

## БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

### ЭКОЛОГИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ОЧИСТКИ ШАХТНЫХ ВОД

**О.Н. Исаев, Б.Д. Сусленков**

*Экологический факультет, Российский университет дружбы народов,  
Подольское ш., 8/5, 113093, Москва, Россия*

В настоящей работе рассматривается биохимический способ очистки шахтных вод от взвешенных углистых веществ путем использования гетеротрофных микроорганизмов.

Предприятия угольной промышленности откачивают более 650 млн. м<sup>3</sup> сточных вод, которые загрязнены взвешенными веществами из породных и угольных частиц; нефтемаслопродуктами от работы машин и механизмов; поверхностно-активными веществами, образующимися при использовании специальных жидкостей, для уменьшения пылеобразующей способности разрабатываемого пласта и запыленности горных выработок; бактериальными примесями и минеральными солями. Их сброс в наземную гидрографическую сеть вызывает ощутимое засоление и закисление водоемов и водотоков, дестабилизируя тем самым экологическое равновесие в районе действия угольных шахт. Постоянный переход горных работ на более глубокие горизонты и усложнение при этом гидрогеологических условий приводит к дальнейшему увеличению объемов и загрязненности попутно забираемых вод различными веществами, а также истощению подземных водоносных горизонтов, в том числе насыщенных чистой питьевой водой.

В связи с этим, а также нарастающим дефицитом питьевой воды актуальными становятся вопросы предотвращения загрязнения подземных вод, очистки загрязненных шахтных вод и повторного использования их для нужд угольной промышленности, а также смежных отраслей, сельского хозяйства и в быту.

До настоящего времени подавляющее большинство научных и экспериментальных работ были направлены на решение лишь одного из перечисленных вопросов: на очистку шахтных вод, осветление, обеззараживание, деминерализацию и нейтрализацию за счет использования в основном механических и частично физико-химических способов, коэффициент полезного действия которых не превышает 0,1. Поэтому разработка универсального способа очистки шахтных вод, обладающего более высоким КПД, остается одной из актуальных задач в угольной промышленности.

Одним из возможных направлений решения данной задачи является использование для этой цели биохимических технологий. На кафедре промышленной экологии и безопасности жизнедеятельности на протяжении последних десяти лет проводятся целенаправленные исследования, направленные на разработку биохимического способа очистки шахтных вод в подземных условиях (Биологическая..., 1991).

Сущность способа заключается в способности ряда бактерий в низкотемпературном режиме расщеплять стойкие химические вещества, содержащиеся в шахтных водах и синтезировать из них новые вещества, которые не противоречат природным компонентам (Использование..., 1992). Шахтные воды по своему химическому составу отвечают основным требованиям реализации биохимического способа. Они в достаточных количествах содержат углерод в

виде частиц углистого вещества, растворенные минеральные соли, содержащие азот, фосфор и другие элементы, необходимые для развития бактерий. Накопление шахтных вод осуществляется в специальных емкостях (зумпфах), расположенных в нижней части вертикальных или наклонных грузовых и вентиляционных стволов. В этих сооружениях достигается осреднение кислотности-щелочности показателей сточных вод (рН-6,5). Температура накопителей воды, как правило, соответствует нижнему горизонту шахты и составляет в большинстве случаев более 25 °С. В зумпфах происходит постоянное перемешивание жидкости за счет притока воды из вышележащих горизонтов и откачки избытка воды на поверхность. Среднее значение времени пребывания объема воды в накопителях составляет 10-15 суток, что соответствует времени развития бактерий в их наиболее активной экспоненциальной фазе. Исследованиями установлено, что перечисленные выше показатели зумпфов отвечают основным технологическим требованиям реализации биохимического способа очистки шахтных вод в них (Биовосстановление..., 1991).

Основным условием реализации данного способа является наличие микробной популяции, адаптированной к данному типу шахтной воды. Совместно с институтами биологического профиля удалось выделить несколько микробных популяций для условий Кузбасса, Читинского района, шахт Хакасии и Приморского края. Процесс очистки шахтных вод при этом протекает по одной из схем и включает в себя следующие фазы:

I - гидролиз углистого вещества, нефтемаслопродуктов и поверхностно-активных веществ с образованием при этом метанола и небольшого количества метана;

II - биохимическое окисление метана и метанола с образованием максимальной концентрации биомассы микробной популяции;

III - автолиз биомассы с образованием гумусового вещества и диоксида углерода.

Апробация биохимического способа осуществлялась на ОАО «Шахта Хакассия» по технологической схеме, приведенной на рисунке.

Исходные параметры и результаты экспериментов приведены в таблице.

Т а б л и ц а

Характеристика объекта исследований.

№ п/п	Объект исследования	Характеристики
1	Мощность пласта	204 м
2	Водоприток	60 м <sup>3</sup>
3	Состав воды шахты: гидрокарбонатнохлоридносульфатные натриевокалиевые с минерализацией	2,7-6,0 г/л
4	рН воды	7,4
5	Состав углистых веществ в воде:	
	углерод	76,3-80,1 %
	водород	4,9-5,7 %
	азот	2,0-2,6 %
	кислород	11,1-17,3 %
6	Температура зумпфа	27,6 °С
7	Исходная концентрация вводимой микробной популяции	1,1 · 10 <sup>6</sup> г/мл
8	Инкубационный период культивирования бактерий	12 сут.
9	Максимальная концентрация бактерий по истечению инкубационного периода	1,6 · 10 <sup>8</sup> №/г/мл
10	Концентрация взвешенных углистых веществ	150 г/л
11	Концентрация нефтепродуктов	65 мг/л

Эксперименты повторялись три раза, проводились в зумпфах № 1 и № 2 (рисунок). Всего проведено шесть экспериментов. Средняя эффективность биохимического способа по снижению нефтемаслопродуктов составила – 70,6%, взвешенных веществ – 81,4%, накопление гумусового вещества составила – 40,1%. Параллельно с этим зафиксировано снижение содержания фенольных соединений с 5,1 до 1,4 мг/л.

Таким образом, полученные результаты позволяют сделать вывод о том, что внедрение биохимического способа очистки шахтных вод непосредственно в подземных условиях может значительно повысить эффективность природоохранных мероприятий на угольных шахтах.

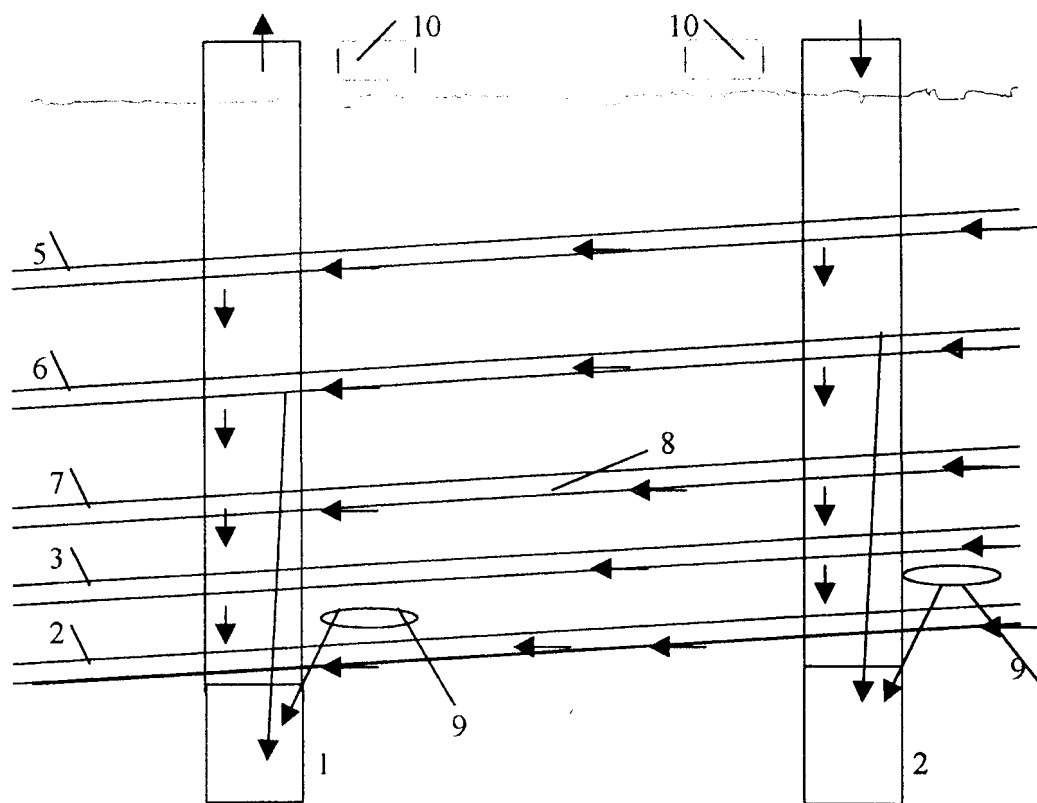


Рис. Принципиальная технологическая схема аэрации биохимического способа очистки шахтных вод в подземных условиях:

- 1- зумпф №1 грузового ствола; 2- зумпф №2 вентиляционного ствола;
- 3,4- горные выработки; 5,6,7- водоносные горизонты;
- 8- фильтрация воды из водоносных горизонтов;
- 9- дозаторы воды микробной популяции в зумпфы;
- 10- поверхностные водоотливные насосы

## ЛИТЕРАТУРА

Использование микроорганизмов для очистки окружающей среды. — М.: Пушкино. 1992. — 190 с.

Биовосстановление: «Очистка с помощью биологии и технологии Bioremediation» Mazzello Angela II Scientist — 1991. — 5, №1. — С. 18-32, Eng.

---

Биологическая очистка сточных вод — 1991. — 113. — №24. — С. 69.

## **ECOLOGICAL MODELING OF MINE WATERS PURIFICATION PROCESSES**

**O.N. Isayev, B.D. Suslenkov**

*Ecological Faculty, Russian Peoples' Friendship University,  
Podolskoye shosse, 8/5, 113093, Moscow, Russia*

The work presents results of purification of mine waters from oil and grease products and suspended matters.

---