

**Г.П. ТРОШИН, А.А. ШКОП, С.А. САВЕЛЬЕВ**

(Україна, Харків, ООО "НТЦ "Екомаш"),

**Н.Г. ПОНОМАРЕВА**, канд. техн. наук

(Україна, Харків, Национальний технічний університет "Харківський політехнічний інститут")

### **МОДУЛЬ ОЧИСТКИ И ОБЕЗВОЖИВАНИЯ ВЫСОКОДИСПЕРСНЫХ ИЛОВ УГЛЕБОГАТИТЕЛЬНОЙ ФАБРИКИ**

В настоящее время в процессе обогащения угля на ООО "ЦОФ "Кураховская" получают тонкие отходы (илы) зольностью 70% с содержанием класса < 50 мкм более 80%, которые складываются в илонакопителе. После осаждения илов в илонакопителе вода возвращается на фабрику и используется в технологическом цикле как оборотная.

За последние три десятилетия сырьевая база для обогатительной фабрики неоднократно изменялась, что приводило к изменению состава и количества тонких отходов, а так же к постепенному заполнению илонакопителя. В связи с уменьшением полезной емкости илонакопителя качество оборотной воды заметно снизилось.

В этой связи возникла необходимость по извлечению, переобогащению и обезвоживанию илов из илонакопителя, с одной стороны, и получению технической воды, которую можно вернуть на фабрику, с другой стороны. Основные требования к обезвоженным тонким илам – влажность ( $30\pm 2\%$ ), которая позволила бы с минимальными транспортными затратами складировать обезвоженный продукт на породном отвале, а к очищенной технической воде – содержание твердого менее 10 г/л. Решение указанной задачи осуществлено на Установке переобогащения илов и "Модуле очистки шламовых вод", которые были смонтированы на отдельной промплощадке рядом с илонакопителем на удалении 2 км от фабрики. Отходы Установки по переобогащению, равно как и отходы фабрики подаются в Модуль очистки.

Модуль очистки шламовых вод представляет собой автоматизированную технологическую цепочку оборудования, которая извлекает мелкодисперсные угольные илы (размеры частиц менее 0,5 мм) из промышленных сточных вод, обезвоживает илы до транспортабельного состояния и очищенную воду возвращает в цикл обогащения фабрики.

Работа Модуля очистки построена на осаждении твердого вещества в тонкослойных отстойниках и обезвоживании сгущенного продукта в высокоскоростных осадительных центрифугах. Для интенсификации процесса осаждения используется водный раствор флокулянта на основе полиакриламида.

Модуль очистки включает приемный резервуар, раздаточную емкость, тонкослойные отстойники, осадительные центрифуги, станцию приготовления раствора флокулянта, контур кондиционирования воды, диспетчерскую, в которой помимо рабочего места диспетчера, размещена аппаратура АСУ ТП,

## **Зневоднення та сушіння. Водно-шламове господарство**

также в состав Модуля очистки входит силовой каркас с тентовым укрытием, насосы, трубопроводы с запорной арматурой, кран-балка, электрощитовая, хозяйственной блок, слесарный участок, др. устройства и приспособления, необходимые для автономной круглосуточной эксплуатации в автоматическом режиме.

Климатическое исполнение основного оборудования Модуля очистки УХЛ по ГОСТ 15150. Категория размещения 4 (температура окружающей среды от +4 °С до +40 °С). Работа основного оборудования при установленном тентовом укрытии и дополнительном обогреве в холодное время года возможна при температуре воздуха не ниже -5 °С и определяется температурой пульпы, которая должна быть выше +6 °С.

Принципиальная технологическая схема Модуля очистки на базе двух тонкослойных отстойников, четырех осадительных центрифугах представлена на рис. 1. В зависимости от нагрузки по илам количество основного и вспомогательного оборудования изменяется соответственно.

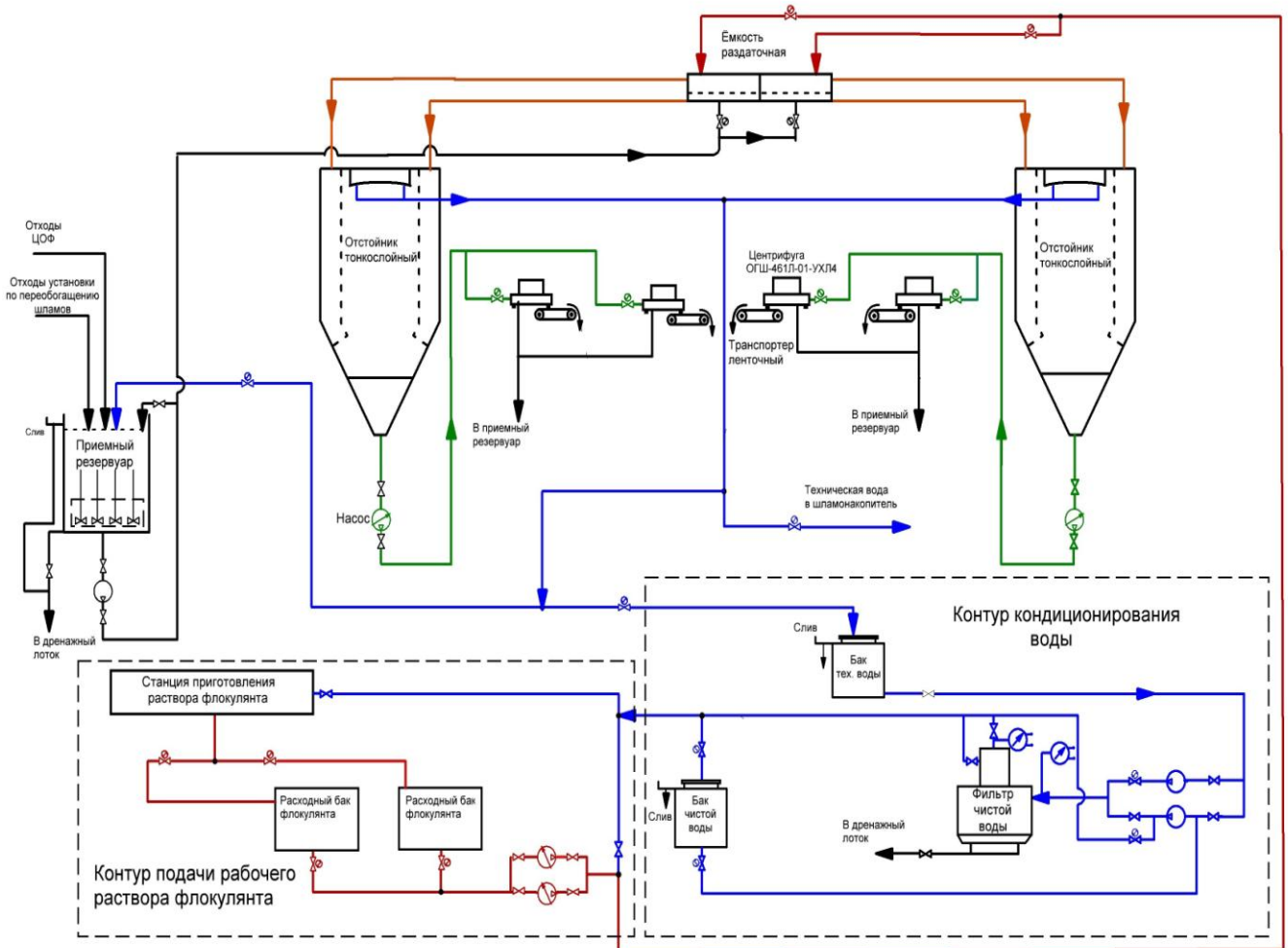


Рис. 1. Технологическая схема Модуля очистки шламовых вод

При работе Модуля очистки илы поступают либо непосредственно с фабрики либо с Установки переобогащения в приемный резервуар емкостью 180 м<sup>3</sup>. Таким образом обеспечивается непрерывность рабочего процесса Модуля.

## **Зневоднення та сушіння. Водно-шламове господарство**

*В прийомному резервуарі* поступаючі или постійно перемішуються з допомогою вертикальних мешалок і гідродинамічно для підтримання твердої фази илов во взваженому стані. В камері змішування прийомного резервуара відбувається змішування илов з частиною очищеної технічної води для підтримання оптимальної концентрації твердої фази в роздаточній ємкості, де відбувається відповідне дозування розчину флокулянта. Змішуванням илов з технічної водою, подачею їх в роздаточну ємкість, де дробно дозується в необхідному кількості флокулянт, управляє АСУ ТП.

*Роздаточна ємкість* направляє оброблені флокулянтом или в тонкослойні отстойники, об'ємом по 27 м<sup>3</sup> кожен.

Для досягнення максимальної швидкості осадження високодисперсних ( $\gamma_{-50} \geq 80\%$ ) илов зольністю 70% при температурі пульпи більше +12 °С расход флокулянта становить менше 100 г на 1 тону твердого. При зниженні температури пульпи до +6 °С расход флокулянта удваивається. В зв'язі з змінюючимся складом харчування Модуля, періодично апаратчик проводить тести на якість флокулювання илов в лабораторній посуді і контроль якості осадження илов в тонкослойному отстойнику. Постійний моніторинг якості освітлення илов проводить АСУ ТП.

*В тонкослойних отстойниках* відбувається гравітаційне осадження агрегированої флокулянтом твердої фази і освітлена вода з отстойника самотеком поступає в илонакопитель (см. рис. 2), частина освітленої води використовується на технологічні потреби.



Рис. 2. Слив освітленої води в илонакопитель.

Сгушчена тверда фаза поступає в конічну частину отстойника – илоуплотнитель, де відбувається подальше сгушення осадка.

Максимальне сгушення осадка в илоуплотнителі отстойника дозволяє отримати осадок 40-45% вологості (що відповідає концентрації твердого в пульпі 860-760 г/л для високозольних илов)

## **Зневоднення та сушіння. Водно-шламове господарство**

Винтовими насосами осадок подається на механічне обезвоживання в високоскоростні осадительні центрифуги ОГШ 461Л-01. Допоміжних добавок флокулянта перед центрифугами не виробляється.

Плавне регулювання продуктивності винтових насосів на вигрузці стисненого із отстойників дозволяє забезпечувати неперервність вигрузки при певній ступені стиснення, виключаючи гідродинамічні удари в живленні високоскоростних центрифуг при обезвоживанні стисненого. Оптимізацію управління винтовими насосами виробляє АСУ ТП.

*Аналогічні результати по стисненню високозольних илов – відходів флотації були отримані і раніше в циліндроконічних сгустителях з илоуплотнителем [1], стр 474.*

*В СРСР на ряду фабрик були спроби застосовувати схему з механічним обезвоживанням сфлукуюваних і попередньо стиснутих в радіальному сгустителі відходів флотації. Однак ця схема не знайшла поширення із-за великого витрати флокулянта (350-450 г/т) і високої вологості обезвоженого осаду (35-40%) [1], стр 475.*

*Вважалося найбільш перспективною обробка тонкодисперсних углеотходів з допомогою циліндроконічних сгустителів з наступним остаточним їх механічним обезвоживанням на камерних фільтр-пресах, при цьому досягали стиснення в отстойниках до 500-700 г/л і вологість обезвоженого продукту на камерних фільтр-пресах від 18 до 24 %. Ця схема застосовувалася на ЦОФ "Кальміуська", "Чумаковська", "Київська" [1].*

*Отримання низької вологості обезвожених тонкодисперсних илов дозволяє мати на заводі одне, а не два отвалних господарства, завдяки сумісному складуванню відходів заводу, а також зменшити втрати води в виробництві. Детальніше питання складування обезвожених илов і породи викладені в [2].*

Центрифуги ОГШ 461Л-01, що використовуються при обслуговуванні стиснутих тонкослойних отстойників (рис. 3), представляють собою осадительні горизонтальні шнекові машини, технічні характеристики яких наведені в таблиці.

## Зневоднення та сушіння. Водно-шламове господарство



Рис. 3. Центрифуги ОГШ 461Л-01 внутрі Модуля

№ п/п	Наименование параметра	Значение параметра
1.	Диаметр ротора, мм	460
2.	Эксплуатационный диапазон частоты вращения, об/мин	1400...2400
3.	Эксплуатационный диапазон фактора разделения	500...1500
4.	Пропускная способность по воде, тах, м <sup>3</sup> /ч	40
5.	Производительность по пульпе, м <sup>3</sup> /ч	12...35
6.	Производительность по сухому твердому веществу максимальная, т/ч	5,0
7.	Масса, кг (не более)	2900
8.	Установленная мощность, кВт	44,5(37+7,5)
9.	Габаритные размеры, мм: длина ширина высота	2815 1900 1100

### *Отличительные особенности центрифуг ОГШ 461Л-01:*

– обезвоживание углешламовых суспензий проводится на оборотах ротора 1900-2400 об/мин (Fg 1000...1500), что соответствует разделительному зерну в твердой фазе илов 16 мкм против 40 мкм разделительного зерна при Fg 500 как у большинства выпускаемых зарубежных угольных осадительных центрифуг; при этом для обеспечения ресурсов до капитального ремонта более 2-х лет в центрифуге используется керамическая абразивная защита из карбида кремния;

– изменение профиля ротора центрифуги позволило утроить производительность по твердому, а именно: с 1,5 т/ч (как у известных аналогов с диаметром ротора 500 мм – центрифуга ОГШ 501К-04) до 5,5 т/ч, что фактически оз-

## **Зневоднення та сушіння. Водно-шламове господарство**

почає скорочення удельного енергопотреблення на 1 т обезвоженого продукту в три рази;

– центрифуги ОГШ 461Л-01 оснащені додатковим приводом, що дозволяє змінювати відносні обороти шнека, додатково регулюючи тим самим якість процесів осадження і обезвоживання илов і досягаючи вологість обезвоженого продукту до 25% при мінімальному уносі твердого сфугатом (менше 10 г/л).

В процесі експлуатації Модуля очищення на илонакопичувачі ООО "ЦОФ" Кураховська" була опрацьована технологія обезвоживання стисненого продукту тонкослойних відстійників з отриманням вологості осаду центрифуг в межах 28-30%. Зовнішній вигляд вигруженого осаду представлений на рис. 4, 5.



Рис. 4. Вид осаду центрифуги ОГШ 461Л-01



Рис. 5. Вигружений осадок із декількох центрифуг ОГШ 461Л-01 (вид зверху)

## **Зневоднення та сушіння. Водно-шламове господарство**

*Контур кондиціонування води* призначений для доочистки освітленої води відстійників до вмісту твердого менше 0,5 г/л, що дозволяє використовувати доочищену воду в станції приготування розчину флокулянта. Необхідність в цьому контурі була продиктована повною автономністю Модуля очистки від зовнішніх джерел води. Расход кондиціонованої води становить 5-8 м<sup>3</sup>/ч. Максимальна пропускна здатність використовуваного поліуретанового фільтроз'єлемента – 25 м<sup>3</sup>/ч.

*Контур подачі робочого розчину флокулянта* включає традиційну 2-х камерну станцію приготування концентрованого розчину флокулянта  $c = 0,5\%$ , баки – накопичувачі концентрованого розчину, регульовані живильні насоси і змішувач концентрованого розчину з доочищеною водою.

*Автоматична система управління технологічним процесом (АСУ ТП)* керує роботою Модуля очистки в автоматичному і ручному режимі. При роботі в автоматичному режимі апаратчики (двоє на смені) контролюють роботу Модуля по сенсорному екрану (рис. 6). Ручний режим АСУ ТП використовується при налаштуванні технологічного процесу і обслуговуванні апаратів Модуля.



Рис. 6. Пульт управління Модулем очистки

В процесі експлуатації Модуля очистки, що складається з двох тонкослойних відстійників і 4-х центрифугальних установок були отримані наступні показники:

– продуктивність по пульпі з прийомного резервуара – 300 м<sup>3</sup>/ч

**Збагачення корисних копалин, 2013. – Вип. 53(94)**

## **Зневоднення та сушіння. Водно-шламове господарство**

- производительность по твердому – 15 т/ч
- унос твердого со сливом отстойников менее 2 г/л;
- влажность обезвоженного осадка составила 28...30%, при выходе класса  $\gamma_{-50} \geq 80\%$ , зольности 70%.

Массо-габаритные характеристики Модуля следующие:

- длина – 19,3м;
- высота – 15,3м;
- ширина – 12,2 м;
- установленная мощность – 470 кВт;
- масса – 107 т.

В настоящее время устанавливаются дополнительные отстойники и центрифуги для повышения суммарной производительности Модуля до 700 м<sup>3</sup>/ч. и производительности по твердому до 35 т/ч.

### **Список литературы**

1. Справочник по обогащению углей / Под. ред. И.С. Благова. – М.: Недра, 1981. – 160 с.
2. Технологическо-экологический инжиниринг при обогащении полезных ископаемых: Учеб. пособие / А.Д. Полулях, П.И. Пилов, А.И. Егурнов и др. – Д.: НГУ, 2012. – 712 с.

© Трошин Г.П., Шкоп А.А., Савельев С.А., Пономарева Н.Г., 2013

*Надійшла до редколегії 19.03.2013 р.  
Рекомендовано до публікації д.т.н. О.Д. Полуляхом*