

## ТЕХНОЛОГИЯ ОБЕЗВОЖИВАНИЯ ОКАЛИНОМАСЛОСОДЕРЖАЩИХ ОСАДКОВ В АППАРАТАХ ОКУД

Галкин Ю.А., Янькина И.А.

Научно-проектная фирма «ЭКО-Проект», г. Екатеринбург, Россия

e-mail: mail@eco-project.ru

**Ключевые слова:** сточные воды, обратное водоснабжение, окалиномаслосодержащие осадки.

*При очистке сточных вод систем обратного водоснабжения агрегатов горячей прокатки металла и МНЛЗ в радиальных отстойниках и отстойниках-флокуляторах образуются окалиномаслосодержащие осадки (ОМО), откачиваемые из этих аппаратов в виде пульпы шламовыми насосами. Осадки представляют собой гетерогенную трехфазную эмульсионно-суспензионную систему [1] с содержанием высокодисперсной окалины 40-80 г/л, нефтепродуктов (минеральных масел и смазок) 3-15 г/л и с влажностью 92-95 %. При последующем сгущении она может быть снижена ориентировочно до 90 % для возможности перекачки осадка насосами на установки обезвоживания, где влажность должна быть доведена до 15-20 % по условиям транспортировки и подготовки к утилизации.*

## A DEYDRATION TECHNIQUE FOR CINDER/OIL CONTAINING SLUDGE WITH THE USE OF OKUD APPARATUS

Galkin Y.A., Yankina I.A.

«EKO-Projekt» Scientific/designing firm, Ekaterinburg, Russia

e-mail: mail@eco-project.ru

**Keywords:** wastewaters, recycling water supply, cinder/oil containing sludge.

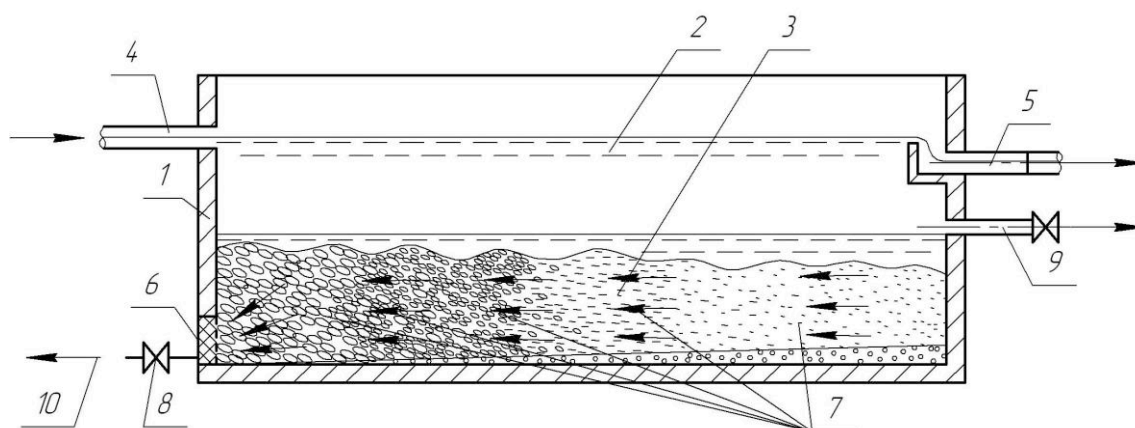
Cinder/oil containing sludge is formed in radial settlers and settling flocculators in the process of waste water treatment in the hot-rolling mills recycling water supply systems. This sludge is to be pumped from these devices as a pulp with sludge pumps. The sludge is a heterogeneous three-phase emulsion/suspension system [1] containing 40 – 80 g/l highly dispersed cinder, 3 -15 g/l petrol products (mineral oils and lubricants) with 92-95 % humidity. With the subsequent concentration it can be decreased to approximately 90 % for possible pumping of the sludge with pumps to the dehydration devices where humidity should be made up to 15-20 % according to the conditions of transporting and preparation for utilization.

Традиционные технологии обезвоживания концентрированных гетерогенных систем, прежде всего суспензий, применительно к эмульсионно-суспензионным системам имеют существенные недостатки. Так, при фильтровании ОМО через пористые перегородки происходит интенсивное и практически необратимое закупоривание их пор, а применение для защиты пористых перегородок намывных слоев фильтровспомогателей существенно усложняет и удорожает процесс. Использование центробежного оборудования связано с его абразивным износом и образованием сильнозагрязненного фугата, индивидуальная очистка которого чрезвычайно сложна, а совместная с обратной водой значительно ухудшает ее качество. Обезвоживание ОМО на шламовых площадках и в бункерах обычных конструкций неудобно в эксплуатации и малоэффективно.

Цель разработки новой технологии обезвоживания ОМО, рассматриваемой в настоящей статье – повышение ее эффективности при удешевлении и упрощении эксплуатации.

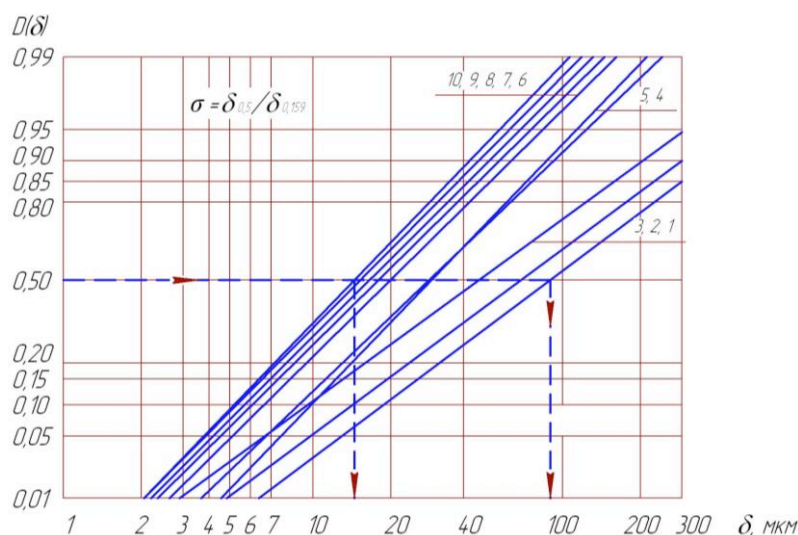
Достаточно близкими по физико-химическим свойствам к эмульсионно-суспензионным системам, к которым относится ОМО, являются суспензии. Известно, что наиболее быстро и глубоко процесс обезвоживания концентрированных суспензий фильтрованием протекает в неоднородном пористом слое, сформированном при гидравлической классификации полидисперсных систем, когда направление потока жидкой фазы совпадает с направлением укрупнения твердых частиц. Это наблюдается, например, при фильтровании концентрированных суспензий на горизонтальной перегородке ленточных вакуум-фильтров, когда поток фильтрата движется сверху вниз, а наиболее крупные твердые частицы, осаждаясь с наибольшей скоростью, располагаются непосредственно на поверхности фильтровальной перегородки, защищая ее от закупоривания [2]. При этом степень полидисперсности твердой фазы во всех горизонтальных слоях по сравнению с исходной суспензией в результате классификации уменьшается, а пористость возрастает, что также способствует уменьшению гидравлического сопротивления осадка.

Аналогичная идея положена в основу разработанных в ЭКО-ПРОЕКТе технологии и аппарате ОКУД (аббревиатура от терминов: *отстаивание – классификация – уплотнение – дренирование*). Аппарат предназначен для обезвоживания ОМО, твердая фаза которых также является полидисперсной. Принципиальная схема аппарата показана на рис. 1 [3]. Гидравлическая классификация дисперсной фазы происходит в горизонтальном потоке пульпы, при этом крупность частиц, оседающих в аппарате, уменьшается в направлении потока, а последующее дренирование накопленного осадка осуществляется через зернистые кассетные фильтры в противоположном горизонтальном направлении, т.е. от мелких частиц к крупным. Такая схема дренирования позволяет увеличить ресурс работы кассетного фильтра до закупоривания и смены загрузки, а также снизить гидравлическое сопротивление дренируемого слоя осадка.



**Рис. 1.** Аппарат ОКУД: 1 – корпус; 2 – зона осаждения; 3 – зона накопления уплотненного осадка; 4 – подача исходного осадка (пульпы); 5 – отвод осветленной воды; 6 – кассетный фильтр; 7 – классифицированный уплотненный осадок; 8 – вентиль кассетного фильтра; 9 – отвод надосадочной воды; 10 – отвод фильтрата.

Закономерности классификации частиц полидисперсных систем с жидкой дисперсионной средой можно изучать на примере работы горизонтальных отстойников [4]. Пробы осадка отбирали из 10 точек, равномерно распределенных по длине типового горизонтального отстойника оборотного цикла водоснабжения непрерывного трубопрокатного агрегата, их обезвоживали, обезмасливали и определяли гранулометрический состав частиц окалины. Полученные табличные зависимости массы окалины  $D(\delta)$ , г, как функции соответствующих диапазонов размера частиц от 0 до  $\delta$ , мкм, изображали в виде интегральных («накопительных») графиков  $D(\delta) = f(\delta)$  на логарифмически вероятностной координатной сетке (рис. 2).



**Рис. 2.** Интегральная функция распределения массы частиц твердой фазы осадков ОМО<sub>1</sub> – ОМО<sub>10</sub> по седиментационным диаметрам.

Поскольку все 10 графиков в этой системе координат представляют собой прямые линии, то можно утверждать, что распределение гранулометрического состава частиц соответствует логарифмически нормальному статистическому закону [5]:

$$D(\delta) = 1/(\sqrt{2\pi} \cdot \lg \sigma) \cdot \int_{-\infty}^{\lg \delta} \exp[-(\lg \delta - \lg \delta_{0,5})^2 / (2 \lg^2 \sigma)] d \lg \delta,$$

где  $\lg \sigma$  – среднее квадратичное отклонение, а  $\lg \delta_{0,5}$  – медиана. Средний размер частиц  $\delta_{0,5}$  разделяет массу окалины на две части по 50 %. На рис. 2 показано определение средних размеров частиц окалины в осадке в месте входа воды в отстойник (ОМО<sub>1</sub>) и на выходе из него (ОМО<sub>10</sub>), которые соответственно равны 90 и 14 мкм. Величина  $\sigma$  отражает разброс размеров частиц окалины в пробе осадка относительно средней величины  $\delta_{0,5}$ .

Промышленное внедрение аппаратов ОКУД проведено в 2005 г. для обезвоживания ОМО из трех отстойников-флокуляторов диаметром 10 м производительностью по 800–1000 м<sup>3</sup>/час системы обратного водоснабжения стана 250 Нижне-Сергинского метизно-металлургического завода (НСММЗ). В неотапливаемом здании участка обезвоживания построено четыре аппарата с размерами каждого 4x15x5 (h) м, оборудованных сменными кассетными фильтрами. В свободный аппарат шламовыми насосами подается жидкий осадок, при этом сгущенный осадок накапливается на дне и уплотняется, а осветленная вода отводится в обратную систему. Заполнив сгущенным осадком до высоты слоя 3,5–4 м ориентировочно в течение 2 мес., подачу пульпы в аппарат прекращают, надосадочную воду сливают и открывают вентиль отвода фильтрата из кассетных фильтров для дренирования осадка в течение 3–4 недель. По окончании дренирования осадок со средней влажностью 15 % выгружают грейферным краном в железнодорожные вагоны (рис. 3).

К настоящему времени в части кассетных фильтров фильтрующий материал заменен, а другие фильтры эксплуатируются в течение нескольких лет с первоначально уложенным материалом без заметного снижения скорости дренирования.

Ввиду того, что участок обезвоживания размещен в неотапливаемом здании, предусмотрено укрытие аппаратов съемными щитами и проток неохлажденной обратной воды через аппараты, заполненные осадком. Поэтому дренирование и разгрузка обезвоженного осадка в транспорт производятся при наступлении сезона с положительной температурой воздуха, количество рабочих циклов «заполнение-дренирование» равно 2–3 в год, а удельная нагрузка по окалине при средней высоте слоя осадка 4 м составляет 20–30 тонн в год на 1 м<sup>2</sup> площади аппарата.



**Рис. 3.** Участок обезвоживания ОМО оборотного цикла стана 250 НСММЗ.

В случае размещения участков обезвоживания в отапливаемых зданиях и благоприятных условий транспортировки обезвоженного ОМО, количество рабочих циклов может быть увеличено до 4–5 в год, а удельная нагрузка соответственно возрастет до 40–50 т/(м<sup>2</sup>·год).

В целях достаточно полного осветления выходящей из аппарата воды удельную гидравлическую нагрузку следует принимать равной 0,5–0,6 м<sup>3</sup>/(м<sup>2</sup>·час). Поэтому при производительности шламовых насосов, подающих жидкий осадок в аппарат, 25–30 м<sup>3</sup>/час площадь каждого аппарата должна быть не менее 50–60 м<sup>2</sup>.

Разработанный аппарат типа ОКУД можно использовать для обезвоживания и других осадков сточных вод, однако его применение наиболее актуально для обезвоживания ОМО, когда другие методы и аппараты малоэффективны. Простота конструкции и эксплуатации, малая энергоемкость, отсутствие быстроизнашивающихся деталей, высокая эффективность разделения жидкой и твердой фаз осадка, относительная компактность участка обезвоживания (вследствие совмещения во времени и в едином аппарате процессов накопления, сгущения, обезвоживания и хранения до отгрузки потребителям) определяют конкурентоспособность разработанной технологии и показывают целесообразность ее применения при строительстве и реконструкции водного хозяйства металлургических заводов, прежде всего – для оборотных циклов водоснабжения цехов горячей прокатки металла и МНЛЗ.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Галкин Ю.А. Эмульсионно-суспензионные микрогетерогенные системы и их классификация // Химия и технология воды. 1989. Т. 11. № 11. С. 1048–1051.
2. Малиновская Т.А., Кобринский И.А., Кирсанов О.С., Рейнфарт В.В. Разделение суспензий в химической промышленности. М.: Химия, 1983. 264 с.
3. Пат. 2286197 РФ «Горизонтальный отстойник» / Галкин Ю.А., Уласовец Е.А., Сидорова И.А. Опубл. в Б.И., 2006. № 30. 29 с.
4. Галкин Ю.А., Рабинович А.Л., Березюк В.Г. Некоторые закономерности взаимодействия частиц дисперсной фазы окалинomasлоосодержащих сточных вод // Химия и технология воды. 1989. Т. 11. № 5. С. 397–399.
5. Коузов П.А. Основы анализа дисперсного состава промышленных пылей и измельченных материалов: 3-е изд., перераб. Ленинград: Химия, 1987. 264 с.