

За 2009 год мощность полей фильтрации составила 55,79 млн.м³/год, в 2008 году – 54,45 млн.м³/год. При этом площадь карт полей фильтрации снизилась с 857,3 га в 2007 году до 833,5 га.

Как показал анализ количества и состава сбрасываемых сточных вод, объем сброса загрязнений органических веществ по БПК₅, сульфатам, хлоридам, фосфатам, азоту нитритному и нитратному, СПАВ, цинку – снизилась. Произошло увеличение содержания взвешенных веществ на 0,18 т или на 11,4%, что связано с увеличением объема сточных вод, содержащих данное загрязняющее вещество. Этим же объясняется увеличение содержания минерального состава. Причиной увеличения содержания металлов (медь, никель, хром общий) стало ухудшение эффективности работы очистных сооружений из-за неэффективной работы локальных очистных сооружений по ряду предприятий города Бреста.

Основное количество сточных вод, имеющих загрязняющие вещества, приходится на предприятия жилищно-коммунального хозяйства (64,4%). В их составе содержалось 93,8% органических веществ, 100,0% нефтепродуктов, фосфатов, хрома общего, цинка, азота нитритного, 97,7% азота аммонийного и др. В 2008 году заметно ухудшилась эффективность работы очистных сооружений в городах Брест, Береза, Ивацевичи.

Таким образом, наблюдается значительный рост водопотребления в прудово-рыбном хозяйстве, и имеется заметная тенденция в снижении водопотребления на хозяйственно-питьевые нужды. При этом произошло увеличение содержания загрязняющих веществ в сточных водах жилищно-коммунального сектора.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Государственный статистический «Отчет об использовании воды» по форме 1-вода (Минприроды).

УДК 628.162

Рачко Н.Ю.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Белов С.Г.

ОЧИСТКА ВЫСОКОМУТНЫХ ДРЕНАЖНЫХ ВОД МЕЛОВОГО КАРЬЕРА МЕТОДОМ РЕАГЕНТНОЙ КОАГУЛЯЦИИ

Введение

Месторождение строительных материалов «Хотиславское» расположено в Брестской области, в долине одного из левых притоков р. Рита, и находится южнее г. п. Малорита.

Месторождение содержит большое количество песка (30 млн.т) и мела (около 50 млн.т), которые являются ценным сырьем для производства строительных материалов и используются в качестве сырья в стекольной, металлургической, химической и других отраслях промышленности.

Разработка карьера ведется открытым способом, осушение осуществляется открытым водосливом. Среднесуточный расход дренажных вод в настоящее время составляет около 3000 м³/сут. В ближайшем будущем в связи с увеличением разрабатываемой площади и глубины карьера ожидается увеличение расхода сточных вод до 10000 м³/сут.

Дренажная вода откачивается насосом из карьера в естественный водоем – отстойник, далее попадает в мелиоративный канал, который впадает в водоем рыбо – хозяйственного значения – р. Рита.

Дренажная вода является высокомутной. Концентрация взвешенных веществ составляет 1280 мг/л, прозрачность по шрифту – 5 мм. Значительная часть взвешенных веществ находится в коллоидном состоянии, даже при длительном отстаивании в покое (в течение 3-х суток) полного осветления не происходит. По данным лаборатории аналитического контроля областного комитета природных ресурсов и охраны окружающей среды, в месте выпуска мелиоративного канала в р. Рита вода содержит 43 мг/л тонкой взвеси, которая значительно увеличивает мутность речной воды. До выпуска мутность в р. Рита составляет 7,8 мг/л, ниже выпуска в контрольном створе – 16 мг/л, что значительно превышает допустимую норму (8,55 мг/л). Поэтому областным комитетом природных ресурсов и охраны окружающей среды был поставлен вопрос об очистке отводных дренажных вод карьера.

Методическая часть

Исследования проводились в лаборатории очистки производственных сточных вод Брестского государственного технического университета по следующей методике.

В 0,5 л обрабатываемой воды, находящейся в стеклянном стакане, при непрерывном перемешивании вводилась заданная доза коагулянта в виде раствора с концентрацией 25 мг/мл по безводному веществу. Далее стакан устанавливался на магнитную мешалку, и осуществлялось перемешивание в течение 2-х минут с интенсивностью перемешивания $G=200$. Через 2 минуты при работающей мешалке вводилась заданная доза флокулянта ПАА (полиакриламид) в виде раствора с концентрацией 1 мг/мл по безводному веществу. После этого параметр перемешивания G снижался до значения $G=50$, и в данном режиме осуществлялось перемешивание в течение 10 минут для осуществления процесса флокуляции. После этого стакан снимался с магнитной мешалки, и начинался отсчет времени отстаивания. По прошествии заданного времени отстаивания из середины стакана пипеткой отбиралась проба осветленной воды и на спектрофотометре SP 830 Plus определялась ее оптическая плотность в кювете с длиной оптического пути 10 миллиметров на длине волны 550 нм. По оптической плотности образца с помощью калибровочного графика определялась остаточная концентрация взвешенных веществ.

Для построения калибровочного графика исследуемая вода была обработана хлористым кальцием CaCl_2 (коагулянт) дозой в 2 г/л. После 24 часового отстаивания выпавший осадок взвешенного вещества, выделенный методом декантации, высушивался при температуре $t=105^\circ\text{C}$ до постоянной массы. Затем осадок растирался в фарфоровой ступке до пылевидного состояния. Отвешивалась точная навеска осадка массой 1 грамм и разбавлялась литром дистиллированной воды, подкрашенной органическим красителем "бензанил зеленый" в концентрации 1 мг/л. При этом оптическая плотность дистиллированной воды с добавлением красителя была такой же, как и оптическая плотность полностью осветленной дренажной воды мелового карьера. Полностью осветленная дренажная вода имеет зеленый оттенок, обусловленный содержанием железа. Из полученной суспензии взвешенных веществ с концентрацией 1000 мг/л методом разбавления приготавливались растворы с меньшей концентрацией, и измерялась их оптическая плотность. По полученным данным был построен калибровочный график для определения концентрации взвешенных веществ в зависимости от оптической плотности исследуемой воды [1].

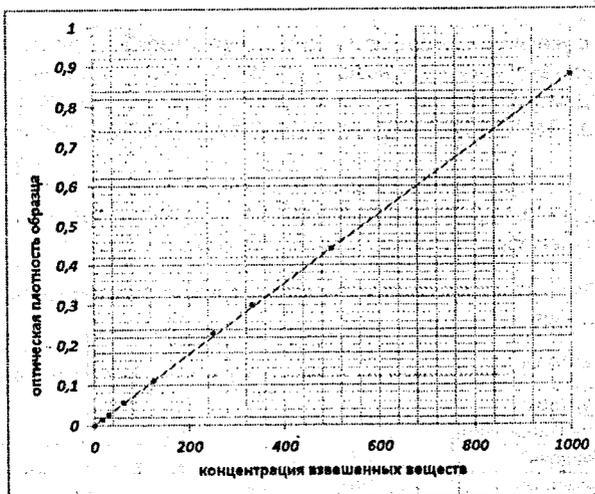


Рисунок 1 – Калибровочный график для определения концентрации взвешенных веществ по оптической плотности

Экспериментальная часть

Эксперимент по осветлению высокомутных дренажных вод мелового карьера осуществлялся по вышеприведенной методике. Исследовалась эффективность применения коагулянтов: сульфата алюминия $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$ и сульфата трехвалентного железа $Fe_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$. Данные реагенты дозировались по безводному веществу. В качестве флокулянта использовали полиакриламид (ПАА). Третьим фактором являлось время отстаивания после проведенных процессов коагуляции и флокуляции. Функцией отклика являлась остаточная концентрация взвешенных веществ в дренажной воде после обработки. Допустимая концентрация взвешенных веществ в сбрасываемой очищенной дренажной воде была рассчитана с учетом того, что водоотведение осуществляется в водоем рыбохозяйственного значения – р. Рита. Данная концентрация составляет не более 10 мг/л.

Коагулирование сульфатом алюминия

На начальном этапе была исследована эффективность применения сульфата алюминия без добавления флокулянта. Полученные результаты представлены на рис. 2.

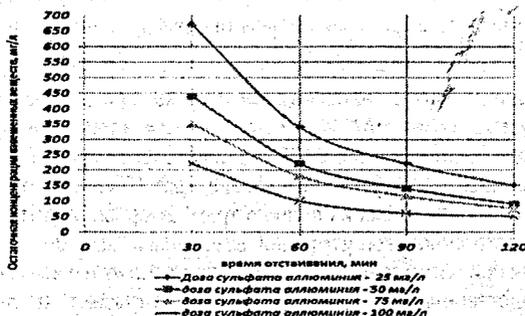


Рисунок 2 – Коагулирование сульфатом алюминия без использования флокулянта

Как видно, с увеличением дозы сульфата алюминия эффективность очистки увеличивается. Однако даже при дозе сульфата алюминия 100 мг/л и времени отстаивания 120 минут необходимая остаточная концентрация взвешенных веществ в очищенной воде не достигнута. Поэтому дальнейшие исследования осуществлялись с добавлением флокулянта.

Коагулирование сульфатом алюминия с применением флокулянта

В данной серии экспериментов исследовалось влияние 3-х факторов: дозы коагулянта, дозы флокулянта и времени отстаивания. План эксперимента приведен в таблице 1 [2].

Таблица 1 – План эксперимента по исследованию влияния основных факторов процесса коагуляции

Наименование	Доза коагулянта, мг/л	Доза флокулянта, мг/л	Продолжительность отстаивания, мин.
Основной уровень	75	1,5	60
Интервал варьирования	25	0,5	30
Верхний уровень	100	2	90
Нижний уровень	50	1	30

На рисунке 3 представлены результаты обработки дренажной воды сульфатом алюминия дозами 50 и 100 мг/л при различных дозах ПАА.

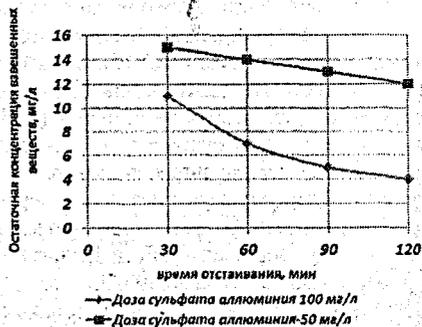
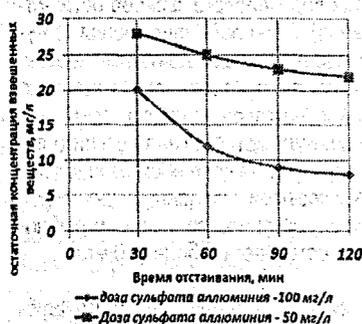


Рисунок 3 – Эффективность применения коагулянта сульфата алюминия при дозе ПАА 1 мг/л (а) и 2 мг/л (б)

Как видно из данных, представленных на рисунке, при дозе сульфата алюминия 50 мг/л и исследуемых дозах ПАА (1 и 2 мг/л) достичь требуемого уровня очистки не удалось. При дозе сульфата алюминия 100 мг/л и дозе флокулянта 2 мг/л требуемая степень очистки достигалась за время отстаивания порядка 40 минут, а при дозе флокулянта 1 мг/л – 75 минут. После выполнения полного трехфакторного эксперимента была получена зависимость остаточной концентрации взвешенных веществ от дозы коагулянта сульфата алюминия при оптимальной дозе флокулянта 1,5 мг/л и времени отстаивания 60 минут. Данные представлены на рисунке 4, которые показывают, что для достижения заданной степени очистки достаточная доза сульфата алюминия составляет 75 мг/л.

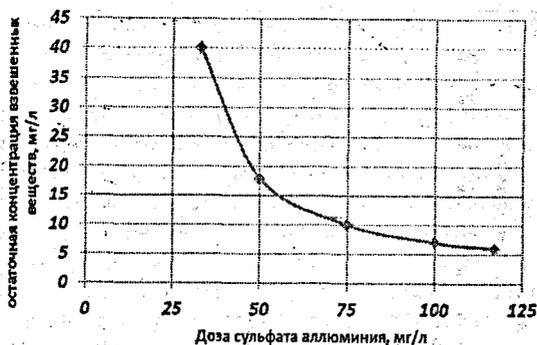


Рисунок 4 – Эффективность применения различных доз сульфата алюминия при времени отстаивания 60 мин и дозе ПАА 1,5 мг/л

Коагулирование сульфатом железа (III)

Исследования эффективности процесса очистки дренажных вод с использованием коагулянта сульфата железа (III) осуществлялись по плану эксперимента, аналогичному с использованием сульфата алюминия. На рисунке 5 представлены полученные результаты.

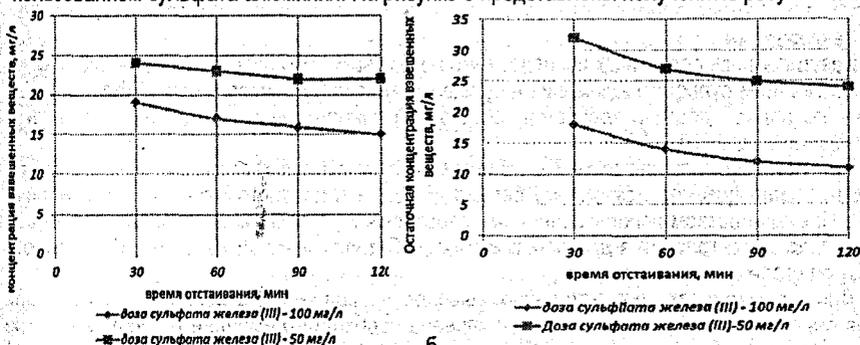


Рисунок 5 – Эффективность применения коагулянта сульфата железа (III) при дозе ПАА 1 мг/л (а) и 2 мг/л (б)

Как видно из данных, представленных на рисунках, ни в одном из вариантов достичь требуемой степени очистки не удалось. Наиболее эффективным вариантом было применение 100 мг/л сульфата железа (III) при дозе ПАА 2 мг/л и времени отстаивания 120 мин. При этом была достигнута остаточная концентрация взвешенных веществ 12 мг/л.

Следует отметить, что по сравнению с коагулянтом сульфатом алюминия при коагулировании сульфатом железа время последующего отстаивания менее сильно влияло на полученный результат. Это объясняется тем, что при коагулировании солями железа образуются более тяжелые и компактные осадки, которые значительно быстрее оседают.

С целью выявления дозы сульфата железа (III), позволяющей достичь требуемой степени очистки, были исследованы более высокие дозы сульфата железа (III) при температуре отстаивания 60 минут и количестве ПАА – 2 мг/л. Результаты опытов представлены на рисунке 6.

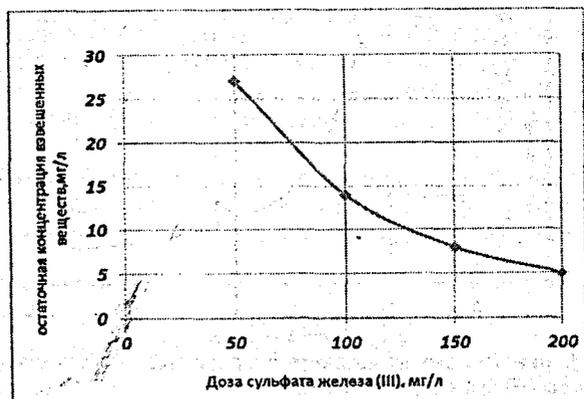


Рисунок 6 – Эффективность применения различных доз сульфата железа (III) при времени отстаивания 60 мин и дозе ПАА 2 мг/л

Из рисунка видно, что требуемая степень очистки дренажных вод была достигнута при дозе сульфата железа (III) 125 мг/л и дозе флокулянта 2 мг/л.

Закключение

Результаты выполненных исследований показывают, что реагентная коагуляция с использованием сульфата алюминия и сульфата железа (III) с последующей флокуляцией ПАА позволяет достичь требуемой остаточной концентрации взвешенных веществ в очищенной воде (10 мг/л).

При этом при использовании в качестве коагулянта сульфата алюминия требуются его меньшие дозы по безводному веществу, чем при использовании сульфата железа (III). Преимуществом использования железосодержащих коагулянтов является меньшее время, которое требуется для осветления обрабатываемой воды и меньший объем образующегося осадка.

Для формулировки окончательных выводов по применению реагентной коагуляции для очистки дренажных вод мелового карьера необходимо выполнить дополнительные исследования.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Строкач, П.П.. Практикум по технологии очистки природных вод: уч. пособие / П.П. Строкач, Л.А. Кульский – Мн.: Выш. школа, 1980. – 320 с.
2. Алексеев, М.И. Основы постановки научных исследований по очистке сточных вод: уч. пособие / М.И. Алексеев, Б.Г. Мишуков [и др.]. – ЛИСИ, 1987. – 52 с.

УДК 621.92.001.891.57:744

Сноп Е.С., Штофен А.С.

Научный руководитель: ассистент Мищирук О.М., доцент Шумская Л.П.

ПРИМЕНЕНИЕ 3D-МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ НАЧЕРТАТЕЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ

Большинство технических деталей, архитектурные сооружения, различные фрагменты и предметы являются пересечением различных геометрических форм – призм, параллелепипедов, поверхностей вращения и более сложных кривых поверхностей. При