

- 12 Мосур П.М., Чернобережский Ю.М., Лоренцсон А.В. Электроповерхностные свойства дисперсий микрокристаллической целлюлозы в водных растворах хлорида, нитрата и сульфата алюминия // Коллоид. журн. – 2008. – Т. 70, № 4. – С. 504 - 507
- 13 Бутуренко Д.Ю. Электроповерхностные свойства и агрегативная устойчивость дисперсий микрокристаллической целлюлозы в водных растворах электролитов // Дисс. на соис. уч. ст. к.х.н. СПб: 2004.
- 14 Казакова Е.Г., Демин В.А. Новый способ получения микрокристаллической целлюлозы // Журн. приклад. химии. – 2009. – Т. 82. – Вып. 3. – С. 502-505
- 15 Измайлова Н.Л., Лоренцсон А.В., Чернобережский Ю.М. Исследование влияния pH на взаимодействие частиц в водных дисперсиях микрокристаллической целлюлозы (МКЦ), TiO_2 и их смеси. // Журн. Целлюлоза. Бумага. Картон. – 2011. – №9. – С. 52-55
- 16 Быкова Н.И. Исследование зависимости коагулирующей способности свинца и алюминия от их состояния в растворе // Дисс. на соис. уч. ст. к.х.н. СПб: 1983.
- 17 Измайлова Н.Л., Лоренцсон А.В., Чернобережский Ю.М. Исследование гидролиза разбавленных водных растворов $TiOSO_4 \cdot 2H_2O$ и $TiCl_4$ и электроповерхностных свойств образующихся продуктов // Тезисы VI Всероссийской конференции молодых ученых, аспирантов и студентов с международным участием «Менделеев -2012» СПб: Издательство Соло, 2012. – С. 205 – 207

Н. Л. Измайлова, А. В. Лоренцсон, Ю. М. Чернобережский

$TiOSO_4 \cdot 2H_2O$ сулы ерітінділеріндегі микрокристалдық целлюлозаның (МКЦ) және TiO_2 бөлшектерінің коагуляциялық өзара әрекеттесулері

pH-мәнінің кең интервалында спектрофотометрлік әдісімен $TiOSO_4 \cdot 2H_2O$ сулы ерітінділеріндегі МКЦ- TiO_2 қоспаның агрегативтік және седиментациялық тұрақтылығы зерттелген. МКЦ- TiO_2 жүйеге коагулянт $TiOSO_4 \cdot 2H_2O$ енгізуі зерттелетін жүйенің тұрақтылығын едәуір төмендетеді.

Кілттік сөздер: микрокристалдық целлюлоза, титанның диоксиді, титанның сульфаты, коагуляция, спектрофотометрия, седиментациялық және агрегаттық тұрақтылық.

N. L. Izmailova, A. V. Loretsson, and Yu. M. Chernoberezhskiy

Koagulation interaction of microcrystalline cellulose (MCC) and TiO_2 particles in aqueous solutions of $TiOSO_4 \cdot 2H_2O$

The aggregative and sediment stability of "MCC- TiO_2 " mixture in aqueous solutions of $TiOSO_4 \cdot 2H_2O$ in a wide pH range was investigated with spectrophotometry. It is shown that $TiOSO_4 \cdot 2H_2O$ coagulant adding to MCC- TiO_2 system reduces considerably stability of the system studied.

Keywords: microcrystalline cellulose, titanium dioxide, titanyl sulfate, coagulation, spectrophotometry, sediment and aggregative stability.

УДК 628.3

У.К. Ахмедов, Р.Р. Собиржанов

Институт общей и неорганической химии Академии наук Республики Узбекистан, Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: goldenboy810@mail.ru

Коллоидно-химические технологии удаления азота и фосфора из сточных вод

Настоящая работа направлена на комплексную оценку, развитие и совершенствование технологии удаления азота и фосфора из сточных вод, в том числе и из вторичных загрязнений, поступающих с возвратными стоками от узлов обработки осадков.

Ключевые слова: азот, фосфор, сточная вода, биогенные элементы, денитрификация, дефосфатирование, эвтрофикация, редоксметр, реагент, отстойник.

Введение

В системе защиты окружающей среды от загрязнений очистка сточных вод является одной из основополагающих задач. В настоящее время в данной области наметились новые тенденции и подходы, образующие понятие «техника и технологии XXI века», направленные на решение проблем, существование которых ранее не принималось во внимание. В соответствии с современными

воззрениями, основной причиной ухудшения качества вод, забираемых для питьевых нужд, является эвтрофикация поверхностных источников. Ведущим фактором, определяющим интенсивность эвтрофикации, является поступление в водоемы со сточными водами значительного количества биогенных элементов – азота и фосфора. Новый подход к очистке сточных вод заключается в смене приоритетов. Если ранее основной задачей очистки считалось изъятие и окисление массы органических веществ, то сейчас основным видом загрязнений, подлежащих удалению, становятся биогенные элементы – азот и фосфор.

Экспериментальная часть

Состав сточных вод в сухую погоду может быть определен по эквивалентному количеству загрязнений на одного жителя, г/чел-сут (65 по взвешенным веществам, 120 по ХПК, 55 по БПК₅, 11 по азоту общему, 1,8 по общему фосфору) и количеству отводимых сточных вод (в среднем 400-450 л/чел-сут). В отличие от существующих способов расчета в формулу введена зольность взвешенных веществ (от 30-55 %). Предложен способ учета количества загрязнений, выводимых с осадком первичных отстойников (1,69 г/г по ХПК, 0,71 г/г по БПК₅, 0,072 г/г по общему азоту и 0,018 г/г по общему фосфору в пересчете на сухое беззольное вещество осадка).

Системный подход к оценке состава осветленной воды, выходящей из первичного отстойника, базируется на основании результатов эксплуатации первичных отстойников действующих канализационных очистных станций г. Ташкента с учетом удаления загрязнений (включая азот и фосфор) с оседающим в отстойниках осадком.

Основой биологической очистки сточных вод является инженерное управление развитием и сохранением полезного биоценоза и в создании надлежащих условий для существования каждой группы бактерий, осуществляющих удаление азота и фосфора.

При этом основными параметрами для оценки эффективности очистки служат ХПК, БПК₅, концентрация взвешенных веществ и соединений азота и фосфора. Учитывая сложность определения количества микроорганизмов, задействованных в процессах нитрификации, денитрификации и дефосфатирования (аммонификаторов, нитрификаторов, денитрификаторов, фосфор-содержащих и фосфор-мигрирующих), ход биологической очистки оценивается по нагрузке на ил. Параметры возраста ила, его дозы и прироста используются как вспомогательные.

Успешное проведение дефосфатирования путем вытеснения в анаэробных и последующего поглощения фосфатов в аэробных условиях возможно в условиях жесткого анаэробнозона при полном отсутствии растворенного кислорода, минимальном присутствии нитритов и нитратов в поступающих потоках сточных вод и в циркулирующем активном иле, достаточном количестве биологически усваиваемых органических веществ.

Эффективная денитрификация в аноксидной зоне возможна при отсутствии растворенного кислорода (в объеме иловой смеси или внутри хлопков ила) и обильном снабжении ила легкоокисляемыми органическими веществами в количестве 8-15 г БПК₅ на 1 г денитрифицированного азота. Наиболее экономичным способом является предшествующая денитрификация, базирующаяся на запасе органических веществ в сточных водах.

Нитрификация, как наиболее длительный и ответственный процесс, зависит от концентрации растворенного кислорода. Поэтому предложено осуществлять нитрификацию в области средней концентрации растворенного кислорода 2,5-3,0 мг/л, т. е. в диапазоне слабого его влияния на ход процесса. Для нитрификации азота аммонийного бактериями- нитрификаторами в оксидной зоне необходим небольшой избыток растворенного кислорода, предварительное изъятие 50-60% загрязнений по БПК₅, благоприятный температурный режим ($T=10-20^{\circ}$). В условиях поступления разбавленных вод и низкой нагрузки на ил допустимо применять температурную поправку для нитрификации в виде $K_T=1,072^{T-15}$.

Для достижения положительных результатов очистки целесообразно принимать конструкции биоблока с жесткими перегородками, исключая тем самым влияние переходных процессов (от анаэробных условий к аноксидным, от аноксидных к оксидным и наоборот). При этом обеспечивается отсутствие кислорода и перенос нитратов в анаэробные зоны, а также создается благоприятный кислородный режим в оксидных зонах и в потоках циркулирующей иловой смеси.

Удаление азота и фосфора из сточных вод снижает возможность эвтрофикации водных объектов, ставшей проблемой мирового масштаба. Бурное развитие технологий и технических средств ликвидации биогенного загрязнения базируется на использовании современного

высокотехнологичного оборудования, а также систем автоматического контроля и управления. Разработки в этом направлении весьма актуальны, обмен научным и практическим опытом крайне необходим.

Целью исследований является комплексная производственная проверка новых технологических процессов, направленных на максимальное изъятие азота и фосфора из сточных вод, с учетом потоков сливных вод. Для достижения цели был решен ряд практических и теоретических задач.

Задачами исследования в соответствии с поставленной целью являлись:

- обоснование и экспериментальная проверка способов подготовки сточных вод для достижения наилучших результатов биологической или химико-биологической очистки;
- выявление факторов, определяющих скорость и эффективность процессов нитрификации, денитрификации и дефосфатирования, а также количественная оценка их влияния на упомянутые процессы;
- разработка новых технологических схем очистки сточных вод, более надежных и эффективных чем существующие;
- определение массы выноса азота и фосфора с иловыми водами и фугатом (вторичных загрязнений) при обезвоживании осадков, разработка комплекса мер по их минимизации.

Результаты и их обсуждение

Введение сбраживателя положительно отразилось на усилении процесса денитрификации: общий азот в очищенной воде снизился с 10-13 мг/ до 8-10 мг/л, общий фосфор с 1,1-1,5 мг/ до 0,8-1,0 мг/л. Контроль за брожением проводился по показаниям редоксметра. Окислительно-восстановительный потенциал (ОВП) колебался в пределах минус 100 до 60 mV, вода имела темно-серый цвет и слабый запах сероводорода. Качество исходной и осветленной воды показано в табл. 1

Разница между качеством осветленного стока и смеси осветленного и сброженной воды по БПК₅ и ХПК была невелика, в пределах погрешности измерений. Денитрификация и дефосфатирование улучшились.

Измерение окислительного – восстановительного потенциала по ходу очистки воды показало, что в анаэробной и аноксидной зонах восстановительный потенциал недостаточен для интенсивного проведения процессов вытеснения фосфора и восстановления нитратов.

После использования одного из первичных отстойников как сбраживателя ОВП стал изменяться и достигал более желательных значений в анаэробной зоне аэротенка. Слабые восстановительные условия в анаэробной и аноксидной зонах решено было усилить за счет регулирования рециркуляции ила и иловой смеси.

Таблица 1 – Качество исходной и осветленной воды со сбраживанием и без сбраживания осадка первичных отстойников

Показатели состава, мг/л	Без сбраживателя 2009 г.		Со сбраживателем 2010 г.	
	исходная	осветленная	исходная	осветленная
Взвешенные вещества	160	45	170	59
ХПК	360	160	380	220
БПК ₅	100	60	110	75
Азот общий	30	-	30	-
Азот аммонийный	18	-	20	-
Фосфор общий	3,7	-	4,0	-
Фосфор фосфатов	1,9	-	2,1	-

Кратность рециркуляции была снижена с 90 до 60%. Постепенное увеличение дозы ила с 1-2 до 4 г/л усилило и стабилизировало нитрификацию, количество азота нитратов возросло до 8,8-9,2 мг/л. В анаэробной части блока происходило вытеснение фосфатов, в аноксидной – денитрификация, в оксидной части – потребление фосфора и нитрификация. Оперативный контроль за сбраживанием примесей проводилось эксплуатационным персоналом по органолептическому показателю наличия сероводорода (потемнение воды, запах).

Полученные фактические параметры работы биоблока на рис. 2, а результаты эксперимента приведены в таблице 2 (осенне-зимний период) и таблице 3 (весенне-летний период).

Таблица 2 – Результаты работы биоблока КОС в осенне-зимний период

Показатели состава, мг/л	ноябрь 2010 г.		декабрь 2010 г.	
	вход	выход	вход	выход
Взвешенные вещества	140	4,4	150	9,5
ХПК	320	52	440	49
БПК ₅	120	3,9	130	4,7
Азот общий	23	11	30	11
Азот аммонийный	22	0,32	23	0,3
Азот нитратный	0,11	8,8	0,1	9,2
Фосфор общий	4,0	0,67	3,4	0,54
Фосфор фосфатов	1,8	0,56	1,3	0,21

Значительное влияние на качество очистки сточных вод от фосфора оказывают вторичные загрязнения. Совместное уплотнение осадка первичных отстойников и избыточного ила имитирует процессы вытеснения фосфора в анаэробной зоне, в результате этого вынос фосфатов со сливной водой приводит к повышению концентрации фосфора в очищенной воде. Еще худшие результаты наблюдаются при длительном пребывании в резервуарах смеси осадка и ила.

Для предотвращения появления вторичных загрязнений на станции аэрации была внедрена система раздельного уплотнения и обезвоживания осадков. Продолжительность уплотнения избыточного ила сокращено до 5-7 ч во избежание выноса фосфора. Обезвоживание осадков возможно осуществлять последовательно, т. е. сначала избыточный ил, а затем осадок первичных отстойников, так как длительное хранение осадка не влияет на вынос фосфора. Раздельное уплотнение ила и осадка при раздельном их обезвоживании позволили снизить уровень загрязненности сливных вод и фугата по фосфору до уровня 10-20 мг/л, что благоприятно отражается на конечных результатах очистки.

Технологические схемы блока биологической очистки отличаются большим разнообразием, но в основном включают три основных элемента в биоблоке: зону анаэробной обработки смеси ила и сточных вод; аноксидную зону для денитрификации; оксидную (аэробную) зону для проведения нитрификации. Каждая часть блока биологической очистки (биоблока) может состоять из нескольких отсеков с различным оснащением.

Удаление азота и удаление фосфора взаимосвязаны. Глубокое удаление азота, возможное при снижении нагрузки на ил, снижает прирост ила и не способствует повышению содержания фосфора в клетках.

Проводились производственные испытания реагентного удаления фосфора. Дозирование реагента производилось перед первичными отстойниками (ПО), в циркулирующий активный ил (ЦАИ) и в распределительную чашу вторичных отстойников (ВО). Подробные результаты производственных испытаний приведены в в таблице 3.

Таблица 3 – Результаты производственных испытаний на КОС при подаче реагента перед первичными, вторичными отстойниками и в циркулирующий активный ил

Точка ввода реагента	Доза реагента, г/м ³ по Fe ⁺³	Фосфор общий в очищенной воде, мг/л	Железо общее в очищенной воде, мг/л
А (перед ПО)	4,0-7,0	0,2	0,7-0,8
В (перед ВО)	3,0-4,0	0,5	0,6-0,7
Г (в ЦАИ)	1,5-2,0	0,2	0,15-0,3

При вводе реагента в циркулирующий активный ил с постоянной и пропорциональной расходу ила дозой реакция происходит в условиях повышенного содержания фосфатов в иле, что характерно для откачиваемого из вторичных отстойников ила. При этом:

- доза реагента может быть снижена до 1,5-2,0 г/м³ по Fe⁺³;
- зольность ила возрастает незначительно (на 10-15 %), ил становится более тяжелым и быстро оседает, вынос взвеси из вторичных отстойников стабилизируется на уровне 6-7 мг/л, а БПК₅ на уровне 4-5 мг/л;

- исключается риск проскока железа с очищенной водой, система очистки становится надежной и стабильной;
- улучшаются показатели узла обработки осадка и ила, т.к. химически связанный фосфор в иле переносится из твердой фазы в жидкую с меньшей скоростью.

В таблице 4 показаны результаты работы станции аэрации при дозировании реагента в циркулирующий активный ил.

Таблица 4 – Результаты работы КОС при подаче реагента в циркулирующий активный ил

Показатели состава, мг/л	2011 г	
	поступающая	очищенная
Взвешенные вещества	137,5	4,0
ХПК	320	22
БПК ₅	113,3	3,0
Азот общий	33	7
Азот аммонийный	21	0,65
Азот нитратный	0,11	4,9
Фосфор общий	4,5	0,2
Фосфор фосфатов	2,3	0,10
Железо общее	4,35	<0,1

Новые технологии анаэробно-аноксидно-оксидной обработки, производственные испытания которых ведутся во многих странах мира, способны обеспечить достижение высокого качества очистки при учете местных условий, оснащенности канализационных очистных станций, средствами автоматизации процессов, подготовке эксплуатационного персонала, обеспеченности энергетическими и материальными ресурсами.

Исследования по разработке наиболее совершенных технологий очистки сточных вод и обработки осадков проводились на очистных станциях, работающих по полной комплексной схеме очистки сточных вод, включая ликвидацию (сжигание) осадков. Определение состава осветленной воды достигается путем учета количества загрязнений (включая азот и фосфор), удаляемых с осадком в отстойниках. Для оценки качества осветленных сточных вод составлена математическая зависимость и введены конкретные параметры снижения показателей состава воды.

В современной практике применяются различные способы и схемы биологического удаления азота и фосфора. Основой биологической очистки сточных вод является инженерное управление развитием и сохранением полезного биоценоза и в создании надлежащих условий для его существования.

Для повышения эффективности биологической очистки необходимо обеспечить наличие в сточных водах достаточного количества органического субстрата. Для этого применяется сбраживание органических загрязнений в сточных водах до подачи их на биологическую очистку, что благотворно отражается на эффективности дефосфатирования и денитрификации. Процесс подбраживания примесей и осадка первичных отстойников может осуществляться путем накопления слоя бродящего осадка непосредственно в отстойниках, либо в обособленных сбраживателях. Рекомендовано использование одного из первичных отстойников в качестве сбраживателя, и предложен метод контроля за процессами сбраживания осадка первичных отстойников по органолептическим (цвет и запах), санитарно-химическим (концентрация сероводорода и летучих жирных кислот) и потенциометрическим способам (измерение окислительно-восстановительного).

Производственные испытания по биологическому удалению азота и фосфора, проведенные на ряде очистных станций показали, что этим способом можно достигнуть снижения концентрации общего азота до 8 – 10 мг/л, аммонийного азота до 0,3 – 0,5 мг/л, общего фосфора до 0,8 – 1,5 мг/л и фосфора минерального до 0,5 – 0,8 мг/л. Преимущество технологии безреагентной очистки состоит в сохранении естественных свойств осадка и ила – зольности не более 35%, влажность обезвоженного осадка не более 75%.

Основными параметрами работы сооружений биологической очистки являются: нагрузка на ил, возраст ила, объемная скорость очистки по отдельным показателям. С учетом согласования основных параметров процесса – нагрузки на ил, прироста и возраста ила, сформулированы зависимости для описания процессов, происходящих в биоблоке. Наиболее применимыми на практике

представляются многопараметрические степенные зависимости. Выведены соотношения между БПК₅, ХПК, выносом взвешенных веществ и степенью снижения азота в очищенной воде (после вторичных отстойников). Предложен комплексный параметр для оценки качества очищенной воды.

Установлено, что миграция фосфора из тела клеток ила в воду и обратно активно проявляется при контакте избыточного ила и осадка первичных отстойников в узле обезвоживания. Наибольший прирост вторичных загрязнений по фосфору наблюдается при совместном хранении избыточного ила и осадка первичных отстойников. Для предотвращения роста вторичных загрязнений автором рекомендована раздельная обработка избыточного ила и осадка. При этом содержание фосфора в сливных водах и фугате сохраняется на уровне 30–40 мг/л.

Использование реагентных методов очистки несколько увеличивает эксплуатационные расходы. При работе без применения реагентов, содержание фосфора в очищенной воде составляет 1 мг/л. Реагентные схемы позволяют снизить данный показатель до уровня 0,4 – 0,5 мг/л, т.е. в 2 – 2,5 раза. Увеличение себестоимости очистки сточных вод на 5 – 20% позволяет снизить содержание вредных примесей в очищенной воде на 50 – 60%.

Заключение

В ходе исследований, направленных на решение поставленных задач, выявлен ряд не учитываемых ранее факторов, зависимостей и закономерностей. Поскольку современные очистные сооружения впервые рассматриваются как комплексная система по удалению из городских сточных вод азота и фосфора, элементы научной новизны можно привести отдельно по основным изученным процессам.

В процессах биологического удаления азота и фосфора установлено:

- скорость нитрификации зависит от содержания общего азота в сточных водах и предварительного изъятия органических веществ в денитрификаторе;
- нитрификация и денитрификация интенсифицируются с ростом поступления органических веществ улучшенной структуры, что достигается подбраживанием загрязнений в сточной воде и в осадке первичных отстойников;
- предварительная денитрификация возвратного активного ила с частью потока сточных вод улучшает анаэробизм в анаэробной зоне биоблока и способствует интенсивному удалению фосфора;
- дефосфатирование интенсифицируется при поступлении в анаэробную зону биоблока всего потока денитрифицированного возвратного ила, а также при подаче в биоблок со сточными водами тонкодисперсных частиц взвеси и органических кислот.

Производственными испытаниями технологических схем с реагентным удалением фосфора доказано:

- повышенные дозы реагента являются причиной роста содержания металлов в очищенной воде и вызывают увеличение зольности осадка, что отрицательно влияет на условия его сжигания;
- традиционный общепринятый способ введения реагента перед первичными отстойниками является затратным, приводит к излишнему изъятию органических веществ (по БПК₅), что отрицательно влияет на дальнейшую биологическую очистку и снижает эффективность удаления азота вследствие ослабления денитрификации;
- общепринятый способ введения реагента в иловую смесь перед вторичными отстойниками требует повышенной дозы реагента, вследствие конкуренции между фосфатами и другими анионами;
- предложенный способ ввода реагента в поток циркулирующего активного ила позволяет сохранить высокую эффективность удаления фосфора при минимальных (по сравнению со всеми прочими вариантами) дозах реагента и обеспечивает низкий уровень содержания металла в очищенной воде.

По работе узла обезвоживания осадков установлено:

- при совместном обезвоживании ила и осадков (с длительным пребыванием в резервуарах) приводит к интенсивному вытеснению фосфора фосфатов в сливные воды, и соответствующему повышению содержания фосфора в очищенной воде;
- оперативные меры по реагентному удалению фосфора из иловых вод и фугата не обеспечивают содержания фосфатов в очищенной воде на уровне требований ПДК;
- доказана эффективность раздельной обработки (уплотнения и обезвоживания) осадков и ила, которая гарантирует минимальный вынос фосфора с возвратными водами и фугатом;

По совершенствованию технологии обработки сточных вод и осадков:

• установлены особенности функционирования различных технологических очистных сооружениях, подтверждена надежность их работы.

Литература

- 1 Ахмедов У.К., Ахмедов Р.К. Композитные мелиоранты на основе высокополимеризованного КМЦ для водосберегающих технологий // Материалы республиканской научно-технической конференции «Композиционные материалы на основе техногенных отходов и местного сырья: состав, свойства и применение». – Ташкент, 2010. – С. 223-224.
- 2 Ахмедов У.К. Коллоидно-химический подход к проблеме повышения селективности флотореагентов // Материалы научно-практической конференции «Инновационные технологии горно-металлургической отрасли». – Навои, 2011. – С. 162-163.
- 3 Абрамзон А.А. Поверхностно - активные вещества: свойства и применение. – Л.:Химия, 1981. – 304 с.
- 4 Вережников В.Н. Практикум по коллоидной химии ПАВ. – Воронеж. гос. ун-т, 1984. – 223 с.
- 5 Торопцева А.М., Белгородская К.В., Бондаренко В.М. Лабораторный практикум по химии и технологии высокомолекулярных соединений. – Л.:Химия, 1972. – 414 с.

У. К. Ахмедов, Р. Р. Собиржанов

Ағын суларды азоттан және фосфордан тазарту коллоидтық-химиялық технологиялары

Жұмыс ағын сулардан азот пен фосфорды оның ішінде тұнбаларды оңдеу буындарынан қайтқан сулардан шығару технологиясын дамытуға және кешенді бағалауға арналған.

Кілттік сөздер: азот, фосфор, ағын су, биогендік элементтер, денитрификациялау, дефосфаттау, эвтрофикациялау, редоксметр, реагент, тұндырғыш.

U. K. Akhmedov, R. R. Sobirjonov

Colloid-chemical removal technologies of nitrogen and phosphorus from wastewater

This work is aimed for development and improvement of technology of nitrogen and phosphorus removal from wastewater, including those from secondary pollution coming from the return flow from sludge treatment units.

Keywords: nitrogen, phosphorus, sewage, bioelements, denitrification, defosfatification, eutrophication, redoksmeter, reagent, drain well.

УДК 544.7 + 549.25

Ш.А.Муздыбаева¹, К.Б. Мусабеков², С.Б. Айдарова³, Р.С. Таубаева²

¹Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д.Серикбаева, Казахстан, г. Усть-Каменогорск

²Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Казахстан, г. Алматы

³Казахский национальный технический университет им.К.И.Сатпаева, Казахстан, г. Алматы
E-mail: ²Kuanyshebek Mussabekov@kaznu.kz

Очистка шахтных вод горнорудной промышленности от ионов тяжелых металлов бентонитовой глиной

Изучена сорбция бентонитовой глиной Таганского месторождения Восточно-Казахстанской области ионов тяжелых металлов (Cu^{2+} , Pb^{2+} , Cd^{2+} , Zn^{2+}) шахтной воды Белоусовского полиметаллического месторождения. Установлено, что использование бентонитовой глины, предварительно обработанной 10% серной кислотой в течение 4-х часов при 120⁰С, для очистки шахтной воды от ионов тяжелых металлов при выбранных оптимальных условиях: рН среды 8,0-8,5, время перемешивания 15 минут, расход адсорбента 6 г/дм³ позволяет снизить загрязненность шахтной воды ионами до предельно-допустимой концентрации для вод рыбохозяйственного назначения. Степень извлечения ионов металлов Cu^{2+} , Pb^{2+} , Cd^{2+} , Zn^{2+} составляет 99,6%, 94,7%, 98,9% и 99,5%, соответственно.

Ключевые слова: бентонитовая глина, шахтная вода, ионы тяжелых металлов.