



Конкурс для школьников «Гениальные мысли» Автореферат проекта призеров III степени

Название работы – Наноглина, как комплексный фильтр, для очистки сточных вод и пищевых продуктов.

Авторы – Андреева Юлия Евгеньевна, Ключникова Ксения Александровна, 10 класс, МБОУ "Лицей № 2" г. Чебоксары.

Руководитель – Лаврентьев Анатолий Генрихович, учитель физики, МБОУ "Лицей № 2" г. Чебоксары.

Основная идея работы, цели, задачи

Идея работы: создание модели очистного фильтра на основе технологий комплексной фильтрации воды и кваса (в качестве пищевых продуктов) с помощью наноглины. В данной работе мы дополнили исследования экспериментами по очистке от пищевых продуктов.

Цель работы: исследовать возможности очистки от различных примесей с помощью наноглины.

Задачи:

- 1) Изучение структуры и характеристики наноглины;
- 2) Проведение экспериментов по очистке воды от различных примесей;
- 3) Создание кваса и проведение экспериментов по очистке кваса от дрожжей;
- 4) Создание экспериментальной установки для очистки воды.

Актуальность и новизна работы

В настоящее время существуют различные способы очистки сточных вод. Они разные по технологии и себестоимости. В этой работе используется возможность очистки воды от различных примесей на одном из этапов с использованием глины нано размеров.

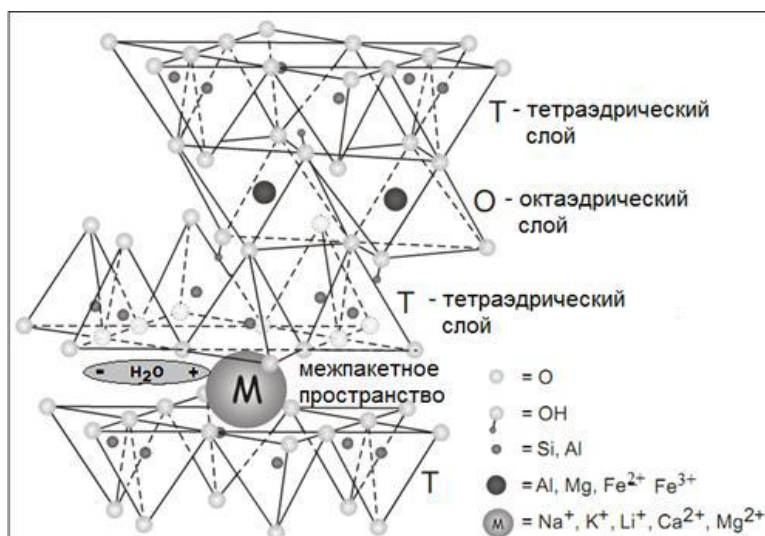
При производстве кваса в него добавляют дрожжи, которые отрицательно влияют на организм. В нашей работе так же исследуется возможность очистки кваса от дрожжей с помощью наноглины.

По нашей гипотезе, структура наноглины позволяет создать фильтр, как от механических примесей и от солей и щелочей, так и от биологически активных частиц.

Основные результаты

Наноглины, в большинстве случаев, основаны на монтмориллонитовых глинистых минералах. Монтмориллонит – это глинистый минерал серо – бело-розового цвета, образовавшаяся в результате выветривания из кремния - содержащегося вулканического туфа посредством действия кремниево- кислых бактерий, лишайников и грибков. Минерал наименовали по названию монтмориллонита представляет собой гидратизированный диоктаэдр - трёхслойный силикат. Его кристаллы имеют зёрна размером менее 1-2 микрометра, а также имеет сложную слоистую, пластинчатую структуру, которая существует в форме агломерированных узлов пластинок. Отдельные пластинки обладают толщиной около одного нанометра и длиной менее микрометра. Кристаллическая структура монтмориллонита состоит из трехслойных пакетов, содержащих два кремнекислородных

(для бейделлита — кремнеалюмоокислородных) тетраэдрических слоя и размещенного между ними октаэдрического слоя, состоящего из катионов алюминия.



Монтмориллонит - ценное полезное ископаемое, которое с давних пор активно используется людьми благодаря своим адсорбирующим и омыляющим свойствам.

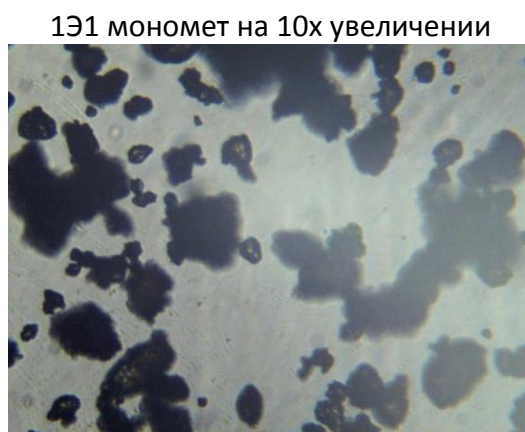
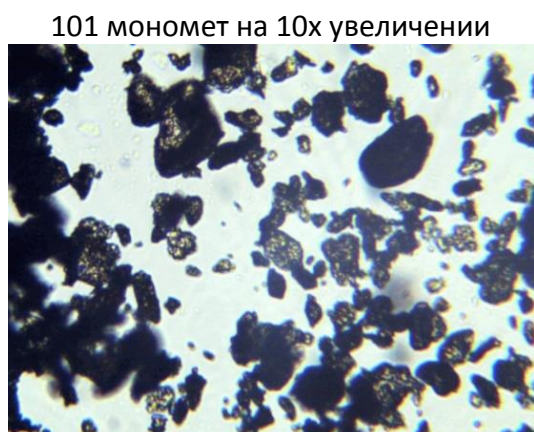
В пищевой промышленности глину используют не как блюдо, а, скорее, как пищевую добавку. Так, монтмориллонитовую глину могут добавлять в корм крупному рогатому скоту. В ней содержатся полезные минералы. Сейчас в аптеках также можно встретить препараты с так называемой съедобной глиной для людей. Но это, скорее, медицинские добавки.

Дрожжи (*Saccharomyces cerevisiae*) – это микроорганизмы, относящиеся к группе одноклеточных грибов, которая объединяет около 1500 видов. Дрожжевые клетки имеют шаровидную или овальную форму, размером 3-7 мкм в диаметре. В 1 г живых дрожжей содержится 10 млрд. клеток.

Физические параметры образцов

Для экспериментов использовали органоглину мономет 1Э1 и 101. Образцы представляют собой химически модифицированный монтмориллонит в виде порошка от серо-белого до бело-желтого цвета соответственно.

- Определение размеров и форм сухих частиц производили с помощью оптического микроскопа. Снимки образцов показаны в таблице:



- характеристика каждого образца:

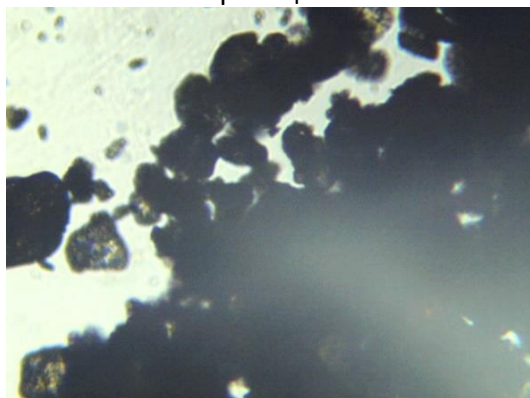
характеристики	Образец№1 (101)	Образец№2 (1Э1)	характеристики	Образец№1 (101)
плотность	1,0165г/см ³	1,0919г/см ³	плотность	1,0165г/см ³
масса	1,44	1,9	масса	1,44

На следующем этапе была подготовлена суспензия. В результате вхождения молекулярной воды в межслоевое пространство, частицы смектита разбухают. Наибольшей гидратационной способностью обладают ионы щелочных металлов и в первую очередь натрий. Значительно меньшую гидратационную способность имеют ионы щелочноземельных металлов – кальций и магний. Были подготовлены следующие образцы:

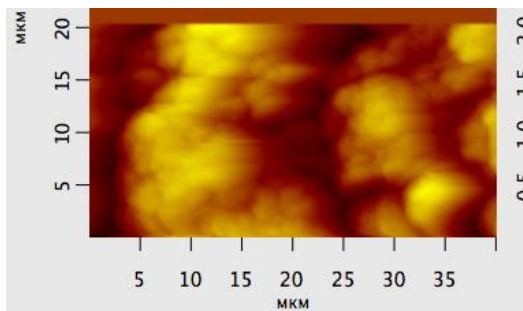
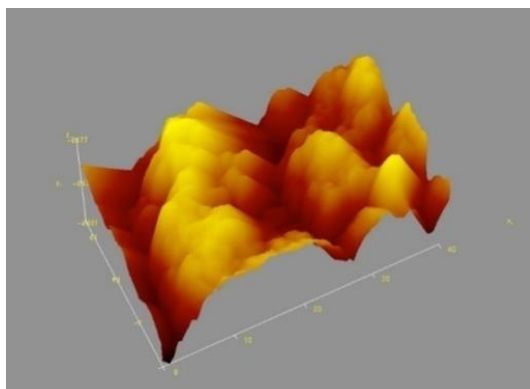
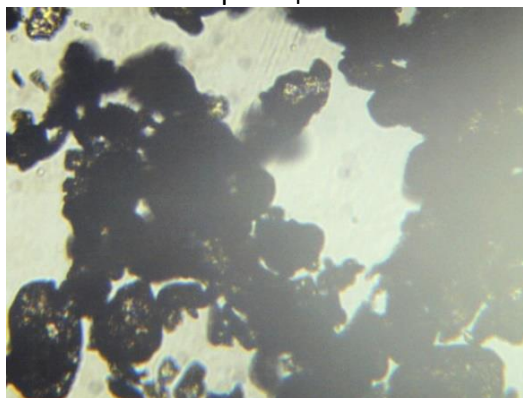
- 1 образец) мономет 101 0,5 грамм вещества на 10 мл воды
- 2 образец) мономет 1Э1 0,5 грамм вещества на 10 мл воды
- 3 образец) мономет 1Э1 0,25 грамм вещества на 10мл воды
- 4 образец) мономет 101 0,25 грамм вещества на 10мл воды

Затем, мы смешали образцы в определенных концентрациях и оставили на 24 часа. По истечению времени капнули на стекло каждый образец и дали ему высохнуть. В таблице приведены изображения образцов через оптический и сканирующий зондовый микроскоп. Сканирование производилось в режиме АСМ.

Образец 1Э1



Образец 101



Из анализа сканов видно, что структура сильно слоистая. Между кристаллами имеются слои до 3мкм, что должно способствовать поглощению частиц данных размеров.

В этом году мы сделали глину с той же концентрацией, размельчив ее дополнительно на магнитной мешалке.

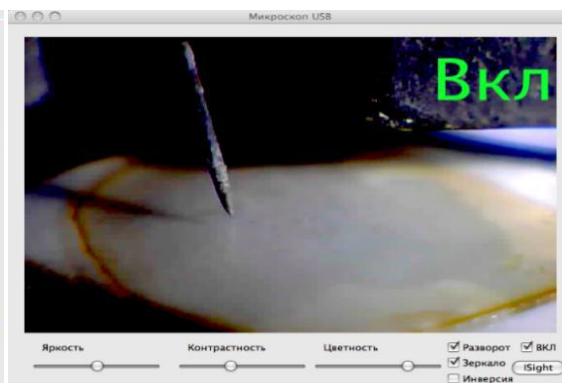
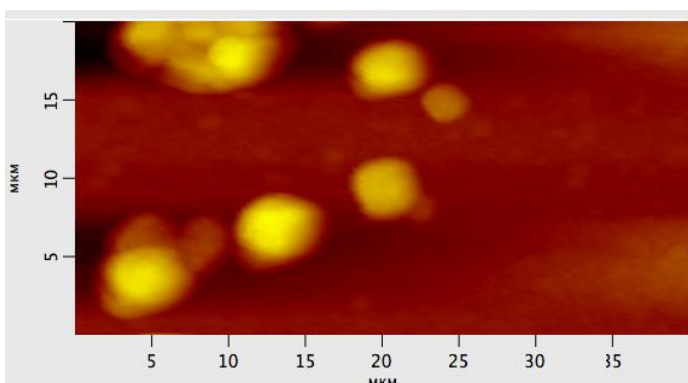


Эксперименты с чаем

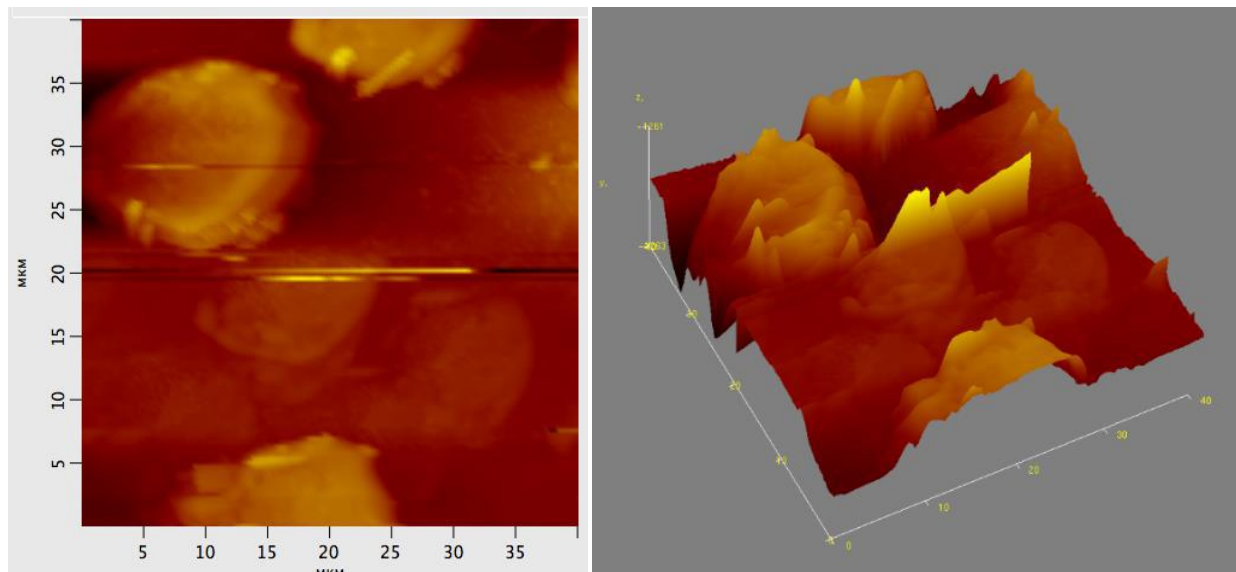
Для проведения следующего эксперимента мы заварили крепкий чай, остудили и налили в 2 пробирки. Добавили в пробирки образцы 1 и 2 в соотношении 30 мл чая к 10 мл раствора. Пробирка со 101 образцом сразу заметно стала светлеть. С помощью приборов «L-микро» измерили оптическую плотность исходного и очищенного чая.



Затем, чтобы изучить структуру, капнули на предметное стекло отдельно чай. Ниже приведены снимки через оптический микроскоп и СЗМ. Анализ СЗМ изображений показывает, что средний размер частиц 5мкм, но имеются более крупные кластеры размером 10 и 15мкм.



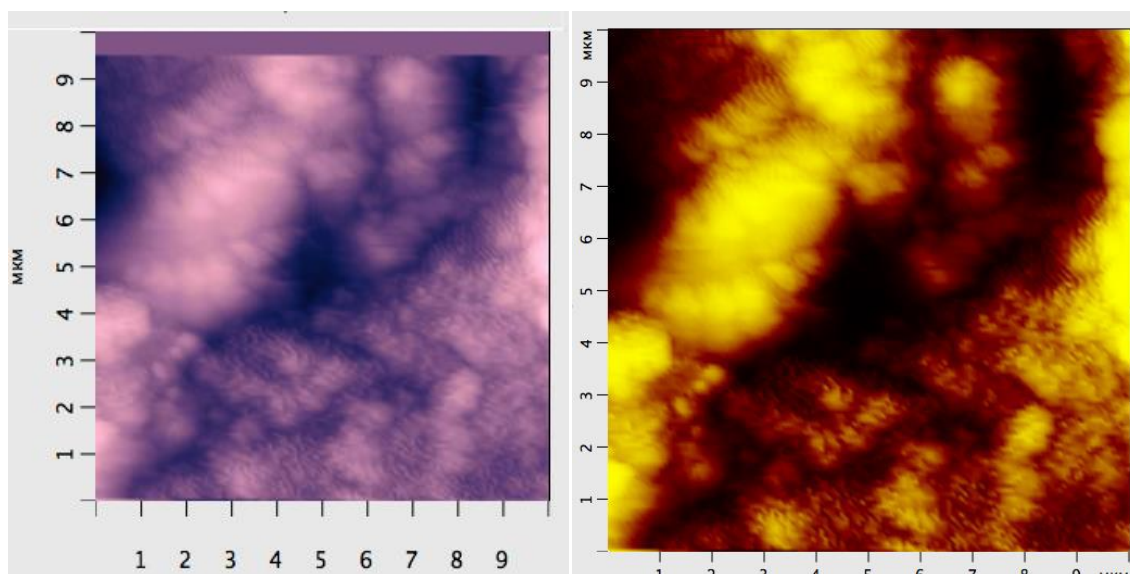
Мы изучили очищенные с помощью глины образцы. Первоначально 2 образец очищался быстрее, но в ходе эксперимента по истечению 2 дней 1образец заметно посветлел. Капнули на предметные стекла образцы 1 и 2. Посмотрели под зондовым микроскопом.



Мелкие частицы были поглощены частицами наноглины, а более крупные частицы размером 15мкм остались во взвешенном состоянии.

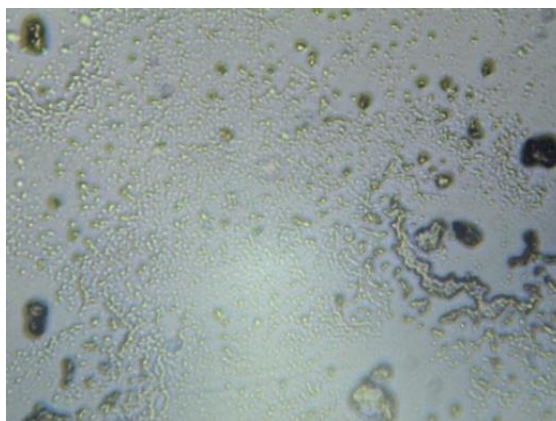
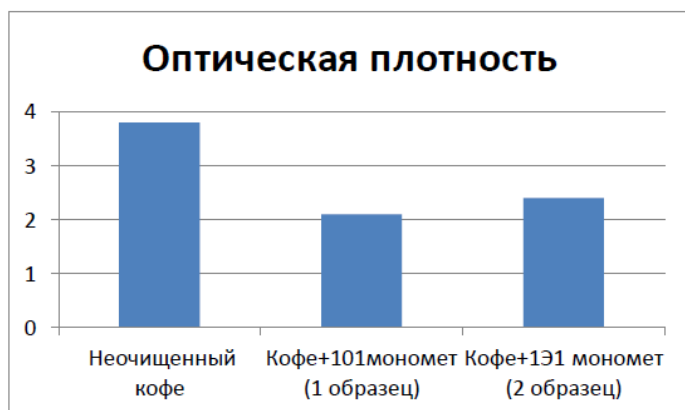
Эксперимент с тонером

Следующий эксперимент был с тонером. Насыпали его в две пробирки, предварительно добавив воды, добавили и суспензии глин. Тонер, не тонущий материал, хорошенько встряхнули. По истечению 3 дней раствор очистился. При визуальном осмотре видно, что на поверхности глины видны частицы тонера. Анализ СЗМ сканов показывает, что на поверхности глины есть частицы тонера. Кроме этого они эффективно должны поглощаться межпластовыми слоями.



Эксперименты с кофе

Для эксперимента с кофе мы заварили его, остудили и налили в 2 пробирки. Затем добавили в пробирки образцы 1 и 2 в соотношении 20 мл кофе и 10 мл раствора (0,25 гр. Наноглины). Изменение концентрации примесей сравнивали через изменение оптической плотности. С помощью приборов «L-микро» измерили оптическую плотность исходного и очищенного кофе.



Затем, чтобы изучить структуру, капнули на предметное стекло отдельно кофе. Ниже приведены снимки через оптический микроскоп. Анализ изображений показывает, что средний размер частиц от 1 до 5 мкм, но имеются более крупные кластеры размером 10 и 15 мкм.

Эксперименты по очистке от нефтепродуктов

Затем мы провели эксперименты по очистке от нефтепродуктов. Налили в 30 мл воды 2 мл нефтепродуктов, сделали 2 экземпляра. Перед этим мы измерили оптическую плотность воды (0,001), потом измерили слой нефтепродуктов (0,126). После этого мы добавили в 2 пробирки образцы 1 и 2. Результаты измерения показаны в таблице:

Оптическая плотность нефтепродуктов с наноглиной

	Нефтепродукты+101 мономет (1 образец)	Нефтепродукты+131 мономет (2 образец)
Сразу после добавления	3	2,5
Спустя 2 мин	1,4	0,39
Спустя 7 мин	1,2	0,22

Исходя из эксперимента, мы поняли, что образец 2 лучше работает с нефтепродуктами. Мономет 101 захватывал маленькие кусочки, а большие оставались наверху. В итоге и с образцом 1, и с образцом 2 смесь загущалась.

Эксперименты по очистке от железа

На следующем этапе исследовали возможность очистки воды от соединений железа. В качестве образца взяли хлорид железа (III). Для того, чтобы проверить очистился ли раствор $FeCl_3$, мы использовали pH-метод и качественные реакции с желтой кровяной солью. Последовательность действий:

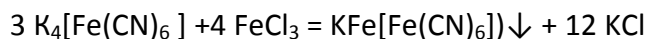
1. Измерили pH воды (7)
2. Концентрат FeCl₃ pH= -0,7
3. 10 мл FeCl₃раствора +H₂O pH= 2,7
4. 10мл FeCl₃р-р + 4,5 глина 101 через 7 минут pH =5
5. 10мл FeCl₃р-р + 4,5 глина 1Э1 через 7 минут pH =5,9
6. 10 мл FeCl₃р-р +5мл H₂O pH =3
7. 10млFeCl₃р-р +5мл H₂O +5мл H₂O pH =3,2

На следующих рисунках показаны этапы работы:



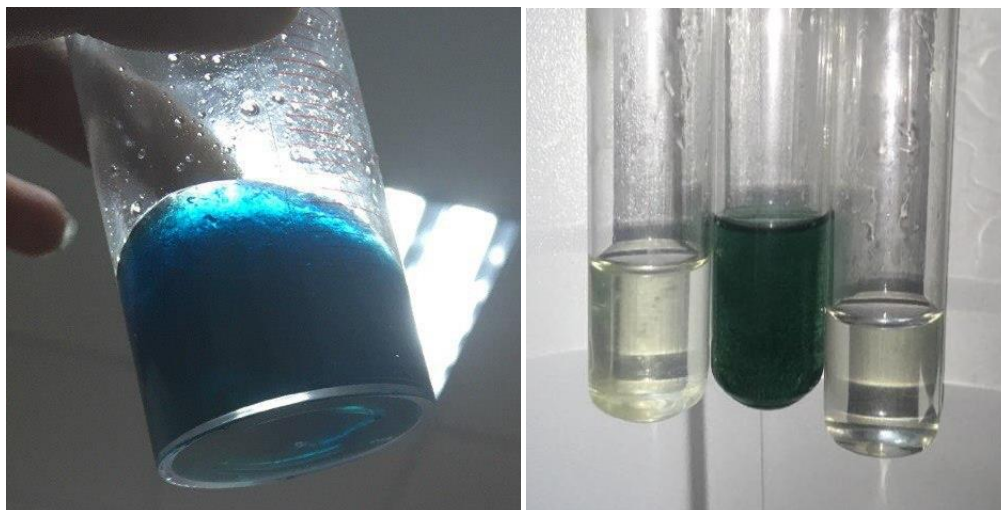
Спустя 24 часа:

В 5 мл уже приготовленного раствора FeCl₃ добавили 2 мл жёлтой кровяной соли (K₄[Fe(CN)₆]).
 Произошла реакция и раствор приобрел цвет берлинской лазури.



Очищенную жидкость из пробирок двух образцов проверяем на наличие FeCl₃.

- 1) 5мл(очищенной жидкости с помощью 101 образца) +2мл(желтой кровяной соли)=реакция не пошла, раствор не окрасился, что свидетельствует о том, что в данной жидкости не содержится железо.
- 2) 5мл(очищенной жидкости с помощью 1Э1 образца)+2мл(желтой кровяной соли)=реакция пошла, раствор приобрел ели заметный оттенок зеленого.



pH101=9,1
 pH1Э1=9,9 **⇒** Среда щелочная.

Эксперименты по очистке кваса от дрожжей

Для эксперимента по очистке кваса мы изготовили смесь со схожим составом. В воду объёмом 0,4 л добавили 1,72 г дрожжей, 30 г сахара, кусочки хлеба, хорошо перемешали и оставили бродить на 4-6 часов. Затем отфильтровали кусочки хлеба и осадок дрожжей.

Далее мы измерили оптическую плотность воды (0,001), потом измерили оптическую плотность смеси (2). После этого мы добавили в 2 пробирки образцы 1 и 2. Результаты измерения показаны в таблице:

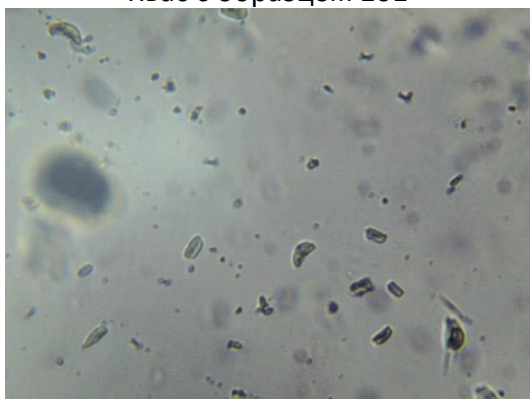


Таблица. Оптическая плотность смеси дрожжей с наноглиной

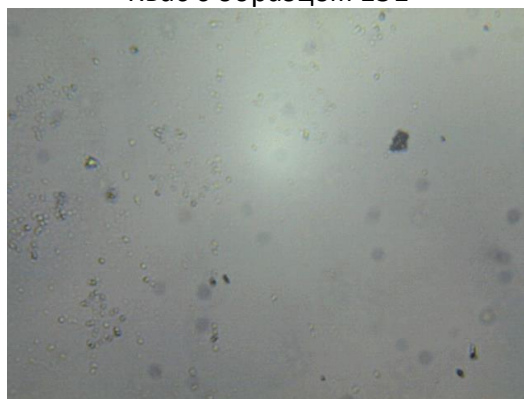
	Неочищенная смесь	Смесь+101 мономер (1 образец)	Смесь+1Э1 мономер (2 образец)
Оптическая плотность	1	0,8	0,65

Затем мы рассмотрели образцы через оптический микроскоп. Капнули на предметное стекло образец кваса с наноглиной и посмотрели степень очистки двух образцов. Ниже приведены снимки через микроскоп.

Квас с образцом 101



Квас с образцом 1Э1



В результате, по снимкам и по оптической плотности стало ясно, что 1Э1 лучше очищает квас от дрожжей, так как в снимке с образцом 101 присутствует большое количество крупных частиц, по сравнению с другим образцом. Их можно удалить с помощью бумажных фильтров.

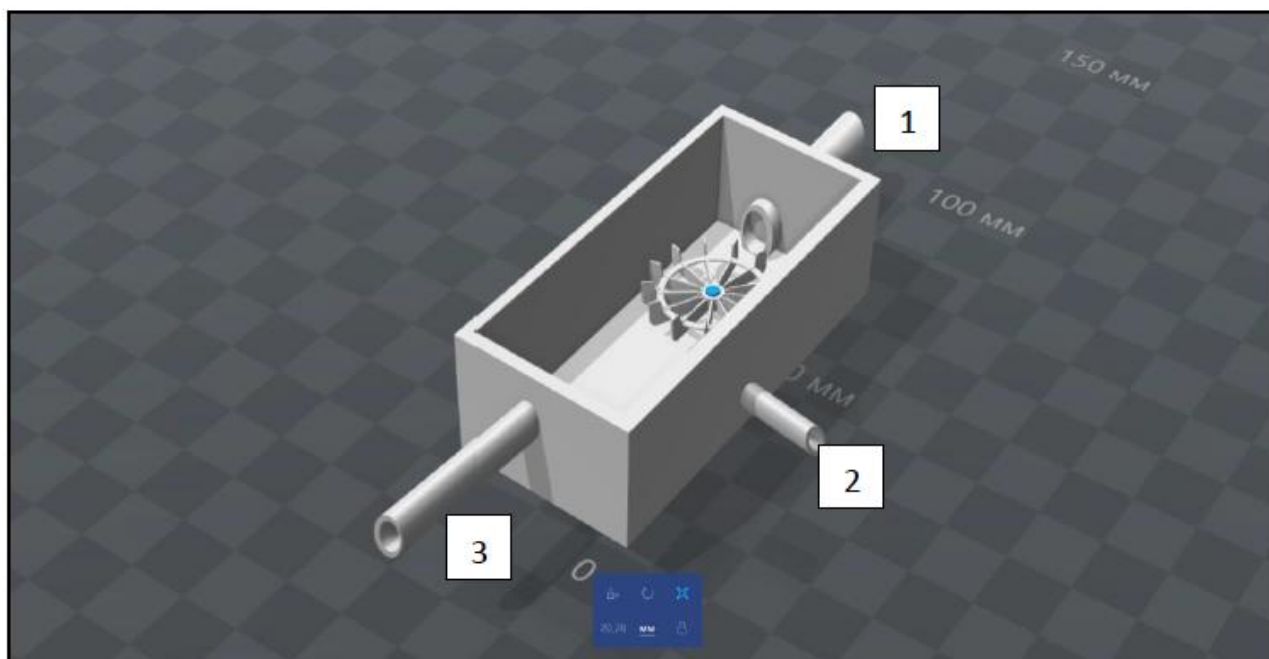
Выводы, заключение, перспективы

Эксперименты показали, что наноглину можно использовать для комплексной очистки воды на одном из этапов. При этом фильтр из наноглины проявляет абсорбционные свойства, как к механическим примесям, так и к растворенным в воде веществам. В ходе экспериментов выяснилось, что мономет 101 лучше проявляет очищающие свойства к механическим примесям и растворам солей. Размеры фильтруемых механических примесей от наноразмеров до 15 мкм. Более крупные механические примеси очищаются не эффективно. Мономет 1э1 лучше подходит для очистки от нефтепродуктов в следствие своих характеристик.

В эксперименте с квасом, хорошо проявил свои абсорбционные свойства мономет 1Э1, это видно по результатам измерений оптической плотности и по снимкам оптического микроскопа.

Дальнейшие исследования в данной работе направлены на улучшения качества очистки через точные расчеты концентрации глины и возможность многократного использования готового раствора смеси. В ходе экспериментов было доказано, что эффективность очистки зависит от частого перемешивания раствора наноглины на первом этапе и отстаивания результатов очистки на дне резервуара.

В качестве фильтрующего элемента мы предлагаем модель, представляющую собой контейнер, заполненная суспензией наноглины. По трубе 1 под давлением поступает очищаемая жидкость, которая вращает колесо для лучшего перемешивания с раствором глины. После достижения нужного уровня трубы вода отстаивается. И затем сливается через трубу 3. Отходы от очистки убирают через трубу 2.



Список цитированных источников

1. <http://www.metaclay.ru/>
2. <http://e-plastic.ru>
3. <https://kristallov.net/montmorillonit.html>
4. <https://natural-museum.ru/mineral/МОНТМОРИЛЛОНИТ>
5. <http://www.rusnanonet.ru/download/presentation/presentation.metaclay.pdf>
6. <https://www.rusnano.com/about/press-centre/news/75760>
7. <https://www.rusnano.com/about/press-centre/media/76361>
8. L-micro.ru
9. Учебник Химия 9 класс О.С. Габриелян 2013