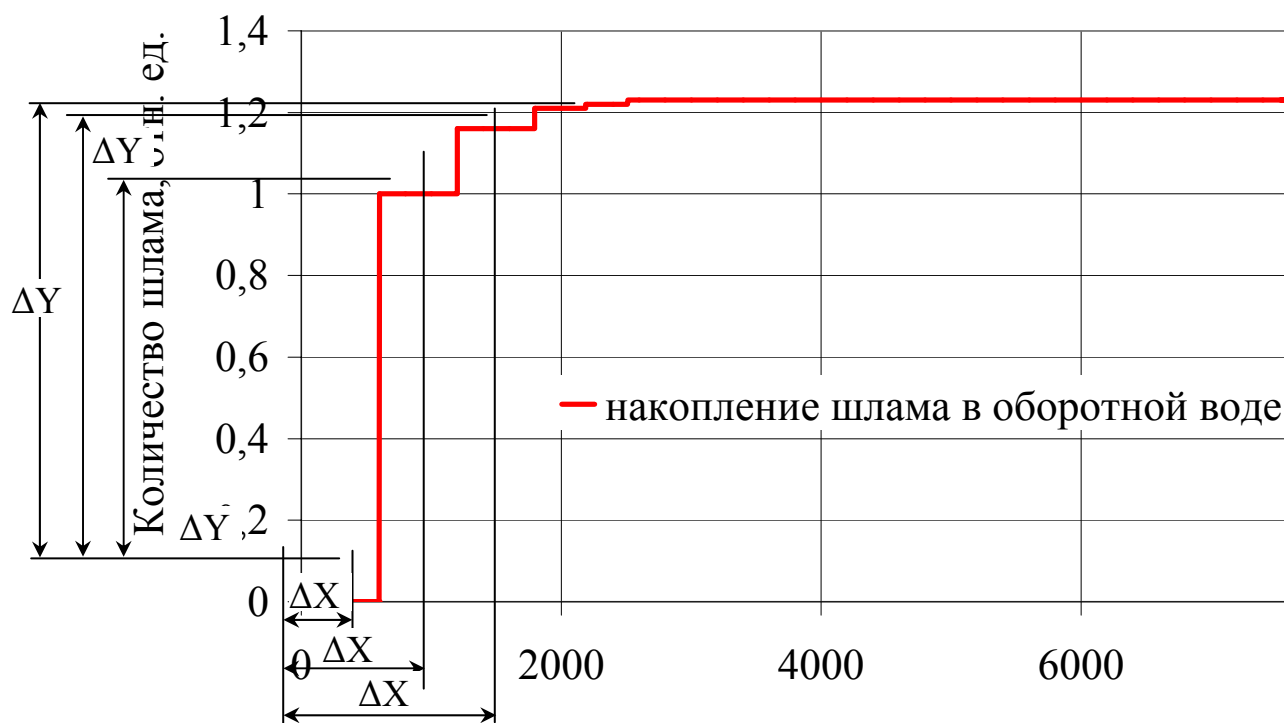


Рис. 1. Диаграмма накопления шлама в оборотной воде отделения гравитационного обогащения ЦОФ «Чумаковская».

Необходимо отметить, что приращение аргумента функции (для диаграммы накопления шлама рис. 1) для каждого изменения значения функции рассматривается относительно начала координат, то есть относительно начала работы ВШС. Другими словами, численное значение критерия инерционности  $I$  представляет собой значение средней скорости накопления шлама с момента начала работы системы и до момента выхода на стационарный режим.

$$I = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{\Delta Y_i}{\Delta X_i}}{n} \cdot 10^3, \text{ отн. ед./с.} \quad (1)$$

Здесь  $\Delta X_i$  – приращение времени процесса накопления шлама относительно момента начала работы ВШС, с;  $\Delta Y_i$  – приращение содержания шлама в оборотной воде относительно момента начала процесса накопления, отн.ед.;  $n$  – количество рассматриваемых приращений.

Исследование продолжительности нестационарного режима работы с применением критерия инерционности проводилось для ВШС ЦОФ «Луганская» и «Чумаковская». Для указанных обогатительных фабрик было рассмотрено изменение содержания тонкого и зернистого шлама только в оборотной воде отделения гравитационного обогащения. Оценка продолжительности процесса накопления шлама проводилась для случаев различных равновесных концентраций шлама и для различных инерционных характеристик основных сгустительно-осветлительных устройств. Эти условия оказывают определяющее влияние на процесс накопления шлама в системе.

Известно, что увеличение количества шлама, выводимого из системы, снижает количество твердой фазы, циркулирующее через замкнутые потоки. При этом снижается величина равновесной концентрации шлама в оборотной воде, что обуславливает повышение эффективности работы системы в целом и более быстрый выход на стационарный режим работы. Очевидным является и тот факт, что инерционные свойства основных узлов и аппаратов также оказывают влияние на продолжительность процесса стабилизации содержания шлама в оборотной воде. Чем больше задержка порции шлама в узле или аппарате, тем дольше стабилизируется накопление шлама в системе и медленнее изменяются разделительные характеристики основных сгустительно-осветлительных аппаратов. Предлагаемый крите-

**Серія: "Гірничо-електромеханічна"**

рий оценки инерционности ВШС реагирует на любое изменение вышеуказанных параметров. Численные значения критерия I, рассчитанные при различных равновесных концентрациях твердой фазы в оборотной воде и инерционных характеристиках основных узлов и аппаратов для ВШС ЦОФ «Чумаковская» и «Луганская», представлены в таблице.

Вывод шлама, отн. ед.		Среднее значение I, отн. ед./с.	Суммарная инерционность системы, с.	Среднее значение I, отн. ед./с.
тонкого	зернистого			
ВШС ЦОФ Чумаковская				
0,4	0,61	0,8722	730	3,853
0,36	0,59	0,8414	1802	1,554
0,32	0,56	0,7938	2872	0,971
0,31	0,52	0,7773	3590	0,77725
0,29	0,47	0,7505	4298	0,647
0,27	0,42	0,7164	5372	0,517
0,24	0,36	0,6828	6442	0,4315
ВШС ЦОФ Луганская				
0,2	0,3	0,579	964	2,69
0,26	0,35	0,607	2377	1,297
0,33	0,46	0,622	3710	0,92
0,48	0,57	0,6855	5672	0,5475
0,63	0,73	0,7935	7087	0,4385
0,68	0,9	1,664	8500	0,3675

Значения критерия I рассчитывались для тонкого и зернистого шлама отдельно, но т. к. характер изменения функции при этом был одинаковым, исследовать продолжительность процесса накопления твердой фазы в оборотной воде можно по среднему арифметическому значению предложенного критерия. Изменения критерия I при различных значениях равновесных концентрациях шлама и суммарных инерционностях системы для исследованных ВШС представлены на рис. 2 - 5.

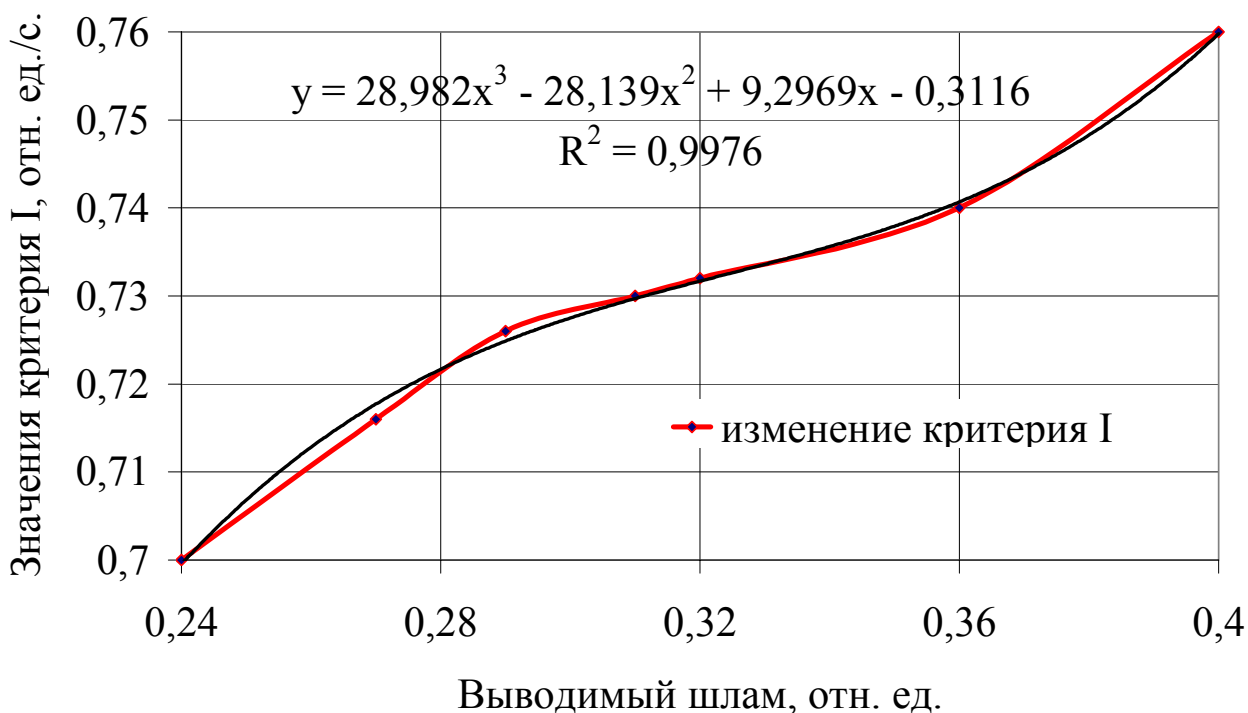


Рис. 2. Изменение критерия I при различных равновесных концентрациях тонкого шлама в оборотной воде ВШС ЦОФ «Чумаковская»

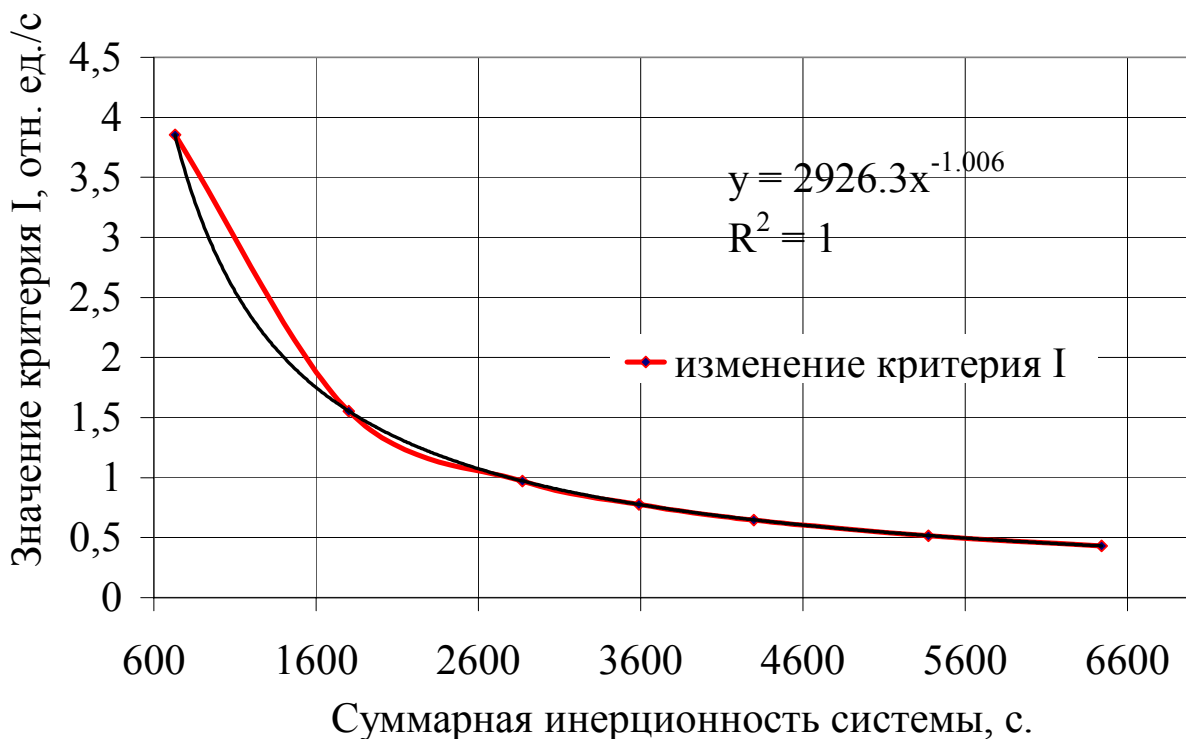


Рис. 3. Изменение критерия I при различных инерционных характеристиках основных аппаратов ВШС ЦОФ «Чумаковская»

Анализ полученных зависимостей показывает, что увеличение количества выводимого из системы шлама вызывает плавное увеличение критерия I. При этом полученные графические зависимости аппроксимируются полиномиальной кривой 3-го порядка, величина достоверности аппроксимации  $R^2$  составила 0.998 и 0.996 для ВШС ЦОФ «Чумаковская» и ЦОФ «Луганская», соответственно. При увеличении инерционных свойств системы наблюдается увеличение значения критерия I. Графические зависимости так же имеют одинаковый характер изменения для обеих фабрик и аппроксимируются степенными кривыми, уравнения которых представлены на рис. 3 и 5. Величина достоверности аппроксимации  $R^2$  составила 1 и 0.993 для ВШС ЦОФ «Чумаковская» и ЦОФ «Луганская» соответственно. Одинаковый характер изменения функции критерия I при изменении вышеуказанных аргументов (для ВШС ЦОФ «Чумаковская» и ЦОФ «Луганская») свидетельствует о возможности оценки процесса накопления шлама в различных водно-шламовых системах. Уменьшение равновесной концентрации шлама и снижение инерционных характеристик основных узлов системы повышает эффективность ее работы в целом. Следовательно, можно оценивать эффективность работы ВШС системы по изменению предложенного критерия.

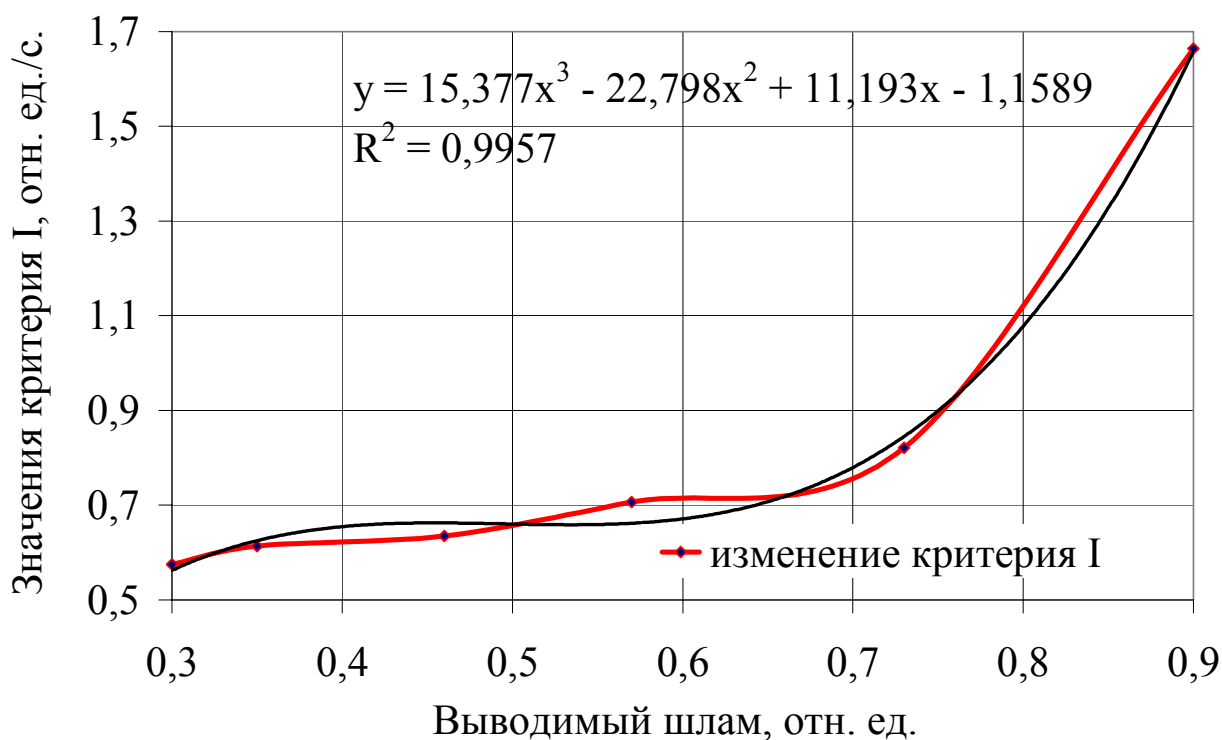


Рис. 4. Изменение критерия I при различных равновесных концентрациях тонкого шлама в оборотной воде ВШС ЦОФ «Луганская»

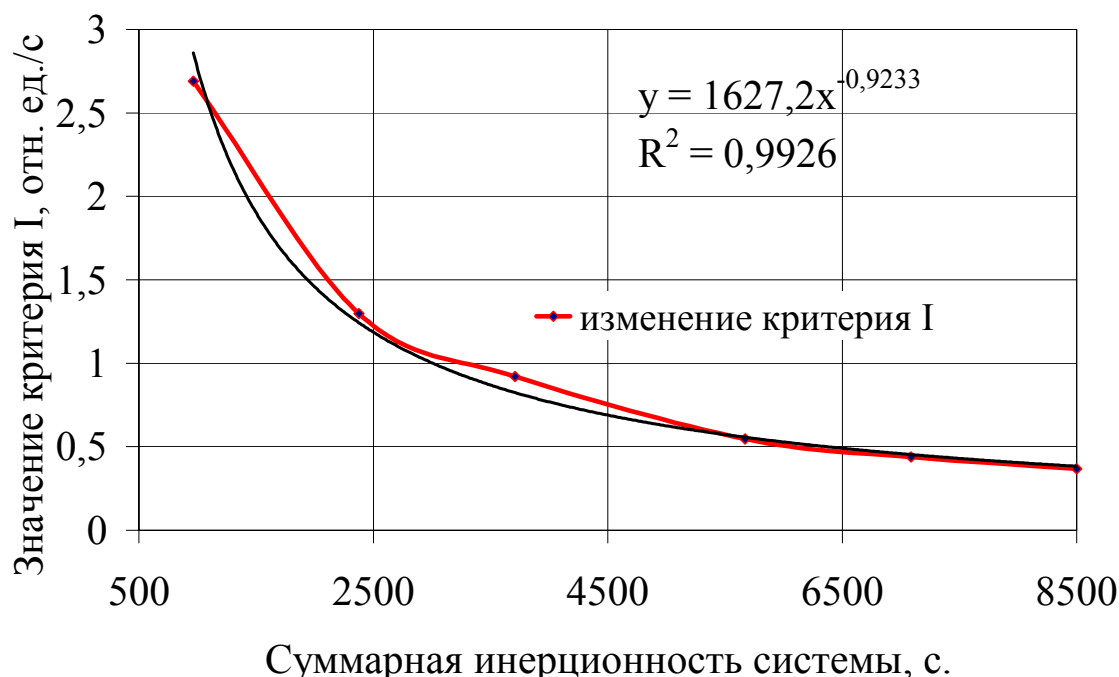


Рис. 5. Изменение критерия I при различных инерционных характеристиках основных аппаратов ВШС ЦОФ «Луганская».

Однако максимальное и минимальное значения диапазона изменения не будут одинаковыми для различных ВШС, т. к. каждая система характеризуется конкретными технологическими особенностями и инерционными свойствами применяемых аппаратов.

**Выводы и направления дальнейших исследований.** Подводя итог, необходимо отметить, что оценка процесса накопления шлама в ВШС с позиции содержания твердой фазы в оборотной воде не является исчерпывающей. Оценивать эффективность работы основных узлов и системы в целом необходимо с учетом продолжительности процесса накопления шлама. Анализ полученных результатов исследования позволяет сделать вывод об универсальности предложенного критерия в плане его применения для ВШС различных обогатительных фабрик.

#### Список источников

1. Назимко Е.И., Гарковенко Е.Е. Совершенствование работы систем осветления оборотных вод. – Днепропетровск, 2000. – 242 с.
2. И.С. Благов и др. Обратное водоснабжение углеобогачительных фабрик. – М.: Недра, 1980. – 250 с.
3. Т.Г. Фоменко, В.С. Бутовецкий, Е.М. Погарцева. Водно-шламовое хозяйство углеобогачительных фабрик. - М.: Недра, 1974. – 185 с.

Дата поступления статьи в редакцию: 02.11.07