

---

## СЕКЦИЯ «ВОДОСНАБЖЕНИЕ»

---

УДК 628.1.03:16/556.1 (043)

И.А. Абдурасулов, профессор, доктор технических наук, КРСУ.  
«Кыргызско-Российский Славянский университет  
им. первого Президента России Б.Н. Ельцина», ilimidin@mail.ru  
Т.С. Умаров, старший преподаватель кафедры «ГиМД»  
КГТУ им.И.Раззакова, umarov\_talantbek@mail.ru  
Р.К. Сарымзакова, профессор, доктор химических наук,  
Кыргызского Национального Университета им.Ж.Баласагына  
sarimzakova@mail.ru

### К ВОПРОСУ ОБ ОЧИСТКЕ ШАХТНЫХ ВОД В КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ

**Актуальность.** На большинстве угольных месторождений используется технология очистки производственных шахтных вод с помощью горизонтальных и вертикальных отстойников, а также прудов-отстойников. Данная технология позволяет снизить содержание взвешенных веществ лишь до 40%, а минерализация остается очень высокой.

**Цель работы** – изучение гидрогеологических условий угольных месторождений, состава и свойства шахтных вод Кыргызстана и загрязнение окружающей среды этими водами, и разработка новой технологической схемы очистки шахтных вод с использованием водоочистных установок.

В свете выше изложенного для комплексного решения проблемы обработки шахтных вод были определены задачи для дальнейших решений.

«Подготовка шахтной воды перед опреснением и методика экспериментальных исследований» – исследованы закономерности процесса подготовки воды перед опреснением.

Для успешной работы технологической аппаратуры содержание взвешенного вещества в опресняемой воде не должно превышать 2 мг/л. Освобождение воды от взвешенных и коллоидных загрязнений до указанного показателя достигается путем осветления и фильтрования воды.

Осветление воды состоит из следующих процессов: предварительного безреагентного осветления, заготовки и дозирования реагентов, смешения их с обрабатываемой водой, формирования хлопьев сорбционного активного гидроксида, отстаивания отработанного сорбента и фильтрования воды. Далее необходимо опреснение воды.

Таблица 1

## Объем и химический состав шахтных вод ПО «Сулюктинский»

Изученные шахты	Объем воды, м <sup>3</sup> /ч	рН	Содержание компонентов, мг/л						
			Взв. вещества	Fe <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>
Шахтное поле №9	200	8,15	2270	128	44	89,2	93	678	1280
Шахтное поле 2/4	100	8,1	2270	190	30	64	20,4	312	2015
Кокинесай	100	7,8	2300	500	150	165	100	1700	1565
12-поле	130	7,8	2200	450-700	100	120	73	1700	3578
Северная	540	7,8	2120	660-880	200	152	63	-	-
Шахтное поле №8	890	8,05	2372	460	90	119,3	47,4	2954	1748
Шахтное поле №5	450	8,2	2100	50	150	69	22	450	3250
Шахтное поле Шураб	300	7,4	2100	200	50	88	35	1000	2014
Кокинесай Восточный	600	8,5	2713	1320	214	340	85	2350	2365

В исследовании фильтрования воды рассматривалось объемным способом, т.е. скорость фильтрования определялся по формуле:

$$C_{\phi} = \Delta P / [\mu \cdot (R_{\phi\pi} + r_o \cdot h)] \quad (1)$$

где  $C_{\phi}$  – скорость фильтрования, м/с;  $\Delta P$  – перепад давления на фильтре (движущая сила), Па;  $\mu$  – динамическая вязкость воды;  $R_{\phi\pi}$  – сопротивление фильтровальной перегородки, м<sup>-1</sup>;  $r_o$  – удельное сопротивление осадка, м<sup>-2</sup>;  $h$  – высота слоя осадка, м.

Далее были изучены теоретические и экспериментальные материалы по осветлению шахтных вод и вопросы осветления воды.

«Теоретические основы и результаты экспериментальных исследований по обработке шахтных вод в лабораторных условиях» изучены ионообменные мембраны и они классифицированы по следующим признакам:

- I) по фазовому составу;
- II) по виду переносимых ионов;
- III) по виду фиксированных ионов;
- IV) по характеру поверхности.

По фазовому составу различают гомогенные и гетерогенные мембраны.

Наряду с гомогенными широко распространены гетерогенные мембраны, состоящие из смеси гомогенных частиц, скрепленных между собой пленкообразующим полимером.

При протекании тока через ионообменные мембраны концентрация электролита в при мембранных слоях изменяется – происходит поляризация мембраны. Поэтому для определения чисел переноса в конкретных условиях следует пользоваться прямыми аналитическими методами.

В состав экспериментальной установки для изучения осветления воды, принципиальная, входили устройства для подачи исходной воды, а также дозатор реагента, смеситель и камера хлопьеобразования со вмещенная с трубчатым отстойником.

Изменение концентраций взвеси в фильтруемой воде производилось с дозированием определенного количества щелочного раствора. Исходная вода обрабатывалась известковым раствором для поддержания рН раствора в пределах 7,0–7,2.

Во время экспериментальных исследований объемы смесителя и переливных бачков обеспечивали продолжительность контакта для полного хлопьеобразования взвеси содержащихся в обрабатываемой воды. Экспериментальные исследования для определения параметров работы фильтров при фильтровании воды, содержащей различные концентрации взвеси, проводились в лабораторных условиях, на модели фильтра

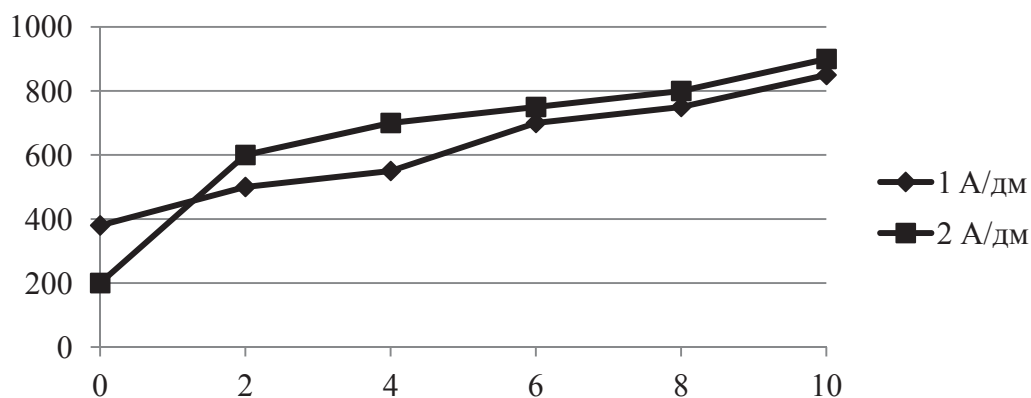


Рисунок.1. Изменение концентрации ионов  $\text{Ca}^{2+}$  в концентрате во времени при плотности тока 2(1) и 1 А/дм<sup>2</sup> (2) (цифры кривых – исходная концентрация  $\text{Ca}^{2+}$ , мг/л)

Наиболее важными технологическими показателями в данных исследованиях стали: продолжительность фильтроцикла, темпы прироста потерь напора, глубина проникновения загрязнений в толщу

фильтрующего слоя, степень и качество регенерации, оптимальная доза облучения. Для обеспечения максимальной технологической эффективности процесса очистки содержание взвешенных веществ в модельной воде принималось от 100 до 1000 мг/л.

«Экспериментальные и теоретические исследования процесса очистки шахтных вод» приведены результаты лабораторных и производственных исследований.

«Рекомендуемая технологическая схема обработки шахтных вод, материальный баланс и технико-экономические показатели водочистой установки» представлен анализ экономической эффективности реагентного и безреагентного (предлагаемого) способов очистки воды для очистных сооружений небольшой производительностью 50–200 м<sup>3</sup>/сутки.

С учетом предыдущих результатов был увеличен объем камеры хлопьеобразования при помощи цилиндрической вставки, длиной 90 см, которая была вмонтирована над конической частью камеры хлопьеобразования. Это дало возможность увеличить объем камеры хлопьеобразования, так, чтобы он обеспечивал бы оптимальное время пребывания обрабатываемой воды при скорости протекания воды в отстойнике 6÷9 м/ч.

Исследования проводились в натуральных условиях, на шахтной воде.

Таблица 2

**Физико-химические показатели качества воды**

Определяемые качественные показатели, единицы измерения	Значения показателей воды	Очищенная вода
Взвешенное вещество, мг/л	3100±500	до 1,5
Цветность, градус	1500,0±100	не более 20
Жесткость, мг-экв/л	14,5±0,5	4,3
Сухой остаток, мг/л	3484,5±18	749
Бихроматная окисляемость (ХПК), мгО <sub>2</sub> /л	470,0±20	37
Перманганатная окисляемость, мгО <sub>2</sub> /л	78±3	3,2

Кинетика выделения взвесей из воды в тонкослойном отстойнике носит, как уже отмечалось, циклический характер, и продолжительность осветлительного цикла работы отстойника составляет от 8 до 42 ч. Было установлено, что продолжительность осветлительного цикла работы отстойника зависит как от скорости протекания воды в ячейках отстойника, так и от концентрации задерживаемой взвеси.

**Выводы**

1. С использованием современных физико-химических, технологических, статистических и математических методов, выполнены экспериментальные исследования в лабораторных и полупроизводст-

венных условиях по определению технологических параметров тонкослойного отстойника и зернистого фильтра, которые входят в состав водоочистной установки заводского изготовления.

2. Полученные результаты экспериментальных исследований теоретически проанализированы и рекомендованы аналитические зависимости для практического использования: время пребывания воды в камере хлопьеобразования должна быть от 15 до 18 мин, скорость движения воды в тонкослойном отстойнике от 6 до 10 м/ч, скорость фильтрования воды в зернистом фильтре от 5 до 12 м/час, продолжительность фильтрацикла от 18 до 40 часов. Дозу реагентов следует определять по пробной методике технологии очистки воды.

3. Разработана технологическая схема обработки воды для очистки шахтных вод с использованием установок и аппаратов заводского изготовления, предложены рекомендации по использованию разработанной технологической схемы и определены технико-экономические показатели.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Абдурасулов И.А. «Водообеспечение и очистка сточных вод Кыргызской Республики» Монография. – Бишкек: Илим, 2004. – 448 с.

2. Абдурасулов И.А., Умаров Т.С., Абдиев А.Р. Охрана водных объектов при добыче твердых полезных ископаемых (статья) МНПК Вода - важный фактор для устойчивого развития.-Таджикский Технический Университет имени академика М.С. Осими. – Душанбе: Т.Т.У., 2018, С.37–40

3. Абдурасулов И.А., Умаров Т.С., Абдиев А.Р. Общая характеристика отдельных шахтных вод Кыргызстана Международный научный журнал «Инновационная наука», №12, ч. 3, Уфа: «Аэтерна». 2016, С.162–164

4. Умаров Т.С. Подготовка воды перед опреснительными установками (статья) Материалы МНПК «Современные проблемы и пути развития защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций», КРСУиМЧС КР, г.Бишкек: «Айат», 2016, С.220–221