

Але технічні рішення щодо місця включення лінії транспортування лежалих хвостів у загальну схему збагачення та розробки системи транспортування лежалих хвостів вимагають ще додаткових досліджень і детальних розрахунків.

Таким чином:

- встановлено факт самозбагачення техногенної сировини в процесі складування відходів, раціональне використання якої може надати нові можливості в розробці систем збагачення;
- запропоновано економічне рішення проблеми переробки лежалих хвостів з використанням існуючої технологічної схеми збагачення, яка дозволить отримувати концентрат з вмістом заліза 65,3 мас.% і виходом 30,6% (при вилученні 68%);
- для розробки технологічної схеми переробки лежалих хвостів хвостосховищ необхідним є: попередні дослідження їх мінерального та механічного складу, розподілу рудних мінералів у фракціях, характеру розкриття рудних мінералів у матеріалі різних гранулометричних фракцій, а також, топомінералогічні дослідження та аналіз існуючої системи гідротранспорту хвостів з обґрунтуванням можливості її використання в зворотному напрямку;
- вирішення проблеми збагачення хвостів дозволить не тільки збільшити вилучення рудного матеріалу з корисних копалин, але й суттєво знизити екологічну небезпеку гірничого виробництва.

#### Список літератури

1. Шапар А.Г. Ресурсозберігаючі технології видобутку корисних копалин на кар'єрах України / Шапар А.Г., Дриженко А.Ю., Поліщук С.З. та ін. – К.: Наукова думка, 1998. – 89 с.
2. Бересневич П.В., Кузьменко П.К., Неженцева Н.Г. Охрана окружающей среды при эксплуатации хвостохранилищ. – М: Недра, 1993. – 128 с.

3. Євтехов В.Д., Федорова І.А. Мінеральний склад хвостів Північного гірничозбагачувального комбінату // Геолого-мінералог. вісник КТУ. – 2002. – №1 (7). – С. 90–98.

4. Малахов И. Н. Качество жизни: опыт экологического прочтения. – Кривой Рог: Вежа, 1999. – 158 с.

5. Евтехов В.Д., Федорова И.А. Топомінералогія отходов обогащения бедных железных руд Кривбасса как техногенного железорудного сырья // Геолого-мінералог. вісник КТУ. – 2001. – №2(6). – С. 81–87.

6. Евтехов Е.В. Влияние условий складирования хвостов на качество техногенных железных руд Криворожского бассейна // Геолого-мінералог. вісник КТУ. – 2004. – №1(11). – С. 31–39.

Установлен факт самообогащения техногенного сырья в процессе складирования отходов в хвостохранилищах. Предложено экономичное решение проблемы переработки лежалых хвостов с использованием существующей технологической схемы обогащения, что позволит, также, снизить уровень экологической опасности горного производства.

**Ключевые слова:** самообогащение техногенного сырья, лежалые хвосты, технологическая схема переработки, экологическая опасность

It has been shown the fact of technogenic stuff self-concentration during tales' storing in liquid wastes' stores. It has been offered an economical solution of a problem of working of long-time stored tales with existing technological scheme of concentration. That will allow reducing of the level of mining ecological danger.

**Keywords:** technogenic stuff self-concentration, long-time stored tales, technological scheme of concentration, liquid wastes' stores, ecological danger

*Рекомендовано до публікації д.т.н. В.І. Голінько 05.05.10*

УДК 541.1

© Колесник В.Е., Павличенко А.В., Бескровный В.И., Бондаренко Я.Б., 2010

**В.Е. Колесник, А.В. Павличенко, В.И. Бескровный, Я.Б. Бондаренко**

## ФЛОТАЦИОННАЯ ОЧИСТКА СТОЧНОЙ ВОДЫ ХВОСТОХРАНИЛИЩА ЖЕЛЕЗОРУДНОГО ГОРНО-ОБОГАТИТЕЛЬНОГО КОМБИНАТА

**V.Ye. Kolesnik, A.V. Pavlichenko, V.I. Beskrovny, Ya.B. Bondarenko**

## FLOTATION TREATMENT OF SEWAGE WATER STORAGE OF IRON ORE MINING AND CONCENTRATION ENTERPRISE

В качестве превентивной меры по улучшению состояния водных объектов комбината на перспективу предложено дополнительно очищать сточную воду хвостохранилища флотацией, с использованием пузырьково-пленочного экстрактора примесей. Проведено биологическое тестирование очищенной сточной воды по ростовому тесту, результаты которого сопоставлялись с результатами аналогичного тестирования воды, взятой на входе и выходе хвостохранилища. Установлено, что фитотоксичность очищенной воды снижается в среднем на 28%.

**Ключевые слова:** хвостохранилище, сточные воды, флотация, фитотоксичность, биотестирование

**Вводная часть.** ОАО „Полтавский ГОК“ (далее ПГОК) специализируется на добыче железной руды

(магнетита), первичной переработке руды, ее обогащении и изготовлении окатышей для металлургиче-

ских предприятий. Руда, добываемая в карьере ПГОКа, относится к классу бедных руд со сравнительно небольшим количеством железа и большим содержанием пустой породы. Однако обогатительная фабрика обеспечивает получение концентрата с содержанием железа общего 61,1 или 65,6%. Для повышения содержания железа до 69% часть концентрата направляют на участок флотационной доводки. Отходы обогащения поступают в хвостохранилище фабрики. Для экономии воды на предприятии функционируют три оборотные системы водообеспечения, наиболее мощной из которых является система оборотной загрязненной воды с осветлением ее в хвостохранилище мощностью 372810,5 тыс. м<sup>3</sup>/год.

Сточные воды ПГОКа также отводятся в упомянутое хвостохранилище, а избыточные воды из него подаются на биоинженерные сооружения (БИС) для доочистки и сбрасываются в р. Сухой Кобелячек, которая впадает в Днепродзержинское водохранилище. Годовой сброс сточной воды в реку составляет 46,6 тыс. м<sup>3</sup>.

**Постановка задачи.** Влияние ПГОКа на состояние данных водных объектов, водохранилища вполне очевидно. Поэтому конечная цель настоящей работы состояла в разработке технических предложений по улучшению качества воды в малых реках и снижению антропогенной нагрузки на естественные водоемы, а задача состояла, в первую очередь, в разработке мероприятий по уменьшению концентраций токсичных соединений, которые находятся в сточной воде, сбрасываемой в р. Сухой Кобелячек и Днепродзержинское водохранилище в районе расположения ПГОКа.

**Основные результаты.** Для решения поставленной задачи предварительно анализировалось экологическое состояние 1–3 отсеков хвостохранилища и его дренажного канала. Было отмечено превышение ПДК для водных объектов культурно-бытового использования по следующим показателям: содержанию натрия, магния, хлоридов, сульфатов, величине сухого остатка и нефтепродуктов. В целом превышение соответствующих нормативов колебалось в пределах до 8 раз. Тем не менее, качество воды отсеков хвостохранилища удовлетворяет технологическим требованиям потребителей воды ПГОКа, которые обеспечиваются водой из хвостохранилища.

Днепродзержинское водохранилище, вследствие значительной антропогенной нагрузки, является эвтрофным. Для него характерно интенсивное „цветение“ воды в летний период. Оно относится к категории водоемов, нуждающихся в экономном водопользовании и проведении специального контроля, результаты которого должны быть базой для разработки соответствующих водоохраных мероприятий и своевременного принятия обоснованных решений в области водопользования.

Для выявления и оценки возможного влияния на состояние водной среды и выделения влияния водохозяйственной деятельности ПГОКа по тем же показателям, что и для технологических водных объектов, вода водохранилища также обследовалась в следующих пунктах: на 500 м выше г. Комсомольск; на

500 м выше и ниже устья р. Сухой Кобелячек. Оказалось, что содержания биогенных веществ (азота аммонийного, нитратного, нитритного и минерального фосфора) в проанализированных пробах характерны для высокотрофных водных объектов в период окончания вегетационного сезона и развития процессов деструкции. Отмечено, что повышенное содержание железа в поверхностных водах исследуемого региона является их естественной спецификой. Отделить влияние водохозяйственной деятельности ПГОКа в такой ситуации весьма сложно. Тем не менее, при анализе имеющихся данных авторами статьи обращено внимание на возможность корреляции содержания в сточной воде некоторых веществ, в частности хлоридов, сульфатов, нитритов, нефтепродуктов, железа общего и др., с их содержанием в воде, поступающей в БИС. Поскольку нет достаточного количества данных для установления достоверных значений такой корреляции, авторами предложена превентивная мера улучшения состояния сточной воды, сбрасываемой в р. Сухой Кобелячек, путем доочистки воды в секции хвостохранилища, примыкающей к месту стока.

Доочистку воды предлагается выполнять с использованием пузырьково-пленочного экстрактора (ППЭ). (Патенты Украины №2635 от 15.03.1994 г. и международный № W096/18578 В. С. Гевод и др. – Украинский государственный химико-технологический университет, которому и принадлежат права интеллектуальной собственности). Указанный ППЭ относится к флотационным устройствам очистки воды от загрязнений и позволяет очищать как питьевую, так и сточную воду, преимущественно от ПАВ и сопутствующих примесей, захватываемых поверхностью воздушных пузырьков и выводимых из ППЭ в виде жидких пленок в отходы очистки [1, 2].

Исследования пригодности ППЭ для очистки воды хвостохранилища проводились на лабораторной установке (рис. 1), выполненной практически полностью на основе бытового очистителя водопроводной воды, т.е. ППЭ, в виде стеклянного прибора с закрепленным на нем микрокомпрессором (изготовлен в стеклодувной мастерской Украинского государственного химико-технологического университета).

Указанный очиститель водопроводной воды, по данным разработчиков, имеет следующие характеристики:

- глубина очистки воды – не меньше 90% за время экстракции около 15 мин (при объеме очищаемой воды от 2 до 20 дм<sup>3</sup>);
- улучшение органолептических свойств воды и цветности – на 40–50%, снижение мутности – на 80–100%, удаление запаха;
- уменьшение концентрации: сульфатов – не меньше, чем на 70%; железа – на 60%; нефтепродуктов – не ниже, чем на 90%; хлоридов – на 90%.

Очиститель имеет массу 0,9 кг при мощности микрокомпрессора 5 Вт.

Очищаемая вода заливается в 3-х литровую банку. Отходы очистки в виде пленок жидкости выводятся из экстрактора по пластиковой трубке в литровую банку. Производительность очистки регулирует-

ся подачей воздуха микрокомпрессором и зависит от пленкообразующих свойств очищаемой воды.



Рис. 1. Общий вид лабораторной установки

Для тестирования сточной воды на интенсивность пленкообразования, в банку очистителя заливались поочередно пробы, отобранные на входе и выходе хвостохранилища. Пленкообразующие свойства проб оценивались по объему жидкого отхода в литровой банке после экстракции продолжительностью около 1 часа. Для сравнения аналогично трестировалась обычная водопроводная вода, при очистке 3-х литров которой образовывалось порядка 100 мл отходов. При том же режиме ППЭ, объем отхода для входной воды хвостохранилища составил около 5 мл, а для выходной – 140 мл. Как видим, пленкообразующие свойства, а значит и очищаемость входной воды хвостохранилища при помощи ППЭ на порядок хуже, чем выходящей из него. В то же время, очищаемость выходящей воды оказалась

составимой с очищаемостью водопроводной воды. Поэтому было принято решение очищать сточную воду на выходе из хвостохранилища.

Далее для оценки эффективности очистки нами проведено биологическое тестирование доочищенной сточной воды по ростовому тесту, результаты которого сопоставлялись с результатами аналогичного тестирования воды, взятой на входе и выходе хвостохранилища. Суть ростового теста заключается в учете изменений показателей роста, в частности длины корней проростков индикаторной культуры, выращенных на исследуемых образцах воды [3]. Приоритет отдан тест-культурам, которые быстро прорастают и являются характерными для данного региона, в частности, семенам редиса летнего (*Rafanus sativus* L.), лука обычного (*Allium cepa* L.) и капусты белокочанной (*Brassica oleracea* L.), проращивание которых происходило в чашках Петри. По результатам биологического тестирования построены диаграммы, представленные на рис. 2.

Наибольший фитотоксический эффект выявлен для воды, поступающей в хвостохранилище – у всех тестовых культур длина корней минимальна. Фитотоксичность выходной воды несколько ниже. Особенно это заметно на проростках капусты, длина корней которых увеличилась примерно на 50%. Это лишний раз подтверждает неплохую биологическую эффективность очистки воды в секциях существующего хвостохранилища. Доочистка же его выходной воды с помощью ППЭ еще более снижает фитотоксичность, что заметно по существенному увеличению длины корней всех тестовых культур.

Отметим, что длина корней проростков – величина обратная фитотоксичности воды, а эффективность доочистки воды оценивается именно по величине снижения ее фитотоксичности. На практике эффективность доочистки оценивалась нами как отношение величины изменения длины корней тестовых культур к их длине, полученной на выходящей из хвостохранилища воде, доочищенной при помощи ППЭ.

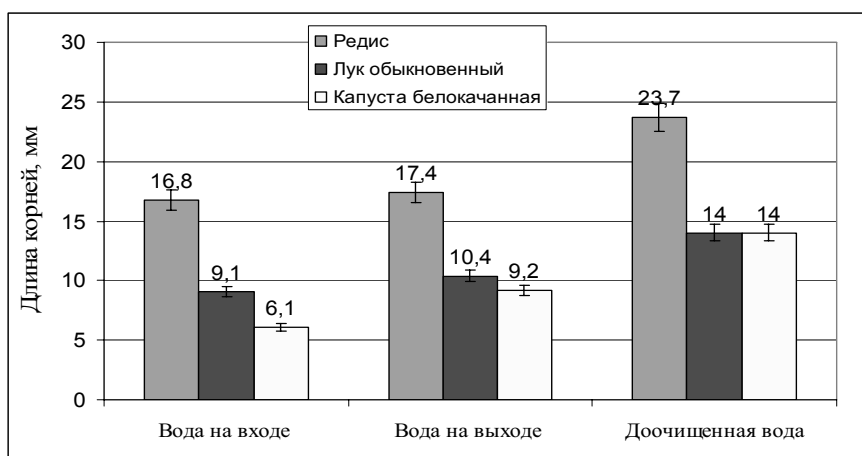


Рис. 2. Результаты ростового теста проб сточной воды хвостохранилища, отобранных на его входе и выходе, а также после доочистки, проведенного на культурах: редис, лук обыкновенный и капуста белокочанная

Средние значения эффективности доочистки этой воды, полученные по результатам троекратного тестирования на семенах редиса, лука и капусты белокачанной, составили соответственно 26,58; 25,71 и 34,28%, в среднем 28%.

Таким образом, доочистка воды на выходе из хвостохранилища с помощью пузырьково-пленочного экстрактора оказалась, по результатам ростового теста, довольно эффективной мерой. Ее можно применять как дополнительную ступень очистки сточной воды хвостохранилища для уменьшения техногенной нагрузки на акваторию Днепродзержинского водохранилища. Следует отметить, что таким же способом возможна доочистка дебалансной воды на выходе БИС.

**Выводы и рекомендации** относительно создания промышленной установки для доочистки сточной воды хвостохранилища. Поскольку реальные образцы ППЭ рассчитаны на относительно малую производительность (расчетные объемы очищаемой воды ограничены 10–20 литрами), повышение производительности очистных установок, основанных на ППЭ, достигается увеличением числа единичных устройств, т.е. в условиях хвостохранилища ПГОКа необходимо создавать систему, состоящую из некоторого количества отдельных устройств. Полагая, что один ППЭ очищает 3 л сточной воды до необходимой кондиции за 15 мин, для очистки 46,6 тыс. м<sup>3</sup> сточной воды за год, сбрасываемой из хвостохранилища, потребуется около 160 шт. экстракторов, объединенных в единый блок, который должен работать круглосуточно от одного компрессора. Жидкие отходы экстракции могут быть направлены во входную секцию хвостохранилища или в БИС.

Приблизительные экономические расчеты показали, что использование предложенной системы позволит снизить плату за причиняемый экологический ущерб примерно на 30%. Ориентировочные капитальные затраты на введение системы в действие (без учета стоимости лицензии на использование интеллектуальной собственности) составляют около 48 тыс. грн. Эксплуатационные затраты оцениваются в размере 38,43 тыс. грн.

**Список литературы**

1. Пузырьково-пленочная экстракция – новый эффективный метод доочистки питьевой воды от поверхностно-активных веществ и других токсичных примесей / Гевод В.С., Решетняк И.Л., Хохлов А.С. и др. // Вопр. химии и хим. технологии. – 1998. – №3. – С. 55–58.
2. Возможности ППЭ при финишной доочистке сточных вод / Гевод В.С., Решетняк И.Л., Хохлов А.С. и др. // Вопр. химии и хим. технологии. – 2002. – №5. – С. 177–180.
3. Горова А.И., Павличенко А.В., Кулікова Д.В. Біоіндикаційна оцінка впливу вуглеводобувних підприємств Західного Донбасу на стан поверхневих водойм // Уголь України. – 2009. – №6. – С. 26–30.

Як превентивна міра з поліпшення стану водних об'єктів комбінату на перспективу запропоновано додатково очищати стічну воду хвостосховища флотацією, з використанням бульбашково-плівкового екстрактора домішок. Проведено біологічне тестування очищеної стічної води по ростовому тесту, результати якого зіставлялися з результатами аналогічного тестування води, узятої на вході та виході хвостосховища. Установлено, що фітотоксичність очищеної води знижується в середньому на 28%.

**Ключові слова:** *хвостосховище, стічні води, флотація, фітотоксичність, біотестування*

As a preventive measure of improvement of industrial complex water objects condition on target it has been offered to clear additionally sewage of tailing pit by flotation, with using a bubble-film extractor of impurity. Biological testing of the cleared sewage by growth test the results of which were compared with results of similar test of the water taken from the input and the exit of tailing pit has been held. It has been established, that phytotoxicity of the cleared water decreases on the average by 28%.

**Keywords:** *tailing pit, waste water, flotation, phytotoxicity, biotesting*

*Рекомендовано до публікації д.б.н. А.І. Горovou 09.03.10*

УДК 504.05:622.33

© Перов М.О., Макаров В.М., 2010

М.О. Перов, В.М. Макаров

**ВПЛИВ ТЕХНОГЕННИХ НАВАНТАЖЕНЬ ВУГІЛЬНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ НА ДОВКІЛЛЯ**

M.O. Perov, V.M. Makarov

**THE INFLUENCE OF ANTHROPOGENIC LOADS OF THE COAL INDUSTRY ON THE ENVIRONMENT**

Визначено перелік основних джерел забруднення довкілля вугільною промисловістю. Дана їх кількісна та якісна оцінка. Проаналізовано негативні фактори техногенного навантаження від діяльності об'єктів вугільної промисловості.

**Ключові слова:** *довкілля, вугільна промисловість, забруднення, аналіз, техногенне навантаження*