

Оборудование Flottweg на Учалинском ГОКе

О. Н. Данилов,
начальник ООС и ГТС,
АО «Учалинский ГОК»¹

С. В. Марин,
инженер проектов,
компания Flottweg²

О. В. Дубровская,
канд. психол. наук,
менеджер по маркетингу,
компания Flottweg².
E-mail: dubrov@flottweg.com

¹АО «Учалинский горно-обогатительный комбинат», 453700, Республика Башкортостан, г. Учалы, ул. Горнозаводская, 2

²ООО «Флоттвег Москва», 141402 МО, г. Химки, Вашутинское шоссе, 17

Проблематика шахтных вод. Как известно, при добыче рудных полезных ископаемых извлекается из недр огромное количество рудной массы, которая затем транспортируется на перерабатывающее предприятие, где подвергается длительному и сложному процессу переработки, включающему, как правило, измельчение и обработку руды различными химическими реагентами с большим количеством воды. В результате происходит значительное накопление экскавированного осадка. Измельченные рудные отходы депонируются в хвостохранилищах – громадных бассейнах или прудах с илом (илоотстойниках). Под хвостохранилища изымаются из оборота большие площади земельных и водных ресурсов, при загрязнении которых металлами и другими веществами может быть нанесен значительный вред окружающей среде.

Помимо образующихся хвостов обогащения серьезной проблемой для горнодобывающих предприятий являются шахтные воды, оказывающие отрицательное влияние на технику и технологию горных работ и ухудшающие качество добываемого рудного материала. К собственно шахтным водам относятся воды, проникающие в выработанное пространство за счет дренирования толщи породы во время добычи полезных ископаемых. Приток воды в выработанное пространство определяется, в первую очередь, геологическими и климатическими условиями, а также свойствами и распределением поверхностных водных потоков, так как именно они и атмосферные осадки являются основными источниками образования шахтных вод.

Как правило, шахтные воды характеризуются механическим, химическим, бактериальным загрязнением, а в глубоких шахтах – также и высокой минерализацией (иногда более 70 г/л). Шахтные воды, поступающие при вскрытии сульфидных рудных тел, часто являются кислыми ($pH < 2$), отличаются высоким содержанием сульфат-иона (в том числе свободной серной кислоты), железа, алюминия и других металлов. Под действием таких шахтных вод интенсивно корродируют водоотливные установки. В связи с этим

Рассматривается проблема шахтных вод и предлагается ее оптимальное решение. Приводится краткое описание технологии горизонтального разделения сред. Обосновывается эффективность осуществления этой технологии с помощью центрифуг Flottweg. Раскрываются техническое устройство и принцип действия центрифуг. Приведен пример реализации проекта с использованием установок Flottweg на одном из горных предприятий России.

Ключевые слова: горная промышленность, твердые полезные ископаемые, шахтные воды, сепарация, обезвоживание, качество конечного продукта, охрана окружающей среды, экономическая эффективность процесса разделения сред.

на шахтах применяются различные меры по предотвращению формирования кислых шахтных вод.

До отвода в поверхностные водотоки и водоемы шахтные воды должны проходить очистку: воды с повышенным содержанием механических примесей отстаиваются в прудах-накопителях; кислые воды подвергаются нейтрализации, в результате которой образуются шламовые воды, состоящие в основном из гипса (в случае нейтрализации известковым молоком) и гидроокисей различных металлов. Сброс таких вод невозможен ввиду высокого содержания присутствующих в них взвешенных веществ.

Больше всего с проблемой шахтных вод сталкиваются горно-обогатительные комбинаты (ГОКи). Рассмотрим как эта проблема решается на Учалинском ГОКе.

Учалинский ГОК (предприятие сырьевого комплекса Уральской ГМК, расположенное в Республике Башкортостан) ведет отработку сульфидных медно-цинковых руд открытым и подземным способами, производит более 65 % цинкового концентрата в России.

Попытка строительства классической станции нейтрализации шахтных и подотвальных вод на площадке Учалинского комбината в начале 90-х годов прошлого века была пресечена на стадии экологической экспертизы проекта. Основание – недостижение нормативов допустимого сброса (на уровне ПДК для водоемов рыбохозяйственного назначения) по всем ингредиентам, а также необходимость отведения большого по площади нового земельного участка под шламоотстойный пруд.

Практически 10 лет понадобилось после этого комбинату, чтобы согласовать с контролирующими органами и приступить к осуществлению программы

поэтапной реализации мероприятий по достижению нормативов предельно допустимых сбросов для Учалинской промплощадки. На первом этапе комбинат получил согласование строительства первой очереди очистных сооружений — узла нейтрализации шахтных и подотвальных вод без прудового хозяйства. Для усреднения водных потоков были построены два бетонных резервуара, а для осветления очищенной воды в здании очистных сооружений — 16 вертикальных бетонных отстойников. Очистные сооружения возведены на территории существующей промплощадки на месте демонтированного кирпичного завода, благодаря чему земельный отвод комбината не увеличился.

Казалось, что проектировщик предусмотрел все, и проект получил положительное заключение государственной экологической экспертизы, но по завершении строительства (капитальные вложения свыше 330 млн руб.), уже на стадии пуско-наладочных работ выяснилось следующее:

- ✓ классические вертикальные отстойники (не занята земля под шламоотстойный пруд) с применением проектного флокулянта не могут обеспечить нормативную степень осветления нейтрализованной воды, и шламы гидроксидов металлов выносятся со сточными водами в водоем (персоналом очистных сооружений было испытано в лабораторных условиях несколько десятков дорогостоящих импортных флокулянтов; в результате фактически применяемый флокулянт оказался значительно дороже проектного, а фактическая производительность очистных составила 70 % проектной);

- ✓ происходит интенсивное «зарастание» гипсовыми отложениями многочисленных трубопроводов как внутри очистных сооружений, так и отводящих коллекторов (очищенные воды и шламы), что не только снижает производительность очистных сооружений, но и требует значительных материальных и финансовых ресурсов на очистку трубопроводов;

- ✓ не достигается заложенная в проекте степень очистки по марганцу и сульфатам.

Тем не менее ввод в эксплуатацию первой очереди очистных сооружений при всех недостатках технологии очистки позволил резко снизить степень воздействия сточных вод Учалинской промплощадки на водоемы-приемники сточных вод — реки Бюйды и Кидыш. Это достигнуто за счет снижения объема сброса из технологического водохранилища в реку Бюйды дебалансных сточных вод с высоким содержанием органических веществ (остаточные реагенты флотационного обогащения руд), которые уничтожают растворенный кислород в воде водоемов-приемников. Например, по цинку концентрация снижена с 1,429 до 0,03 мг/л, т. е. в 48 раз, по меди — с 0,136 до 0,0213 мг/л, т. е. в 6,5 раз. Шламы гидроксидов метал-

лов направлялись в действующее хвостохранилище через хвостовой лоток обогатительной фабрики.

В то же время обозначились проблемы развития очистных сооружений: образование гипсового и шламового налета в технологических трубопроводах; заиливание вертикальных отстойников, образование гипсового налета в водосборных лотках; зависимость технологического процесса очистки промышленных сточных вод от климатических условий; плохое намывание пляжей при сбросе шлама в хвостохранилище; снижение производительности очистных сооружений до 8,5 тыс. м³/сут.

Для обеспечения эффективной работы очистных сооружений в период 2007—2008 гг. были изменены точки ввода реагентов в технологический процесс очистки шахтных и подотвальных вод; проведена большая лабораторная работа по подбору флокулянта, необходимого в процессе осветления нейтрализованных промышленных сточных вод; практически путем определены пропорции смешивания (усреднения) шахтных и подотвальных вод. В 2009 г. были модернизированы технологические трубопроводы для очистки от гипсового и карбонатного налета; в 2010 г. заменены трубопроводы стального исполнения на полиэтиленовые «Прагма»; в 2012 г., с целью снижения концентрации загрязняющих веществ в особенно неблагоприятные периоды года, в районе пруда подотвальных вод построена дамба из отходов известняка; в 2013 г. проведены опытно-промышленные испытания и внедрен в эксплуатацию ингибитор для предотвращения образования солей жесткости на внутренней поверхности технологического оборудования и трубопроводов. В 2014—2015 гг. был спроектирован и введен в режим пусконаладочных работ узел обезвоживания осадка (один из этапов внедрения 2-й очереди очистных сооружений), что позволило снизить как объем отходов, поступающих на утилизацию, и в среднем в 4—8 раз — затраты на их утилизацию, так и избежать выноса шламов гидроксидов металлов и взвешенных веществ в водоем. Затраты составили 7505 тыс. руб.

Ранее с добавлением шлама ОСПСВ в хвостовую пульпу проводили намыв пляжей, однако по решению протокола от 23—24 января 2008 г. было принято решение по организации транспортирования хвостовой пульпы без шлама. В связи с этим ввод в эксплуатацию узла обезвоживания явился решением проблемы утилизации осадка.

Несколько лет назад на предприятии началось строительство 2-й очереди очистных сооружений промышленных сточных вод. Целью строительства, по словам главного эколога АО «Учалинский ГОК» Олега Данилова, является «доведение до нормативов рыбхоза концентрации загрязняющих ингредиентов,

содержащихся в осветленной воде». Работы ведутся в рамках Плана по снижению сбросов загрязняющих веществ, согласованного с Управлением Росприроднадзора по Республике Башкортостан.

Сотрудничество с Flottweg. Взаимодействие компании Flottweg с Учалинским ГОКом началось в 2013 г. В этот период из шахты и карьера приходилось откачивать 10000 м³/сут шахтных вод, а также до 5000 м³/сут подотвальных вод, характеризующихся рН 3–3,5, которые после нейтрализации, отстаивания и дополнительной очистки могли использоваться повторно при обогащении руд. Однако образующийся в количестве 1500–1800 м³/сут осадок не мог быть утилизирован. Таким образом, задача заключалась в предотвращении сброса осадков шахтных и подотвальных вод и получении дополнительных объемов операционной воды. После проведения разносторонних испытаний инженеры комбината констатировали высокие ре-

зультаты, и руководство шахты приняло решение об установке оборудования Flottweg (Германия).

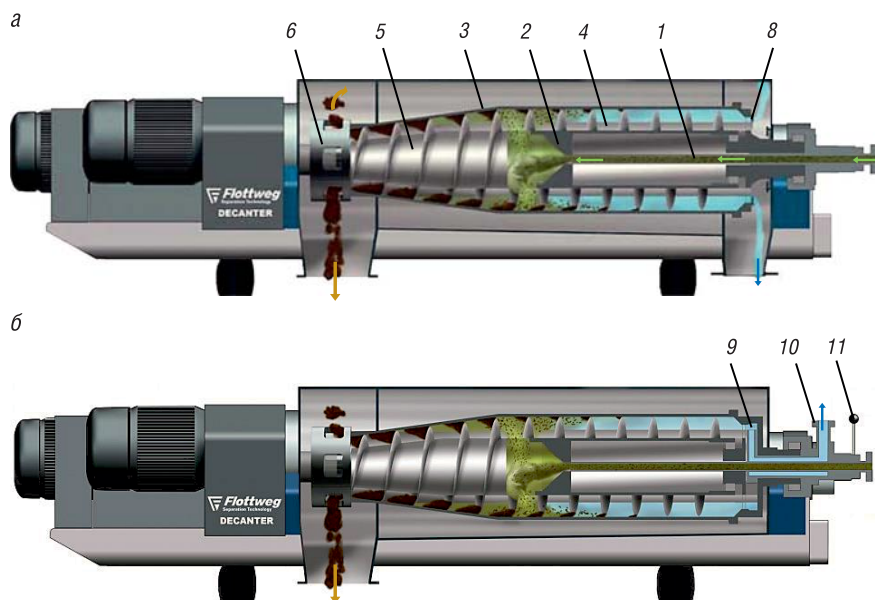
Строительство 2-й очереди очистных сооружений началось с установки на станции нейтрализации узла обезвоживания осадка: двух декантеров (сепараторов) Flottweg C7E-4/454 HTS, в которых происходит разделение нейтрализованных промышленных стоков на осветленную часть и обезвоженный осадок. Вместе с тем современные технологии, предлагаемые, в частности, компанией Flottweg, позволяют разделять получаемые шламовые воды на твердую и жидкую фазы.

Рассмотрим принцип функционирования декантера (см. рисунок).

Подача. Через расположенную в центре подводящую трубу 1 продукт направляется в приемную камеру 2 шнека, а оттуда после бережного предварительного ускорения попадает через распределительные отверстия в барабан 3.

Барабан 3 декантера имеет цилиндрическо-коническую форму. Он вращается с числом оборотов, соответствующим определенной функциональной задаче. В барабане продукт достигает полной окружной скорости и прилегает в виде цилиндрического кольца к поверхности барабана. Содержащиеся в продукте твердые вещества под воздействием центробежной силы оседают на внутренней поверхности 4 барабана. Длину цилиндрической части барабана и угол конуса конической части барабана можно изменять при производстве центрифуги в соответствии с определенной задачей разделения.

Шнек 5 декантера вращается с другим, чем у барабана, числом оборотов и подает осажденные твердые вещества в направлении задней конической части барабана. Разность чисел оборотов определяет время нахождения твердых веществ в барабане, которое среди прочего имеет решающее значение для достижения оптимального содержания сухого вещества и может регулироваться за счет изменения числа оборотов шнека. Путем замены шнека или несложного переоборудования декантеры Flottweg можно дополнительно адаптировать к изменению требований к разделяемому продукту. Благодаря этому



Декантер Flottweg для отделения твердого вещества от жидкости с отводом жидкой фазы самотеком (а) и под давлением (б)



Комплекс по обезвоживанию осадка шахтных вод Учалинского ГОКа

всегда имеется возможность выбора между шнеками с различными ходами или однозаходными и многозаходными шнеками.

Выгрузка твердого вещества с требуемым содержанием сухого вещества осуществляется через выходные отверстия, расположенные в конической части барабана, в камеру для твердых веществ, в направлении вниз (б).

Затворное устройство (опция). Осветленная жидкость поступает в цилиндрическую часть барабана и вытекает через отверстия в крышке 7 барабана. В этих отверстиях находятся точно настраиваемые переливные перегородки 8, при помощи которых регулируется уровень осветляемой жидкости в барабане. Жидкость собирается в корпусе системы спуска и отводится самотеком.

Регулируемый диск разделения фаз (опция). В качестве альтернативного варианта возможно отведение осветленной жидкости посредством диска разделения фаз 9, или так называемого импеллера (см. рисунок б). С помощью рычага 10 управления импеллером жидкость отводится из барабана, в закрытой системе под давлением. Благодаря этому можно не устанавливать обычно используемый в таких случаях подающий насос. В модифицированном варианте регулируемый диск разделения фаз позволяет плавно регулировать уровень осветляемой жидкости во время работы декантера (11) и тем самым быстро и точно адаптироваться к изменившимся условиям, не выводя центрифугу Flottweg из эксплуатации.

Заключение. Ввод в эксплуатацию декантеров Flottweg позволил снизить в среднем в 4–8 раз как

объем утилизируемых отходов, так и затраты на их утилизацию, и одновременно позволил улучшить качество очистки воды от тяжелых металлов.

В настоящее время в эксплуатации находятся две центрифуги С7Е, и ведется монтаж еще одной. Сейчас очистные сооружения принимают 8–10 тыс. м³/сут шахтных и подотвальных вод, а после нейтрализации оборудование Flottweg вырабатывает 50–80 м³/ч осадка, при этом дополнительно извлекается до 1500 м³/сут очищенной воды, пригодной для повторного использования. В результате ввода в эксплуатацию оборудования Flottweg был практически исключен сброс осадка шахтных вод в реку Бюды.

Таким образом, использование центрифуг Flottweg – эффективный способ обезвоживания осадка подотвальных и шахтных вод, а также хвостов обогащения. Дорогая техническая вода может использоваться в рециклинге практически сразу и, как следствие, подача дополнительной пресной воды сводится к минимуму.

Центрифуги легко управляются и требуют минимальной технической поддержки, что упрощает их использование в самой различной местности и в любое время года.

По сравнению с другими технологиями обезвоживания применение центрифуг Flottweg имеет ряд преимуществ: меньшая площадь для размещения оборудования; закрытая конструкция; увеличение извлечения полезного продукта; большие интервалы между техническим обслуживанием, минимальный простой; не требуются дополнительные расходные материалы и вспомогательные компоненты. **РОИ**

Поступила в редакцию 07.12.2018



Дополнительную информацию по оборудованию Flottweg для горной промышленности можно получить на сайте www.flottweg.com или по тел. +7 (495) 575-34-34

UDC 622.794:622.7:658.78:(622.7:502.17)

Flottweg equipment at Uchalinsk mountain-concentrating combine in Russia

O. N. Danilov, Head of the Department for environmental protection and hydraulic structures, Uchalinsky GOK¹

S. V. Marin, Project Engineer, Flottweg²

O.V. Dubrovskaya, PhD (in Psychological sciences), Marketing Manager, Flottweg²

¹JSC "Uchalinsk mountain-concentrating combine" of the Ural Mountain-Metallurgical Company. 2 Gornozavodskaya ul., Uchaly, Republic of Bashkortostan, 453700, Russia. www.ugok.ru.

²ООО "Flottweg Moscow". 17 Vashutinskoye shosse, Khimki, Moscow Region, 141402, Russia. www.flottweg.com,

Abstract: The problem of mine waters is considered and its optimal solution is proposed. A brief description of the technology of horizontal media separation is given. The effectiveness of the implementation of this technology using Flottweg centrifuges is justified. The technical device and the principle of operation of centrifuges Flottweg are disclosed. An example of a project implementation using Flottweg installations at the Uchalinsk mountain-concentrating combine (of the Ural mountain-metallurgical company) in Russia is given.

Key words: Mining industry; Solid minerals; Mine water; Separation; Dehydration; Quality of the final product; Environmental protection; Process of media separation economic efficiency.

Received 07.12.2018