

ВЫБОР КОАГУЛЯНТА И ЕГО РОЛЬ В ОСВЕТЛЕНИИ ВОДЫ

Душенко А.А.

г. Новочеркасск, МБОУ «СОШ № 1», 10 «Б» класс

Научный руководитель: Дубовская Л.Б., социальный педагог, г. Новочеркасск, МБОУ «СОШ № 1»

Предлагаемая работа – продолжение долгосрочного международного проекта «Экологическая культура без границ» (приложение 1). Подводя итоги мониторинга состояния природных водоемов – р. Тузлов, р. Дон, члены экологического сообщества «ГАРМОНИЯ» средней школы № 1 пришли к неутешительным выводам: наши водоемы больны и нуждаются в срочной реанимации, потому что по таким качественным показателям как активный кислород, рН, цветность, мутность они давно пересекли черту здорового водоема. Возможно ли использование такой воды для питьевых и хозяйственно-бытовых нужд? Какой путь должна пройти вода, прежде чем станет прозрачной, чистой и готовой к потреблению? Сколько препятствий придется преодолеть воде, прежде чем она наградит своею прохладой, кристальной чистотой, вкусом нас, землян? Не случится ли в нашем обществе тот коллапс, свидетелями которого стал Джо Бауэрс, герой фильма «Идиократия», попавший в результате научного эксперимента в цивилизацию 2500 г.? На Земле произошли большие изменения. Бездумное потребление природных ресурсов, загрязнение окружающей среды, отсутствие ответственных решений, направленных на оздоровление природы, привели потребителей двадцать пятого столетия к экологической катастрофе: некогда цветущая планета превратилась в безжизненную пустыню, покрытую горами мусора. Сегодня век двадцать первый. Кажется, по временным меркам, рано бить тревогу. Рано? Только в России, по мнению ученых, на одного жителя приходится более 35 т мусорных отходов. Мусорные полигоны тяжелой раной покрывают некогда цветущие просторы страны. Часто они находятся в непосредственной близости от водоемов. Жизненно важные водные артерии страны уже сегодня представляют мрачную картину: инфильтрация и часто просто отсутствие современных технологий по переработке и очистке твердых и жидких отходов приводят к тому, что природная вода становится непригодной и опасной для использования.

Цели и задачи

Цель работы была определена формированием экологической культуры, навыков исследовательской деятельности, интегрированного подхода к решению поставленных задач, повышением уровня экологического образования.

Задачи состояли в:

- осуществлении самостоятельного информационного поиска;
- совершенствовании навыков лабораторного практикума в условиях стационарной лаборатории;
- изучении процесса осветления воды с помощью коагулянтов и выбора наиболее эффективного из них;
- расширении площадки социализации школьников;
- проведении экологических десантов, акций, способствующих формированию активной гражданской позиции в школьной среде и в обществе.

Модельная вода, которую мы использовали в своей работе, по своим параметрам была приближена к реальной воде, пробы которой исследовались нами во время «World Water Monitoring» [3, 4].

Сегодня события 2008–2014 гг. – экологическая хроника, включающая много интересных и полезных событий (приложение 2). Одновременно возникает чувство неудовлетворенности от того, что обследуемые водоемы (р. Тузлов и р. Дон) по мутности и цветности все эти годы принадлежат к категории загрязненных водоемов. Сезонная мутность часто превышает концентрацию 200–300 мг/л. Мониторинг качества природной воды проводился в условиях переносной лаборатории. Нам предстояло познакомиться с процессом осветления воды в условиях стационарной лаборатории.

Предполагаемые риски

Предполагала ли намеченная работа возможные риски? Мы были к ним готовы:

- не всем нашим сверстникам будут доступны и понятны проблемы, связанные с бережным отношением к водным ресурсам и их рациональным потреблением;
- не было уверенности в том, что нам будет предоставлена профессиональная лаборатория для наших исследований;

– трудно найти единомышленников среди компетентных людей, которым проблема близка, и часто из-за отсутствия времени они не в состоянии будут оказать нам поддержку;

– из-за ограниченности технических и материальных средств мы можем быть лишены возможности исследования процессов, связанных с осветлением воды, содержащей взвешенные примеси;

– отсутствие опыта в презентации исследовательской работы на студенческой научной конференции.

Основные этапы проектирования

Мы прекрасно понимали, что от четкости планирования проектной работы зависит ее успешность. Нами были определены этапы и конкретизированы задачи каждого из них:

– **этап I** – изучение материалов состояния природных водоемов (р. Тузлов, р. Дон) – 2008–2014 гг. (сентябрь, 2014);

– **этап II** – освоение методик процесса анализа и осветления модельной воды – ноябрь–декабрь, 2014 г.;

– **этап III** – выбор коагулянта и его оптимальной дозы для осветления модельной воды – январь–февраль, 2015 г.

– **этап IV** – обсуждение результатов на научно-практической конференции и публикация тезисов – апрель–май, 2015 г.

Успешный поиск единомышленников в работе – это большая удача. Мы очень признательны всем, кто с самых первых шагов поддержал наш проект. Это в первую очередь преподаватели кафедры и учителя-наставники, с помощью которых мы нашли интегрированный подход к реализации своих идей.

Поскольку опыт работы в стационарной лаборатории у нас отсутствовал, то на втором этапе нам предстояло освоить методики по определению параметров модельной воды (щелочность, мутность, pH) в условиях стационарной лаборатории [2].

От планирования к реализации

Природная вода – это многокомпонентная система, которая включает в себя минеральные и органические вещества, газы и микроорганизмы. Качество воды, используемой для хозяйственно-питьевых целей, регламентируется Санит. Раз в год определяется анализ более, чем на 50 химических элементов. Вода для хозяйственно-питьевых целей должна соответствовать требованиям Санит [1].

Для удаления из воды веществ, обуславливающих мутность, цветность и некоторые антропогенные загрязнения, в воду вводят коагулянты, чаще всего минеральные соли алюминия и железа, которые при гидролизе

образуют структуры, обладающие высокими адсорбционными свойствами. Частицы взвеси, сталкиваясь с хлопьями коагулянта или прилипают к ним механически, или захватываются ими. Из обширного списка современных реагентов (рис. 1, рис. 2) мы выбрали наиболее распространенные:

– сернокислый алюминий ($Al_2(SO_4)_3$);

– гидроксохлорид алюминия ($Al_2(OH)_5Cl$).

Коагулянт – вещество, способное вызывать образование хлопьевидных осадков в коллоидных растворах и суспензиях.

Правильно выбранная доза коагулянта позволяет экономно и эффективно использовать реагенты и планировать их поступление на очистные сооружения. Для сравнения эффективности процесса коагуляции в идентичных пробах модельной воды мы приводим данные (табл. 2, рис. 3), полученные в ходе эксперимента с $Al_2(SO_4)_3$ и $Al_2(OH)_5Cl$.

Рис. 4 наглядно иллюстрирует процесс коагуляции механических загрязнений в модельной воде. При недостаточной дозе коагулянта образования хлопьев практически не происходит. Нами был проведен эксперимент с использованием гидроксида алюминия и гидроксохлорида алюминия. При одинаковом составе и объеме исследуемых проб, данные, полученные нами в ходе эксперимента, позволили сделать следующий вывод: наиболее эффективным является коагулянт гидроксохлорид алюминия.

В г. Новочеркаске в настоящее время используется гидроксохлорид алюминия (торговая марка «АКВАУРАТ ТМ30»). В качестве обеззараживающего реагента используется гипохлорит натрия. По самым скромным ценам преискуранта 2014 г. годовая стоимость коагулянта и окислителя для станции очистки в нашем городе следующая. Если учесть, что годовая пропускная способность очистных сооружений Новочеркасска составляет 12105,55 тыс.м³; для очистки этого объема воды требуется 57 т акваурата и 1550 т соли для производства гипохлорита натрия при их годовой стоимости соответственно 33500 руб. за тонну и 2954 руб. за тонну, то арифметика простая – **42, 943 млн руб.** в год.

Выводы

Проделанная нами работа не претендует на научное открытие. Но как нам кажется заслуженный интерес к ней можно объяснить возможностью:

– оценить практическую ценность изучаемых в школе предметов таких как химия, иностранный язык, информатика, физика;

– знакомства с интересными, компетентными людьми из числа преподавателей

и студентов кафедры «Водное хозяйство, инженерные сети и защита окружающей среды», ЮРГПУ(НПИ) им. М.И. Платова;

– осознания того, насколько сегодня, в век безудержного потребления, актуально экологическое образование;

– попробовать себя в популяризации полученного опыта в среде сверстников и младших школьников (приложение 4);

– оценить истинную стоимость, а точнее богатство, прозрачной, прохладной, безопасной воды;

– приобрести опыт презентации своей работы на вузовской студенческой конференции;

– опубликовать тезисы в сборнике «Студенческая научная весна 2015»;

– наметить план работы на перспективу.

Таблица 1

Показатели	Единица измерения	Нормативы ПДК
М(мутность)	Мг/л(по каолину)	не более 1. 5
Ц(цветность),	град	20(35)
рН(водородный показатель)		6 - 9
Ж(жесткость общая)	Мг-экв/л	7,0(10)
Щелочность		Не нормируется

Таблица 2

	V _{пр} (л)	D _{к1} (мг/л)	M ₁ (мг/л)	D _{к2} (мг/л)	M ₂ (мг/л)	рН	t°
исходная вода		0	305	0	305	7,87	17
=> вода с коагулянтом	1,0	27,3	34,45	34	42	6,87	17
=> вода с коагулянтом	1,0	23,0	26,0	27,3	30	6,76	17
=> вода с коагулянтом	1,0	48,0	50,0	31,0	42	6,72	17
=> вода с коагулянтом	1,0	29,5	170	170	160	6,9	17



Рис. 1. Коагулянты неорганического происхождения – сульфат алюминия и гидроксохлорид алюминия



Рис. 2. Коагулянты неорганического происхождения, содержащие железо

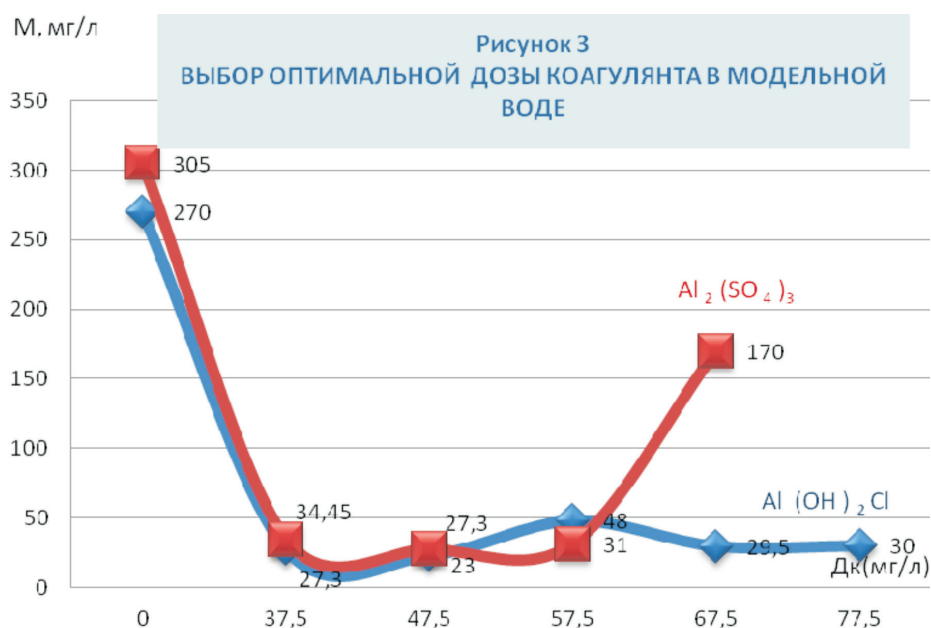


Рис. 3. Выбор оптимальной дозы коагулянта в модельной воде

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОЙ ДОЗЫ КОАГУЛЯНТА

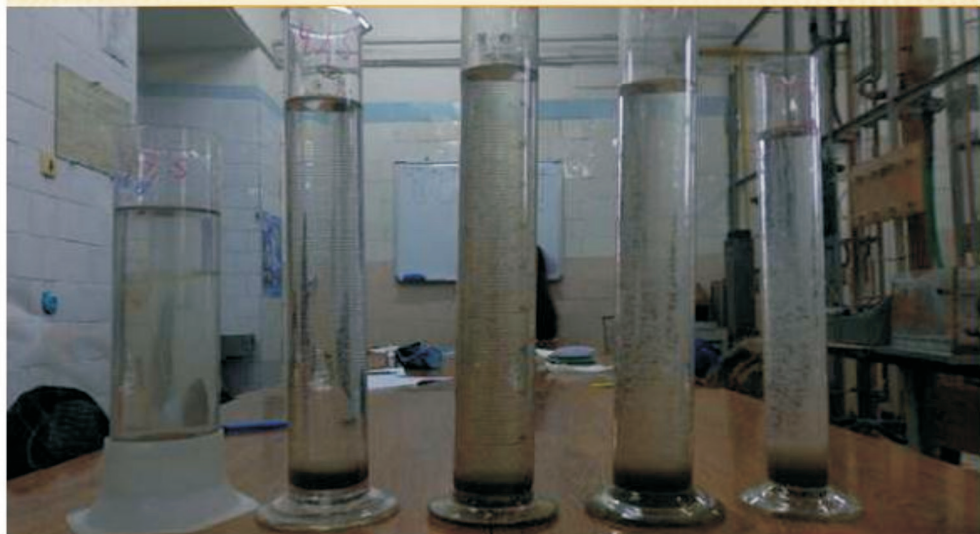


Рис. 4. Процесс коагуляции механических загрязнений в модельной воде

Приложение 1.

ИЗ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ХРОНИКИ

Экологическое движение в школе зародилось в 1993 году по инициативе заместителя директора по инновационной работе и учителя английского языка Терещенко И.Н.

С самого начала оно приобрело статус международного, поскольку объединило усилия по охране природы всех неравнодушных к проблемам окружающей среды нашей территории и тех, кто, порою находился на другом конце планеты

Ученики, благодаря знанию английского языка получили бесценный опыт общения с юными экологами из Голландии, Чехии, Китая, Мексики, Польши, США

1993

Приложение 2.

The image shows a screenshot of the San Diego Citizen Watershed Monitoring Consortium website on the left. The website header includes the name of the consortium and navigation links for HOME, SERVICES, SUPPORTERS, LEGISLATION, and CONTACT. A list of member organizations is provided, including the City of San Diego, San Diego State University, and various local water utilities. Below the list, there is a section for 'World Water Monitoring' with a logo and a brief description of the program. A red banner at the bottom of the website screenshot reads 'Калифорния www.sdcwmc.org'.

On the right, there is a blue graphic with white Russian text. The text reads: 'С 2008 года «ГАРМОНИЯ» - участница долгосрочного проекта «Экологическая культура – без границ» «World Water Monitoring», ставший сегодня экологической хроникой.' Below the text is a cartoon illustration of a green frog wearing sunglasses and a red flower in its hair, sitting on a surfboard on a blue wave.



В ЛАБОРАТОРИИ КАЧЕСТВА ВОДЫ

Вода из мутной на глазах превращается в прозрачную, чистую, прохладную.



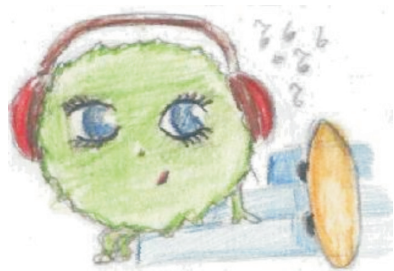
КАК, КАК ЭТО ВЫ ДЕЛАЕТЕ?

Берем пробу воды, добавляем коагулянт, перемешиваем, как в фокусе, и происходит чудо



Когда в мутном омуте вода осветляется, или Возвращение Микробки из Сан-Диеговки

Мы хотим пригласить Вас в не совсем обычное путешествие: путешествие-возвращение необычного сказочного героя, который не смотря на свой солидный возраст выглядит вполне ничего! Это новочеркасская Микробка, которая была создана нашими учениками много лет назад.



С ними она росла, с ними училась, с ними побывала в кругосветном путешествии. И до сих пор наша Микробка пользуясь заслуженным уважением представляет Россию, а точнее нашу школу на сайте сан-диеговского университета. Почему? да потому, что она - индикатор качества природной воды. Наша землячка вдруг заскучала. Ей часто снились донские просторы, родная водная гладь речки Тузов, кваканье лягушек, братья и сестры, которых она долго не видела.

Она тихонько выбралась из сайта университета и пошла, как многие сказочные герои, через горы, моря домой. Родной дом встретил ее рыданиями: Тузов погибал. Что делать, как спасти своих братишек и сестер? Выход нашелся скоро, ведь не зря все эти годы она сидела на сайте в Сан-Диеговке: ее маленькие быстрые пальчики быстро бегали по клавиатуре компьютера. Вот он сайт школы № 1. Микробка волнуется: так нужна помощь от людей. Они, к счастью, рядом и всегда рады помочь: плохого не посоветуют. Сами многое узнают в храме науки, имя которого НПИ, и Микробку пригласили в святая святых – лабораторию качества воды.

Так интересно ей еще не было. Вместе с нами она познакомилась с методами очистки и обеззараживания природной воды. Она из мутной на глазах превращалась в прозрачную, чистую, прохладную. Таковую, о которой Микробка мечтала с тех самых пор, когда вода в Тузлове была чистой.

– Как, как это вы делаете?

– Берем пробу воды, добавляем коагулянт, перемешиваем, как в фокусе, и чудо: на глазах у нас появляются сказочно воздушные хлопья, которые собирают на себе все загрязнения.

– А какой он, коагулянт?

– Да, вот он перед тобою: смотри, сияет, словно драгоценные россыпи! Тут тебе и сульфат алюминия, тут тебе и хлорид железа. А вот это самый активный, потому что работает не покладая рук: хлопья у него крупные, рыхлые, не распадаются. Зовут его гидроксохлорид алюминия, а на американский манер – «АКВА-АУРАТ». А уж как взвешенные загрязнения на себе сортирует, АУРАТУШКА! Просто загляденьте!

– Вот бы мне в Тузловочку хотя бы немного, я бы всю воду осветлила и мутности как не бывало!

– Бери, Микробка, и помни, что удовольствие это очень дорогое. Для того, чтобы очистить воду этим реагентом для новочеркасцев, необходимо было только в 2014 г. потратить около 43 млн руб.!

И решила Микробка беречь каждую капельку очищенной воды, а Вы, друзья, бережете воду? Кран дома закрывать не забываете?

Список литературы

1. Драгинский В.Л., Алексеева Л.П., Гетманцев С.В. Коагуляция в технологии очистки природных вод. – М., 2005. – С. 36–77.
2. Линевиц С.Н., Фесенко Л.Н., Игнатенко С.И. Теоретические основы и лабораторный практикум по кондиционированию воды. – Новочеркасск, 2001. – С. 3–29.
3. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: nov-school1.ru.
4. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.sdcwmc.org.