

УДК 691.3

ИСТОЧНИКИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В ГИДРОМЕТАЛЛУРГИЧЕСКОМ ПРОИЗВОДСТВЕ И ПУТИ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

О. А. Разинкова

Приведены основные источники загрязнения окружающей среды в гидрометаллургическом производстве, их возможное применение и результаты испытаний пенобетона с применением в них отходов флотационного отделения – пеномассы.

Ключевые слова: *кеки гидрометаллургии, минеральные порошки, пенобетон.*

Are the main sources of pollution in the hydrometallurgical production, possible applications and test results with the use of foam in them waste flotation separation – penomassy.

Keywords: *cakes of hydrometallurgy, mineral powders, foam concrete.*

В современном мире появилась острейшая необходимость в освобождении биосферы от техногенных продуктов и использовании многотоннажных промышленных отходов в производстве строительных материалов и изделий.

Промышленное производство является одним из крупнейших источников загрязнения окружающей среды [1]. Предотвращение загрязнений, минимизация их вредного влияния на окружающую среду, обезвреживание и утилизация отходов производства и переход на безотходное и безвредное производство – вот основные направления развития современных промышленных технологий [1–2].

Технологический процесс гидрометаллургического производства – довольно сложный, многооперационный и непрерывный процесс, связанный со значительными непростыми технологическими переделами с использованием больших количеств химических реагентов (щелочей, кислот, аммиака, перекиси водорода и др.), острого перегретого пара (температура 225 °С, давление 25 атм.), горячей воды, сложных высокотемпературных процессов (до 600–700 °С) и энергоёмкого оборудования (вращающихся автоклавов, печей, реакторов и др.), а это уже само по себе является небезопасным и небезвредным для окружающей среды.

В процессе производства на многих технологических участках передела имеют место плохо регулируемые и нерегулируемые сбросы отработанных реагентов, тепло- и энергоносителей, отходов производства, побочных продуктов в газообразном, жидком, твердом и сложных дисперсно-агрегатных и фазовых состояниях, что небезвредно и является источником загрязнения биосферы густонаселенного района – Северного Кавказа.

Исследования технологического процесса гидрометаллургического производства позволили определить основные источники и места вредных сбросов и утечек – источников загрязнения окружающей среды [3]. Они выявлены:

а) в подготовительном отделении, где производится хранение основных компонентов сырья, приготовления содового раствора и технологической рабочей пульпы сырья заданной концентрации для выщелачивания, технологических сбросов и отходов производства практически нет, за исключением возможных случайных утечек содового раствора и горячей (технологической) воды, которые сразу стекают в городской коллектор;

б) в отделении автоклавно-содового выщелачивания, где на первой стадии производится выщелачивание пульпы в горизонтальных вращающихся автоклавах при температуре пара 225 °С и давлении 25 атм., после завершения цикла выщелачивания пар сбрасывается в атмосферу. А затем на второй стадии – в вертикальных стационарных автоклавах при тех же параметрах пара, при завершении циклов выщелачивания и перекачке пульпы имеет место сброс пара в атмосферу, а после репульпации смеси, часть отработанного содового раствора и горячей воды сбрасываются в городской коллектор. Распульпированная смесь со сгустителей поступает на гравитационное обогащение в гидроциклонах, где доизвлекаются остатки промышленной продукции и слив с гидроциклонов с остатками разрушенной пустой породы – кеки перекачиваются в хвостохранилище, а обога-

щенный (сгущенный) промышленный продукт направляется на следующий технологический участок;

в) в отделении ионной флотации, где производится доизвлечение вольфрама из жидкой фазы пульпы методом флотации, в качестве флото-реагентов используются пенообразователи АНП по МРТУ-6-0-03-184-67 и ГИПХ-3 по ТУ-6-02-1341-86 и такие реагенты, как перекись водорода, соляная кислота. В процессе флотации жидкая фаза смывается в городской коллектор, а пенный продукт – сублат – сжигается в две стадии: при температуре 400 и 700 °С в специальных печах. При этом газообразный продукт с оксидом и диоксидом углерода, парами воды сбрасывается в атмосферу, твердая фаза – сажа – собирается в накопитель для утилизации;

г) в гидрометаллургическом отделении производится нейтрализация и очистка растворов вольфрамита и молибдата натрия от кремния и фтора в специальных реакторах при температуре 115 °С и давлении пара 7,5–8,0 атм. с последующим переохлаждением, фильтрацией, промывкой смеси. При этом используется соляная кислота с рН до 2,2–2,5, аммиачная вода, перекись водорода и другие реагенты, которые также сливаются в городской коллектор. При реэкстракции вольфрама аммиачной водой имеет место частичный выпуск аммиачной воды в коллектор. В атмосферу попадают сероводород, диоксид серы и другие вещества;

д) в сушильно-обжиговом отделении, где производится сушка и обжиг промышленной продукции – трисульфида молибдена и паравольфрамата аммония при температурах 450–500 °С в специальных печах с осаждением пылевидных фракций, охлаждением, усреднением, затариванием готовой промышленной продукции в контейнеры, имеет место частичный или полный сброс в атмосферу пара (при сушке), оксида и диоксида углерода, пыли, отходов высоких температур;

е) в хвостохранилище площадью свыше 16 га, где производится складирование более 80 % твердых остатков, «хвостов» обогащения завода. В настоящее время в них скопилось свыше 540 тыс. т отвальных кеков – тонкодисперсных продуктов разрушения и выщелачивания содержащих полезное ископаемое пород.

Лежалые кеки представляют собой тонкодисперсный продукт (95 % класса – 0,074 мм) в виде сухой рыхло-земельной или влажной тестообразной массы.

Текущие кеки постепенно подвергаются частичной седиментации, испарению и поглощению влаги и со временем переходят в тестообразное и рыхло-земельное состояние.

Согласно лабораторным исследованиям отвальные кеки не содержат тяжелых металлов, опасных остатков реагентов, не имеют вредных выделений, нетоксичны и пригодны для утилизации в различных областях. По химическому составу в них более 70 % карбонатных пород (CaCO_3). По

минеральному составу они состоят преимущественно из кальцита, в них присутствуют флюорит, кварц, пирит, халькопирит и др.

Плотность твердой фазы как лежалых, так и текущих кеков составляет 2,7–2,8 г/см³. Насыпная плотность при влажности ~ 18 % – 1,9–2,1 г/см³, сухих – 1,5–1,6 г/см³.

Характерными свойствами лежалых кальцийсодержащих кеков являются их пластичность, комковатость, что делает их сходными с глинистыми породами.

Проведенными поисковыми работами [4–5] установлен ряд перспективных направлений использования кеков – отходов – в производстве различных строительных материалов и изделий. Определено влияние принятых минеральных добавок на пустотность песка. В зависимости от зернового состава пустотность смеси снижается на 11–14 %, что приводит к возможности экономии вяжущего, улучшению структуры, повышению плотности и стойкости материалов на их основе. Оптимальное количество добавок – кеков – колеблется от 15–20 до 30–40 % и требует оптимизации в зависимости от гранулометрии используемого заполнителя, характеристики вяжущего.

В то же время проводились эксперименты по использованию в производстве пенобетона отработанной (в гидрометаллургии) пены, которая сбрасывается в канализацию или выжигается.

Как показали испытания, в результате использования пеномассы – смыва флотационного отделения ГМЗ и портландцемента, методом сухой минерализации пены цемента с последующей пропаркой изделий паром с температурой 90–95 °С, можно получить пенобетонные изделия с хорошими физико-техническими свойствами, которые удовлетворяют современным требованиям для тепло- и звукоизоляции ($g_0 = 300–500 \text{ кг/м}^3$ с, $R_{сж} = 0,3–1,0 \text{ МПа}$).

Недостатком полученных материалов является неоднородное (многомодульное) пористое строение и присутствие большого количества крупных (до 3–4 мм) пор, что допустимо только для тепло- и звукоизоляционных материалов.

Таблица

Результаты испытаний пенобетона с применением в них пеномассы – смыва ГМЗ

Наименование показателей	Составы			
	1	2	3	4
Объем пеномассы – смыва, л	5	5	5	5
Плотность пены, кг/м ³	40	40	40	40
Расход цемента, кг	1,5	2,0	2,5	2,5
Добавка воды, л	0	0	0	0,1
Объем пенобетонной смеси, л	4,85	4,8	4,6	4,82
Средняя плотность смеси, кг/м ³	351	458	586	580

Прочность после пропарки, МПа	0,21	0,42	0,85	0,71
Плотность в сухом состоянии, кг/м ³	290	38	496	476
Прочность в сухом состоянии, МПа	0,29	0,53	1,2	0,95
Пористость образцов, %	89,6	86,8	82,9	83,7
Водопоглощение массовое, %	27,1	26,2	24,8	25,1
Прочность в насыщенном состоянии, МПа	0,24	0,45	1,22	0,82
Коэффициент размягчения	0,83	0,85	1,02	0,86

Достоинством полученных пенобетонов является их повышенная водостойкость. При плотности $\rho_0 = 290 \text{ кг/м}^3$ и пористости до 90 % они имеют водопоглощение меньше 30 %, а коэффициент размягчения более 0,8. Данный факт можно объяснить наличием большого количества замкнутых пор и гидрофобными свойствами пеномассы.

Таким образом, полученный материал будет более эффективен в увлажняемых местах, чем используемые пористые материалы с открытыми и сообщающимися порами. Его можно применять для теплоизоляции подземных трубопроводов в виде скорлуп и заливки внутреннего пространства трехслойных стен, покрытий.

Использование техногенных отходов (кеков) и технологических сбросов (пеномасс) гидromеталлургического производства в строительных материалах и изделиях позволит одновременно получить качественную продукцию из дешевого сырья – техногенных сбросов, и минимизировать их вредное влияние на окружающую среду.

Список литературы

1. Зайцев, В. А. Промышленная экология / В. А. Зайцев, Н. А. Крылов. – М. : Изд-во РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2002. – 220 с.
2. Защита окружающей среды от техногенных воздействий / под ред. Г. Ф. Невской. – М. : Изд-во МГОУ, 1993. – 218 с.
3. Разинкова, О. А. Исследование технологического процесса гидromеталлургического производства с целью утилизации отходов / О. А. Разинкова, Ж. И. Созаева, А. Л. Слонов // Перспектива-2008 : мат-лы Междунар. науч. конф. молодых ученых, аспирантов и студентов. – Нальчик : КБГУ, 2008. – Т. 3. – С. 218–220.
4. Разинкова, О. А. Пути использования отвальных кеков гидromеталлургии в производстве строительных материалов / О. А. Разинкова, Ю. А. Малкандуев, М. Х. Маришев // Вестник Волгоград. гос. архит.-строит. ун-та. – 2010. – Вып. 19 (38). – С. 64–69. – (Сер. «Строительство и архитектура»).
5. Разинкова, О. А. Минеральные порошки – модификаторы асфальтобетонных смесей из отвальных кеков гидromеталлургии / О. А. Разинкова [и др.] // Вестник Волгоград. гос. архит.-строит. ун-та. – 2012. – Вып. 27 (46). – С. 47–54. – (Сер. «Строительство и архитектура»).