

УДК 622.822:628.511

**ОЦЕНКА И ПУТИ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ  
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ РАСТВОРАМИ ПРИ КУЧНОМ  
ВЫЩЕЛАЧИВАНИИ РУД**

Канд. техн. наук Ш.К. Альмухамбетова

*Предложена методика оценки загрязнения окружающей среды при утечке химических растворов в процессе выщелачивания руд. Для уменьшения воздействия процесса на окружающую среду предлагается замена цианидов на менее опасные соединения – тиокарбамидные, гидрохлорные, амиачные, тиосульфатные, серощелочные, органические, а также с применением бактериальных способов. Для ликвидации аварийных утечек следует применять кольматацию зон утечек специальными гидроизолирующими составами.*

При кучном выщелачивании руд на неподготовленном или подготовленном основании [1] важно оценить величину возможных утечек растворов в окружающую среду, которую можно представить как:

$$V_{ут} = Q_n - Q_0 - q_{от}V_{ф} - q_z \cdot S_{осн} \cdot h_n, \quad (1)$$

где  $Q_n$  - количество раствора подаваемого на кучу, м<sup>3</sup>;  $Q_0$  - объем выщелачивающего раствора, вытекающего из кучи в прудки уловители, м<sup>3</sup>;  $q_z$  - удельный расход раствора для грунта в основании кучи, м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>;  $V_{ф}$  - фактический обработанный раствором объем руды в куче, м<sup>3</sup>;  $q_{от}$  - удельный расход раствора для обработки руды в куче, м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>;  $S_{осн}$  - площадь на которую попадает раствор в основании кучи, м<sup>2</sup>;  $h_n$  - мощность грунта под основанием, м.

В соответствии с технологией процесса кучного выщелачивания перед обработкой руды выщелачивающими растворами объем промывается водой для влагонасыщения и удаления глинистых включений. Этот момент и следует использовать для оценки возможных утечек растворов в окружающую среду, помимо экспериментальных исследований надежности оснований кучи [1].

Согласно (1) величину утечек примем равной 0, тогда значение  $Q_0$  для неподготовленного основания будет равно

$$Q_0 = Q_n - q_{om}V_{\phi} - q_z S_{осн} h_{осн}. \quad (2)$$

Для подготовленного же основания при  $V_{ут} = 0$  и  $S_{осн} = 0$  определим, что

$$Q_0 = Q_n - q_{om}V_{\phi}. \quad (3)$$

Определив  $Q_0$ , рассчитаем нормальный уровень раствора  $h_0$  в прудках уловителях при отсутствии утечек.

Этот объем прудков уловителя обозначим через  $V_{np}$  и при условии их трапециидальной формы (Рис. 1) представим как

$$V_{np} = S_{np} \cdot L_{np},$$

где  $S_{np}$  - площадь поперечного сечения прудка уловителя,  $m^2$ ;  $L_{np}$  - длина прудка уловителя, м.

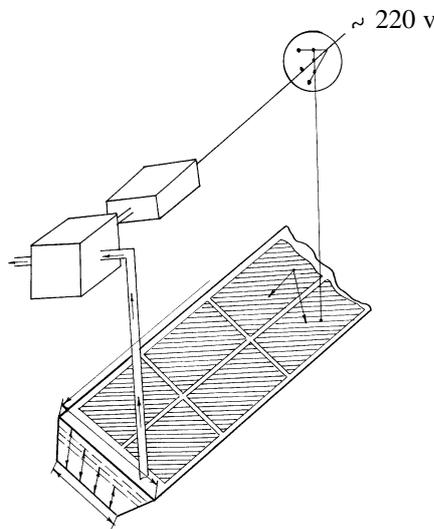


Рис. Схема автоматического контроля утечек раствора при кучном выщелачивании руд

Представим  $S_{np}$  в виде

$$S_{np} = \frac{l_1 + l_2}{2} \cdot h_{np},$$

где  $l_1$  и  $l_2$  - длина оснований трапециидального сечения прудка, м;  $h_{np}$  - высота поперечного сечения прудка уловителя, м.

Улавливаемый объем раствора  $Q_0$  разместится в объеме  $V_{np}$  и займет его часть, равную

$$Q_0 = \frac{l_1 + l'_2}{2} \cdot h_0 \cdot L_{np}. \quad (3)$$

Исходя из условий подобия призм ABCD и A'B'/CD и равенства  $L_{np}$  отношение  $V_{np}$  к  $Q_0$  будет пропорционально отношению размеров  $V_{np}$  и размещенного в нем объема  $Q_0$ , т.е.

$$\frac{V_{np}}{Q_0} = \frac{h_{np}}{h_0} = \frac{l_2}{l'_2}. \quad (4)$$

Отсюда определим величину нормального уровня выщелачиваемого продуктивного раствора в прудке уловителя при отсутствии утечек, т.е.

$$h_0 = \frac{Q_0 \cdot h_{np}}{V_{np}}. \quad (5)$$

В случаях, если фактический уровень раствора в прудке  $h_\phi$  будет меньше нормального  $h_0$ , то значит имеются утечки раствора, которые определяются как

$$V_{ym} = Q_0 - Q_\phi, \quad (6)$$

где  $Q_\phi$  - фактический объем раствора в прудке уловителя, м<sup>3</sup>.

Величину  $Q_\phi$  нетрудно определить также из условий подобия по формуле

$$Q_\phi = Q_0 \cdot h_\phi / h_0. \quad (7)$$

Для определения мест утечек (основание кучи или прудки уловителя) раствора следует отключить его подачу в объем выщелачиваемой руды и наблюдать за уровнем раствора в прудке. Если уровень в прудке уловителя не изменится за некоторый промежуток времени, то значит утечки произошли через основание кучи. В случае, когда уровень раствора будет продолжать падать, то значит, утечки могут происходить как через основание, так и через прудки. Для определения величин утечек через основание кучи и прудки-уловителя следует замерить уровень раствора в момент отключения его подачи в объем кучи руды  $h_\phi$  и уровень  $h_2$  после истечения некоторого периода времени. По разнице уровней  $h_\phi$  и  $h_2$  можно определить величину утечек через прудки-уловители по формуле

$$V_{ym.np} = Q_{\phi} \left( 1 - \frac{h_2}{h_{\phi}} \right). \quad (8)$$

Величину утечек через основание можно рассчитать по формуле

$$V_{ym.осн.} = Q_0 \left( 1 - \frac{2h_{\phi} - h_2}{h_0} \right). \quad (9)$$

На основе вышеизложенного предлагается следующая методика контроля за утечками раствора при кучном выщелачивании руд:

- по формулам (2) или (3), в зависимости от подготовленности основания, определяют величину  $Q_0$ , которая корректируется со временем по изменению величины  $q_{om}$ ;
- рассчитывают величину нормального уровня жидкости  $h_0$  по формуле (5);
- отключают подачу раствора в объем руды и измеряют фактический уровень раствора  $h_{\phi}$  в прудке уловителе;
- рассчитывают фактический объем раствора  $Q_{\phi}$  в прудке уловителе по формуле (7);
- рассчитывают величину утечек раствора  $V_{ym}$  в окружающую среду по формуле (6);
- измеряют уровень  $h_2$  по истечении некоторого периода времени после отключения подачи раствора в объем руды и по формуле (8) определяют утечки раствора через прудки уловители;
- рассчитывают утечки раствора через основание кучи по формуле (9).

Для автоматического контроля утечек раствора разработана схема (см. рис.), сущность которой заключается в следующем.

На поверхности выщелачивающего раствора в прудке устанавливаются плавающие коллекторы (гелиоустройства) тепла солнечной радиации. При этом, плавающие коллекторы тепла солнечной радиации одновременно подогревают выщелачивающий раствор для повышения эффективности выщелачивания и снижают испаряемость растворов в атмосферу, а также используются для автоматического контроля уровня в прудке. На одном из плавающих коллекторов 4 жестко соединена штанга, на противоположном конце которой имеется устройство для отключения сети питания двигателя насоса, подающего раствор в выщелачиваемый объем. При утечке раствора плавающий коллектор опустится ниже нормального уровня и шина, разъединяющая сеть питания, уйдет в положение 3. Двигатель обесточится и подача раствора в кучу будет прекращена. В случае

избытка раствора, поступающего в прудки уловителя, питающая шина примет положение 1 и также будет прекращена подача раствора на кучу. В случае нормального орошения кучи поплавковый коллектор устанавливается на нормальном уровне 2, а выщелачивающий раствор будет подаваться в кучу. Таким образом, оператор, ведущий наблюдение за процессом выщелачивания руды, контролирует работу насоса, подающего выщелачивающий раствор, и фиксирует положение уровня плавающего коллектора солнечной радиации. В случае установки положения уровня, соответствующего утечкам, следует принимать меры по их устранению.

Для предотвращения загрязнения окружающей среды выщелачивающими растворами, прежде всего, следует рассмотреть вопрос о замене высокотоксичных цианидных растворов на менее токсичные – тиокарбамидные, гидрохлорные, аммиачные, тиосульфатные, серощелочные, органические, а также с применением бактериальных способов. При этом следует обратить внимание, что наибольший интерес в мировой практике извлечения золота и серебра из природных материалов вызывает процесс выщелачивания с применением тиосульфата аммония или натрия, а иногда и их смеси. Однако широкого промышленного внедрения тиосульфатных растворов до настоящего времени нет, хотя эффективность их использования апробирована в лабораторных условиях [2].

При обнаружении утечек растворов следует предпринять меры и способы по их устранению. Одним из таких способов является кольматация зон утечек специальными гидроизолирующими составами. Гидроизолирующие составы так же должны отвечать требованиям низкой токсичности и малым сроком набора прочности в увлажненных и обводненных горных породах в основании выщелачиваемой кучи. Для снижения токсичности известных гидроизолирующих составов в качестве ускорителя-восстановителя может быть использована паста НРС (невзрывчатая разрушающаяся смесь), приготовленная в водном растворе ОП-10 по специальной технологии. Применение пасты НРС в водном растворе ОП-10 при отвердении ненасыщенных полиэфирных смол марок ПН-609-21 м и ПН-1 исключает использование диметиланилина, отличающегося токсичностью, взрывоопасностью и дороговизной. Технология же приготовления ускорителя на основе пасты НРС очень простая и дешевая, недефицитная и может заменить традиционные, органические восстановители-ускорители.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ахмеджанов Т.К., Альмухамбетова Ш.К. и др. Опыт определения гидроизоляционных свойств основания при кучном выщелачивании полезных ископаемых. //Гидрометеорология и экология. – Алматы, 2000, №1. С. 165-171.
2. Бегалинов А., Яковлев А.П., Ахмеджанов Т.К. и др. Тиосульфатное выщелачивание золота. Теория и практика. – Алматы, Ғылым, 2001. 254с.

**КЕНДЕРДІ ЖИНАҚТАП ШАЙМАЛАУ КЕЗІНДЕ ҚОРШАҒАН  
ОРТАНЫҢ ЛАСТАНУЫН БОЛДЫРМАУДЫ БАҒАЛАУ ЖӘНЕ ОНЫҢ  
ЖОЛДАРЫ**

Техн. ғылымд. канд. Ш.К. Әльмұхамбетова

*Кендерді шаймалау процесінде химиялық ерітінділердің таралуы кезіндегі қоршаған ортаның ластануын бағалау әдістемесі берілген. Бұл процестің қоршаған ортаға теріс әсерін азайту үшін цианидтерді қауіп келірек- тиокарбимидті, гидрохлорлы, аммиакты, тиосульфатты, күкірт сілтілі, органикалық заттарға, сонымен қатар бактерияларды тәсілдер мен ауыстыру ұсынылған. Апатты таралуларды жою үшін таралу аймақтарын арнайы гидроизоляциялау қоспаларымен кольматациялауды қолдану қажет.*