

**Всероссийский конкурс среди учащихся «9 мая — помнить, чтобы жить»,
приуроченный к празднованию 80-й годовщины Победы в Великой Отечественной
войне 1941 – 1945 годов**

Направление Все для фронта, все для Победы

Исследование применения углеродных сорбентов в военное и мирное время»

Выполнил:

Лапина Арина Никитична, обучающаяся ГАУДПО ЛО «ИРО»
детского технопарка «Кванториум», г. Липецк
направления «Наноквантум», гр. Н.4.1., 6 класс
Н.4.1 направления
«Наноквантум»

Андриянцева Светлана Александровна,
педагог дополнительного образования ГАУДПО ЛО «ИРО»
детского технопарка «Кванториум», г. Липецк
направление «Наноквантум»

Место выполнения работы:

Детский технопарк «Кванториум, г. Липецк»

Липецкая область, город Липецк, 2025 г.

Содержание

	Стр.
Аннотация	
Введение	3
1 Теоретическая часть:	3
1.1.Применение сорбентов в военное и мирное время	
1.2. Создание и развитие российского угольного противогаза профессора Н.Д. Зелинского	4
2 Экспериментальная часть.	5
2.1. Изучение строения противогаза	13
2.2. Сравнение адсорбирующей способности различных адсорбентов	14
Заключение	16
Список литературы	17

Аннотация

В работе было проведено исследование применения углеродных сорбентов в военное и мирное время. В теоретической части работы изучено явление адсорбции, история создания и развития российского угольного противогаза профессора Н.Д. Зелинского. В экспериментальной части проведено определение в лабораторных условиях адсорбирующей способности различных углеродных адсорбентов при очистке воды от органических и минеральных загрязнений. Место выполнения работы: Детский технопарк «Кванториум, г. Липецк».

Введение

Пористые углеродные материалы (сорбенты) человечество использует на протяжении многих столетий. Ещё в XVIII веке была открыта способность древесного угля очищать различные жидкости и поглощать некоторые газы. До начала XX века углеродные сорбенты (главным образом древесный и костный активные угли) применяли преимущественно в пищевой промышленности и виноделии для очистки жидкостей. Необходимость обезвреживания боевых отравляющих веществ, возникшая в ходе Первой мировой войны, стимулировала развитие работ по очистке газов. Разработанный российским ученым Н.Д.Зелинским противогаз с активным углем в качестве сорбента до сих пор является наилучшим способом защиты от летучих ядовитых веществ. Основным сорбирующим материалом в нём был активированный уголь. 22 апреля 1915 года в районе Ипра на стыке французского и британского фронтов немцы осуществили первую газобаллонную химическую атаку. В результате из 12 тысяч солдат в живых осталось только 2 тысячи. 31 мая подобную атаку повторили на русско-германском фронте под Варшавой. Потери среди солдат были огромны. Зелинский поставил задачу отыскать надежное средство защиты от отравляющих газов. Понимая, что для универсального противогаза нужен универсальный поглотитель, для которого был бы совершенно безразличен характер газа, Зелинский пришел к идее использовать обыкновенный древесный уголь. К середине 1916 года было налажено

массовое производство противогазов Зелинского-Кумманта. Всего за годы Первой мировой войны в действующую армию было направлено более 11 миллионов противогазов, что спасло жизнь миллионам русских солдат.

На основе изучения истории создания и применения противогаса в годы войны была сформулирована цель работы: исследование сорбционных характеристик углеродных материалов на основе углеродсодержащего сырья. Для достижения цели необходимо решить задачи:

Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи:

- Изучить применение сорбентов в военное и мирное время
- Рассмотреть создание и развитие российского угольного противогаса профессора Н.Д. Зелинского
- Проанализировать особенности строения противогаса
- Определить адсорбционную активность по йоду;
- Определить адсорбционную активность по метиленовому голубому;

На основании определения сорбционных характеристик исследуемых материалов предложить их применение для очистки от загрязняющих веществ

Объекты исследования: Промышленные углеродные сорбенты различных марок.

1.1. Применение сорбентов в военное и мирное время

Одним из распространенных адсорбентов является древесный уголь. Он хорошо адсорбирует различные газы, пары и растворенные вещества. Улучшить адсорбционные качества угля можно обработкой его перегретым паром, который удаляет из пор все загрязняющие вещества, увеличивая общую поверхность угля. Такой уголь называется активированным. Наиболее раннее из исторических упоминаний об использовании углей, относится к Древней Индии, где в санскритских писаниях говорилось, что питьевую воду необходимо предварительно пропускать через уголь, выдерживать в медных сосудах и подвергать действию солнечных лучей.

Адсорбцией называется способность поглощать вещество из объема фаз, то есть концентрировать его на поверхности.

Методы адсорбции используются для определения удельной поверхности и пористой структуры высокодисперсных твердых тел. Частицы высоко-дисперсного порошка являются первичными. Они под действием поверхностных сил слипаются в плотные вторичные

частицы. Промежутки между первичными частицами внутри вторичных частиц и промежутки между вторичными частицами образуют пористую систему, именно в ней форма и размер пор зависит от формы и размера этих частиц.

М. М. Дубинин предложил свою классификацию пор по размерам. Именно она официально принята Международным союзом по теоретической и прикладной химии. Классификация основана на том, что каждый интервал размеров пор соответствует характерным адсорбционным свойствам. В таблице 1 представлена классификация пор по размерам.

Таблица 1 – Классификация пор по размерам

Название пор	Размер пор, нм
Микропоры	< 2
Мезопоры (переходные поры)	2– 50
Макропоры	> 50

В микропорах из-за близости стенок пор потенциал взаимодействия с адсорбированными молекулами больше, чем в более широких порах, поэтому величина адсорбции тоже больше. В мезопорах происходит капиллярная конденсация, то есть снижение пара в порах. Также она обусловлена наличием у адсорбента мелких пор. Макропоры являются самыми крупными порами адсорбентов. В их порах капиллярная конденсация не происходит. Они играют роль транспортных артерий в адсорбентах.

Адсорбция играет важную роль во многих природных процессах, таких, как обогащение почв и образование вторичных рудных месторождений. Именно благодаря адсорбции осуществляется первая стадия поглощения различных веществ из окружающей среды клетками и тканями биологических систем, функционирование биологических мембран, первые этапы взаимодействия ферментов с субстратом, защитные реакции против токсичных веществ. Многие адсорбенты (активный уголь, каолин, иониты) служат противоядиями, поглощая и удаляя из организма вредные вещества. В промышленности адсорбцию осуществляют в специальных аппаратах - адсорберах; применяют для вредных отходов производства, используется для сбора разливов нефти и нефтепродуктов с водных и твердых поверхностей. Бытовые фильтры для очистки воды - это тоже применение адсорбции. Адсорбенты присутствуют в разнообразных процессах, в числе которых, например, кондиционирование воздуха или транспортировка природного газа по трубопроводам. В настоящее время активированные угли являются одними из лучших фильтрующих материалов. Адсорбционные свойства активированного угля используется в промышленности для разделения газовых смесей и улавливания паров ценных органических растворителей.

Разделение газовых смесей и низших углеводородов с применением активированного угля осуществляется в газовой хроматографии. Уголь обесцвечивает и осветляет растворы, содержащие примеси окрашенных веществ. Этот метод очистки широко применяется в сахарорафинадном, винном и спирто-водочном производствах. Очистка патоки, растительных масел и животных жиров, улучшение оттенка многих красителей, обезвреживание сточных вод также производится адсорбцией активированным углем. Активированный уголь применяют также в качестве носителя различных катализаторов. Использование активированного угля улучшает распределение и предотвращает спекание катализаторов. Этим достигается и экономия дорогих каталитических добавок (платины, палладия и др.).

В бытовой сфере сорбенты применяются для доочистки водопроводной воды, очистки воздуха от жира в бытовых кухонных системах вентиляции, при осушении воздуха в платяных шкафах или в кладовках.

В медицине сорбенты применяются в качестве лекарственных средств для внутреннего и наружного применения. Применение активных углей в медицине для лечения заболеваний пищеварительного канала и удаления ядов из организма известно со времен Гиппократов. Медицинские сорбенты представляют собой особые вещества, которые выводят из организма токсические вещества, в том числе опасные продукты обмена. Благодаря крупным молекулам с особой структурой они могут впитывать ненужные компоненты и механически выводить их вместе с калом, при этом удаляемое вещество называют «сорбатом». Благодаря этому медицинские сорбенты нормализуют процессы пищеварения, перераспределяют ферменты в организме, предупреждают развитие симптомов отравления и аллергических реакций. В настоящее время выпускается большое количество лекарств, относящихся к группе сорбентов. Среди наиболее эффективных препаратов можно выделить такие, как Активированный уголь, «Смекта», «Полисорб», «Полифепан», «Энтеросгель», «Фильтрум».

1.2.. Создание и развитие российского угольного противогаза профессора Н.Д. Зелинского

Одним из тех великих русских ученых, кто поставил перед собой задачу безотлагательного поиска средств спасения от удушающих газов, был профессор Н.Д. Зелинский (впоследствии академик).

Зелинский Николай Дмитриевич (рис. 1), создатель научной школы, один из основоположников гетерогенного катализа в органическом синтезе и нефтехимии.

Родился 25 января 1861 года в Тирасполе в дворянской семье.

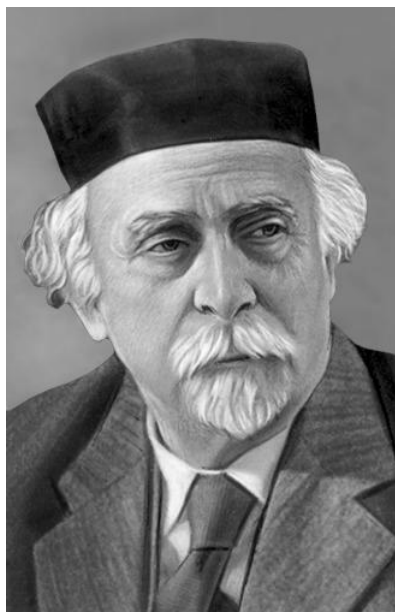


Рисунок 1 - Зелинский Николай Дмитриевич

Отец Зелинского, Дмитрий Осипович, происходивший из потомственных волынских дворян, скончался от быстротечной чахотки в 1863 году. Два года спустя от той же болезни умерла его мать. Осиротевший мальчик остался на попечении своей бабушки, М. П. Васильевой, проведя детство у неё в деревне. Зелинский Н.Д. изобрёл противогаз после отравления химическими веществами солдат противником в Великой Отечественной войне. Зелинский не стал патентовать изобретённый им противогаз, считая, что нельзя наживаться на человеческих несчастьях, и Россия передала союзникам право его производства. Также единственный сохранившийся экземпляр первого противогаза находится в квартире Зелинского.

На основе целого ряда исследований он пришел к заключению, что для создания универсального защитного устройства необходим универсальный поливалентный химический поглотитель, для которого был бы совершенно безразличен химический характер газа. В поисках такого поглотителя он пришел к идее использовать в этом качестве древесный уголь, адсорбционная способность которого была открыта русским ученым Т.Е. Ловицем. В кратчайшие сроки Н.Д. Зелинским совместно с его учеником и сотрудником В.С. Садиковым был разработан метод активации угля. В результате этих работ была установлена громадная разница в поглотительной способности обыкновенного и активированного углей. Вскоре противогаз Н.Д. Зелинского (рис. 1) с маской Кумманта был поставлен на снабжение русской армии. За время войны, начиная с весны 1916 года, в действующую армию было отправлено 11 млн 186 тыс. противогазов.



Рис. 2. Общий вид противогаза Н.Д. Зелинского

Противогаз Зелинского был сконструирован по принципу «маят- никого» дыхания: вдох, так же как и выдох, производится через проти- вогазовую коробку, причем клапанно- распределительное устройство отсутствовало. Вследствие того, что при вдохе значительный объем воздуха, содержащего углекислый газ, оставался в системе противогаза (под полумаской и в коробке), выдыхаемый воздух быстро обогащался углекислым газом. С учетом отрицательного физиологического воз- действия «вредного пространства» в противогазе были созданы образ- цы противогазов с клапанной системой – противогазы Авалова и Гор- ного института (рис. 2).

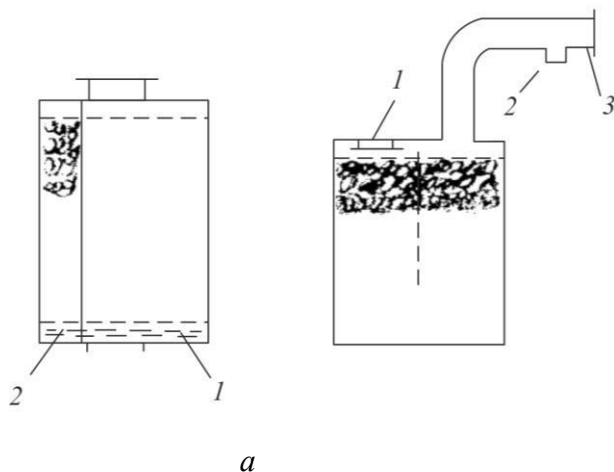


Рис. 3. Общий вид противогазов: *а* – Авалова; *б* – Горного института; 1 – клапан вдоха; 2 – клапан выдоха; 3 – мундштук

Некоторые параметры фильтрующих коробок противогаза Н.Д. Зелинского представлены в табл. 1. Эти коробки хорошо защища- ли от смеси 0,2 % Cl_2 и 0,1 % COCl_2 в среднем примерно в течение 2–3 ч.

Таблица 2 Параметры фильтрующих коробок противогаза Зелинского

Образец	Высота коробки, см	S , см^2	Объем угля, см^3	Масса угля, г
Петроградский (квадратное сечение)	18,0	40	640	160
Московский (овальное сечение)	18,7; 16,0	60	1050; 900	250; 200

Возвращаясь к истории продвижения противогаза Н.Д. Зелинского в армию, приведем свидетельство одного из участников организации противохимической защиты русской армии генерала и академика В.Н. Ипатьева, следующим образом охарактеризовавшего обстановку «принятия» противогаза Зелинского и заказа Генеральным штабом 200 тыс. штук этого противогаза: «Хотя заказ на респираторы совершенно не входил в функции Генерального штаба, но произошло это под влиянием недоверия как со стороны Ставки, так и Особого совещания по обороне к деятельности Отдела противогазов верховного санитарного начальника. В целом ряде совещаний для многих стало очевидным нежелание со стороны отдела противогазов отдать предпочтение лучшему типу противогаза Кумманта и Зелинского, несмотря на то, что нельзя было указать отрицательных сторон этого образца».

Осенью 1916 года после долгих дебатов о качестве противогаза были испытаны некоторые типы усовершенствованных противогазов Н.Д. Зелинского. Лучшим образцом усовершенствованного противогаза Зелинского в период Первой мировой войны был противогаз, известный под названием противогаза Авалова. Он представлял собой большую жестяную, прямоугольно-овальную, продолговатую коробку, разделенную перегородкой из жести на два отделения, заполненных березовым активированным (по Зелинскому) углем. Отделение, через которое производился вдох, было вдвое больше отделения, через которое воздух выдыхался. Коробки были снабжены вдыхательным и выдыхательным клапанами. Эти клапаны значительно снижали «вредное пространство» противогаза.

По исследованиям Г.В. Хлопина, воздух, взятый из-под маски обычного противогаза Зелинского, содержит около 5,5 % CO_2 , в то время как обычный вдыхаемый воздух – лишь 4,4 %. В противогазе Зелинского – Авалова воздух, взятый из-под маски, содержал всего 3,5 % углекислого газа, а содержание кислорода под маской составляло 17 %. Клапанное распределение дыхания сильно облегчало пребывание в противогазе.

Противогаз Зелинского – Авалова был последним звеном в развитии русского противогаза в Первую мировую войну. В многочисленных лабораториях, созданных для испытаний противогазов и разработки принципиальных вопросов противохимической защиты, в 1917–1918 годах продолжались исследования по увеличению защитной мощности противогаза и улучшению других его качеств. В эти же годы в печати появились многочисленные отчеты по испытанию противогазов Зелинского в различных условиях работы. На основе этих отчетов шло дальнейшее развитие и усовершенствование противогаза.

Таким образом, огромной заслугой Н.Д. Зелинского перед наукой и Родиной является не только само предложение угля как ад- сорбента, но и научное и практическое обоснование целого комплекса вопросов, связанных с созданием конструкции угольного противогаза.

2.Экспериментальная часть.

2.1. Изучение противогаза

В ноябре 1915 года инженер-технолог завода «Треугольник» Э.Л. Куммант придумал резиновый шлем с очками, позволявший защищать не только органы дыхания, но и большую часть головы. Но на тот момент еще не было главного фильтрующего элемента. Такой универсальный поглотитель и был найден Николаем Дмитриевичем Зелинским, им оказался древесный уголь. Проведя различные опыты, в которых Н. Зелинский использовал разные виды угольного сырья, он доказал, что именно уголь способен не только задерживать, но и поглощать опасные для здоровья человека газы. После многочисленных экспериментов Николай Зелинский предложил использовать в качестве фильтра активированный березовый или липовый фильтр. Так в России был создан знаменитый универсальный противогаз Зелинского с маской Кумманта. После начала его использования потери бойцов в русской армии значительно снизились. Всего за годы первой мировой войны в действующую армию было направлено 11 миллионов противогазов и это спасло жизни миллионов русских солдат.

Современный противогаз представлял собой прямоугольную коробку, в верхнюю часть которой, вставлялся шлем из резины (рис. 1).



Рисунок 4 – Состав противогаза

Самый современный противогаз- ПМК 4. Последние средства защиты превосходят зарубежные аналоги по уровню технологичности, надежности, удобству использования. Надо сказать, что сейчас ведутся разработки совершенно нового вида противогаза, принципиально отличающегося от всего ранее придуманного. Прототип такого противогаза ПМК 5 уже представлен на Международном Форуме «Армия России».

2.2. Сравнение адсорбирующей способности различных адсорбентов

Объекты исследования:

Уголь марки БАУ (ГОСТ 6217-74); БАУ – из древесного угля, обработкой его водяным паром при температуре более 800 °С (ГОСТ 6217-74);

Уголь марки ОУ-А (ГОСТ 4453-74); ОУ-А – высококачественный активный уголь, изготавливается из экологически чистого сырья (ГОСТ 4453-74);

3. Активированный уголь в таблетках;
4. Сорбенты из скорлупы лесного ореха.

В качестве эталонных растворов для исследования возможности очистки воды от минеральных и органических загрязнений были выбраны растворы йода и воде (в качестве примера минерального загрязнителя), и метиленового голубого (в качестве примера органического загрязнителя).

Исследование по сравнению адсорбирующей способности различных адсорбентов на примере адсорбционной активности по йоду представлено на рисунке 5.



Рисунок 5 - исследование по сравнению адсорбирующей способности различных адсорбентов.

Методика определения адсорбционной активности по йоду включает в себя определение массы йода, которую поглотил сорбционный материал. Йодное число является стандартной мерой определения содержания микропор углеродных сорбентов (ГОСТ 6217-74).

Все высушенные и взвешенные образцы помещали в колбы емкость 250 мл. и добавляли в них по 3 мл. 0,1Н раствора йода, далее непрерывно взбалтывали в течение 15 минут каждый образец. После осаждения адсорбента раствор титровали 0,1Н раствором тиосульфата натрия до тех пор, пока раствор не станет прозрачным.

Для того чтобы определить объем 0,1Н тиосульфата натрия, пошедшего на титрование исходного 0,1Н раствора йода, производились следующие действия. В колбу наливали 10 мл. 0,1Н раствора йода, затем в эту же колбу добавляли 0,1Н раствора тиосульфата натрия до тех пор, пока йод не стал прозрачным. Для более точных результатов титрование проводили 3 раза.

Далее йодное число F (%) определяли по формуле:

$$F=(V^{\wedge'}-V^{\wedge''})\times0,0129\times1000/(GY,)$$

где, V' – объем 0,1Н тиосульфата натрия, пошедшего на титрование исходного 0,1Н раствора йода, мл;

V'' – объем 0,1Н тиосульфата натрия, пошедшего на титрование раствора с адсорбентом, мл;

GY – масса навески углеродного адсорбента, г.

Ход работы:

- 1.Взвешивание 0,5 мг изначального образца сорбента и 0,5 мг измельчённого сорбента.
- 2.Добавление сорбентов в 10мл йодистого калия.
- 3.Перемешивание в течении 10 минут.
- 4.Титрование до осветления каждой колбы.
- 5.Добавление индикатора крахмала.
- 6.Повторное титрование.

Для обеспечения температуры 293°К эксикатор помещали в термостатирующий шкаф. Термическую регенерацию адсорбента проводили сушильном шкафу при температуре 378 °К.

Таблица 3 – Массы навесок углеродных адсорбентов

№	Обозначение	Масса навески (м, г.)	Масса пустого бюкса (м, г.)	Масса после сушки (GY, г.)
1	БАУ-А	0,9601	0,6779	0,2822
2	ОУ-А	2,5600	1,4000	1,1600
3	Мед уголь	1,7777	0,6782	1,0995
4	Сорбент из скорлупы ореха	1,2786	0,6460	0,6326

Все высушенные и взвешенные образцы помещали в колбы емкость 250 мл. и добавляли в них по 3 мл. 0,1Н раствора йода, далее непрерывно взбалтывали в течение 15 минут каждый образец.

После осаждения адсорбента раствор титровали 0,1Н раствором тиосульфата натрия до тех пор, пока раствор не станет прозрачным. В таблице 4 предоставлен объем 0,1Н раствора тиосульфата натрия, который ушел на титрование раствора с адсорбентом.

Таблица 4 – Израсходованный объем 0,1Н раствора тиосульфата натрия

№	Обозначение	Объем 0,1Н тиосульфата натрия, пошедшего на титрование раствора с адсорбентом (V", мл)
1	БАУ-А	2,9
2	ОУ-А	2,5
3	Мед уголь	1,7
4	Сорбент из скорлупы ореха	3,1

Для того чтобы определить объем 0,1Н тиосульфата натрия, пошедшего на титрование исходного 0,1Н раствора йода, производились следующие действия. В колбу наливали 10 мл. 0,1Н раствора йода, затем в эту же колбу добавляли 0,1Н раствора тиосульфата натрия до тех пор, пока йод не стал прозрачным. Для более точных результатов титрование проводили 3 раза. В таблице 5

Таблица 5 – Израсходованный объем 0,1 Н тиосульфата натрия

№ опыта	Объем 0,1 Н тиосульфата натрия, пошедшего на титрование исходного 0,1 Н раствора йода (V', мл)
1	5,3
2	5,3
3	5,3

Так как результаты показали одинаковые значения, то объем 0,1Н тиосульфата натрия, пошедшего на титрование исходного 0,1Н раствора йода, приняли равным 5,3 мл.

Все необходимые данные для расчета йодного числа известны. Далее для всех используемых образцов находим йодное число.

$$F = (5,3 - 2,3) \times 0,0129 \times 1000 / (0,6400 = 60,47 \%)$$

$$F = (5,3 - 2,5) \times 0,0129 \times 1000 / (1,0995 = 32,85 \%)$$

$$F = (5,3 - 1,7) \times 0,0129 \times 1000 / (0,2822 = 64,56 \%)$$

$$F = (5,3 - 3,1) \times 0,0129 \times 1000 / (1,1600 = 24,46 \%)$$

В таблице 6 приведены результаты йодного числа для всех образцов.

Таблица 6 – Значение йодного числа для всех образцов

№	Образцы	Йодное число (F, %)
1	Сорбент из ореха	60,47
2	Мед. уголь	32,85
3	БАУ-А	64,56
4	ОУ-А	24,46

По адсорбционной активности по метиленовому голубому основано на измерении остаточной концентрации метиленового голубого в растворе, осветленном испытуемым сорбентом. То есть этим методом определяется число миллиграммов метиленового голубого, поглощаемое одним граммом углеродного адсорбента при обесцвечивании раствора.

Адсорбция метиленового голубого дает представление о поверхности активного угля, преобразованной порами с диаметрами больше 1,5 нм. Молекула метиленового голубого имеет относительно большие линейные размеры, но адсорбируется как плоская пластина.

Определение адсорбционной активности по метиленовому голубому основано на измерении остаточной концентрации метиленового голубого в растворе, осветленном испытуемым сорбентом. Адсорбция метиленового голубого проводится из 0,015%-го раствора красителя (ГОСТ 5801-53 [8]): определяется число миллиграммов метиленового голубого, поглощаемое одним граммом углеродного адсорбента при обесцвечивании раствора.

Образцы, которые заранее были высушены, взвешивали и помещали в колбы объемом 250 мл. В методике используется установка для титрования метиленовым голубым. Приготовление раствора метиленового голубого описано в п. 2. В каждую колбу добавляли по 1 мл. 0,015 % раствора метиленового голубого. Далее производилось непрерывное перемешивание каждой колбы с образцов в течение 1-2 минут. Образцы, в которых раствор остался синим, обладают маленьким количеством мезопор. Исходя из этого, был произведен ряд испытаний с различным количеством раствора метиле-нового голубого, для того, чтобы выявить образцы, содержащие большое количество мезопор. Далее для образцов производился расчет адсорбционной активности по метиленовому голубому. То есть все образцы титровали до обесцвечивания раствора метиленового голубого, что и служило конечным показателем для титрования.

Исследование по определению адсорбирующей способности различных адсорбентов по метиленовому голубому представлено на рисунке 6 .

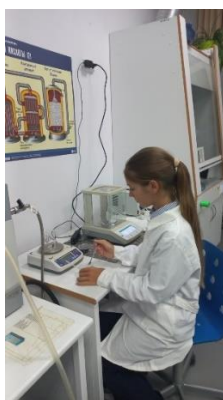


Рисунок 6 – исследование адсорбционной емкости по метиленовому голубому.

Таблица 7 – Результаты титрования образцов раствором метиленового голубого

№	Образцы	Метиленовый голубой, мл/г
1	Орех	196
4	Мед уголь	120
5	БАУ-А	125
7	ОУ-А	125

Образец № 1 содержат больше количество мезопор, поэтому при добавление большого количества метиленового голубого этот образцы обесцвечиваются.

В результате исследований было определено, что углеродные сорбенты способны очищать природную воду от ионов йода и метиленового голубого. Далее планируется провести исследование по оценке возможности очистки воздуха от загрязняющих веществ с помощью сорбентов.

Заключение

Мы убедились на практике, что активированный уголь действительно обладает необычными адсорбирующими свойствами. Именно, основываясь на знаниях об активированном угле, Н.Д. Зелинский изобрел противогаз, тем самым спас много человеческих жизней. На карте знаний о Великой Отечественной войне еще много «белых пятен». При сравнении адсорбирующей способности различных адсорбентов без всякого сомнения, искусственные адсорбенты имеют очень хорошую поглощательную способность. Но всё-таки человечество постоянно совершенствуясь в различных сферах, имеет очень малый шанс найти более сильный поглотитель, чем активированный уголь.

Выводы:

1. Изучили применение сорбентов в военное и мирное время.

Рассмотрели создание и развитие российского угольного противогаза профессора Н.Д. Зелинского.

3. Проанализировали особенности строения противогаза.

4. Определили адсорбционную активность по йоду.

5. Определили адсорбционную активность по метиленовому голубому.

Литература

1. Некрасов А.С. Работа акад. Н.Д. Зелинского над созданием универсального фильтрующего противогаса // Академик Н.Д. Зелинский. Девяностолетие со дня рождения / отв. ред. Б.А. Казанский. – М.: Изд-во Акад. наук СССР, 1952. – 45 с.
2. Зелинский Н.Д., Садиков В.С. Уголь как «противогас» // Н.Д. Зелинский. Избранные труды. Классики науки / под ред. акад. А.А. Баландина. – М.: Изд-во Акад. наук СССР, 1968. – 688 с.
3. Шилов Н.А., Лепинь Л.К., Вознесенский С.А. К вопросу об адсорбции постороннего газа из тока воздуха // Журн. Рус. физ.-хим. об-ва. – 1929. – Т. 61, вып. 7. – С. 1107–1123.
4. Дубинин М.М. Теория физической адсорбции газов и паров и адсорбционные свойства адсорбентов различной природы и пористой структуры // Изв. Акад. наук СССР Отд. хим. и наук о материалах. – 1960. – № 7. – С. 1153–1164.