

Филиал «Назарбаев Интеллектуальная школа физико-математического направления» города Тараз автономной организации образования «Назарбаев Интеллектуальные школы».

Керимкулова А.А., 9 «Е» класс.

Макет автоматизированного поглотителя промышленных газов сжигания топлива

Руководители: Котов С. О.
Рыбалкин М.А.

Направление: Здоровая природная среда - основа реализации стратегии "Казахстан 2050"

Секция: Химия

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ	5
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ЧАСТЬ	7
Глава 1. Анализ проблемы загрязнения углекислым газом.	7
Глава 2. Определение эффективного поглотителя углекислого газа	9
Глава 3. Макет автоматизированного поглотителя газообразных отходов промышленных предприятий	15
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	19
Список использованной литературы	20

Аннотация

Цель работы: Создать макет автоматизированного поглотителя газообразных отходов промышленных предприятий.

Задачи проекта:

- Изучить проблему увеличения и нейтрализации углекислого газа;
- Подобрать эффективный поглотитель углекислого газа;
- Разработать автоматизированный поглотитель углекислого газа.

Объект исследования: Процесс поглощения углекислого газа.

Предмет исследования: Автоматизированный поглотитель углекислого газа.

Проблема: Отсутствие эффективных решений сбора углекислого газа.

Гипотеза: Разработанная установка будет собирать углекислый газ в автоматическом режиме.

Новизна: В работе рассматриваются робототехнические и химические решения в области защиты окружающей среды от углекислого газа.

В работе были использованы следующие методы исследования:

Анализ литературы, пропитка, адсорбция, разработка и создание робототехнического макета.

Этапы исследования:

Анализ литературы;

Подбор эффективного поглотителя углекислого газа;

Создание макета автоматизированного улавливателя.

При выполнении работы по результатам эксперимента были выявлены эффективные поглотители диоксида углерода, а так же способы ее переработки. Был сконструирован и создан макет автоматизированного поглотителя углекислого газа. Данная конструкция имеет обширную область применения в промышленности для улавливания CO₂.

Annotation

The purpose of the work: To create a sample of the absorber of gaseous waste from industrial enterprises.

Project objectives:

- Study the problem of increasing and neutralizing carbon dioxide;
- Pick up the causative agent of carbon dioxide food poisoning;
- Develop an automatic carbon dioxide absorber.

Object of study: The process of absorption of carbon dioxide.

Subject of study: Automated carbon dioxide absorber.

Problem: Lack of efficient carbon dioxide collection solutions.

Hypothesis: The developed installation will collect carbon dioxide automatically.

Novelty: The paper deals with robotic and chemical solutions in the field of environmental protection from carbon dioxide.

The following research methods were used in the work:

Literature analysis, impregnation, adsorption, development and creation of a robotic layout.

Research stages:

Literature analysis;

Selection of an effective carbon dioxide absorber;

Creation of an automated catcher layout.

When performing work on the results of the experiment, effective absorbers of carbon dioxide, as well as methods for its processing, were identified. A model of an automated carbon dioxide absorber was designed and created. This design has a wide range of industrial applications for capturing CO₂.

ВЕДЕНИЕ

Проблема увеличения содержания углекислого газа набирает всё большую и большую популярность течение последних 30 лет. Увеличение концентраций углекислого газа создает избыток парниковых газов, которые удерживают дополнительное тепло. По этой причине средняя температура на Земле стремительно увеличивается, способствуя лесным пожарам и увеличению уровня моря [1]. При этом, заикленность мировой экономики на ископаемых ресурсах, содержащих, в основном углерод, мешает рациональному решению данной проблемы. В литературе встречаются некоторые решения проблемы, но все они не являются экономически рентабельными. Главным образом, это происходит потому, что углекислый газ сильно растворён в воздухе, и даже самые продвинутые улавливатели не могут собрать его в достаточном для организации нового производства количестве. С другой стороны, главным источником загрязнения углекислого газа являются промышленные предприятия, использующие углеродные ресурсы в качестве топлива. Идея, устанавливать поглотители на выхлопные трубы позволит собрать достаточное количество CO_2 . Но, нужно помнить, что фильтры собирают продукты улавливания на своей поверхности, и забиваются со временем. Поэтому, требуется система их очистки, или замещения. Современные решения так же могут справиться с данной проблемой, например, использование робототехники при разработке фильтров. Таким образом, совмещая все предложенные идеи, можно создать атематическую установку сбора углекислого газа, позволяющую в какой то мере решить проблему увеличения парникового эффекта. Цель работы: Создать макет автоматизированного поглотителя газообразных отходов промышленных предприятий.

Задачи проекта:

- Изучить проблему увеличения и нейтрализации углекислого газа;
- Подобрать эффективный поглотитель углекислого газа;
- Разработать автоматизированный поглотитель углекислого газа.

Объект исследования: Процесс поглощения углекислого газа.

Предмет исследования: Автоматизированный поглотитель углекислого газа.

Проблема: Отсутствие эффективных решений сбора углекислого газа.

Гипотеза: Разработанная установка будет собирать углекислый газ в автоматическом режиме.

Новизна: В работе рассматриваются робототехнические и химические решения в области защиты окружающей среды от углекислого газа.

В работе были использованы следующие методы исследования:

Анализ литературы, пропитка, адсорбция, разработка и создание робототехнического макета.

Этапы исследования:

Анализ литературы;

Подбор эффективного поглотителя углекислого газа;

Создание макета автоматизированного улавливателя.

ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ЧАСТЬ

Глава 1. Анализ проблемы загрязнения углекислым газом.

Диоксид углерода входит в состав парниковых газов, которые позволяют солнечным лучам проникать и согревать землю удерживая часть газов, не выпуская обратно в космос, тем самым поддерживая жизнь на земле, но в большой концентраций в атмосфере они полностью предотвращают выход тепла из земли. По этой причине температура на земле стремительно увеличивается и в следствие возникает глобальное потепление[2]. Глобальное потепление, которое началось с 1850 года, является причиной увеличения уровня воды в морях и океанах из-за таяния ледников, частых экстремальных погодных условий, расширения пустынь и гибели многих животных для которых несколько градусов это вопрос жизни и смерти. [3]

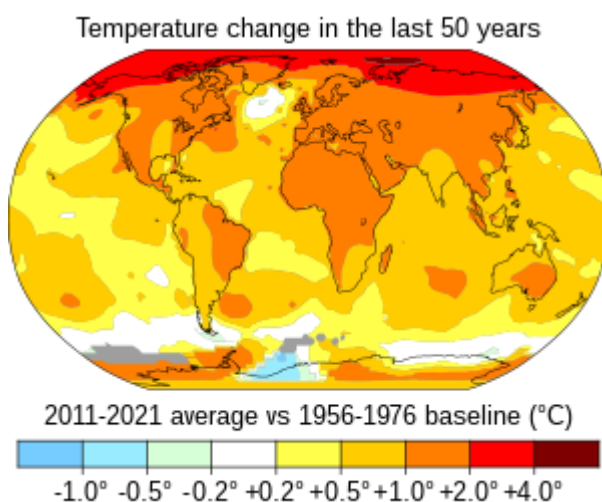


Рис. 1. Карта изменения средней температуры земли[4].

За последние 50 лет концентрация углекислого газа увеличилась на 80 ppmv если в 1960 году было 310 ppmv то к 2010 стало 390 ppmv

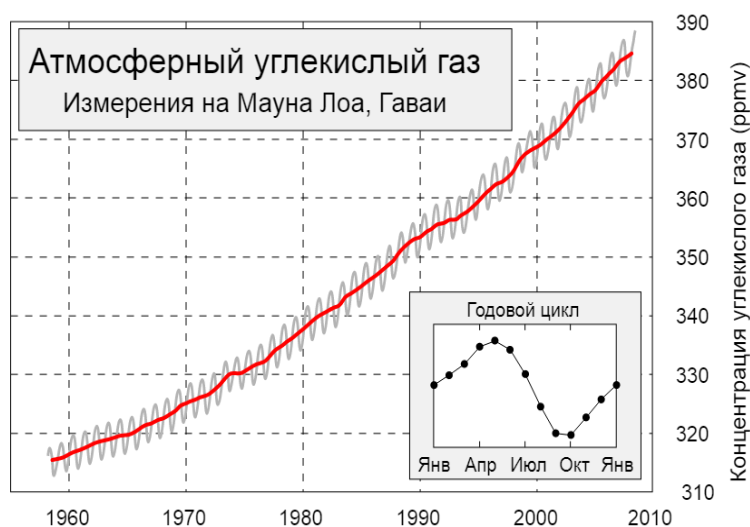


Рис. 2. График изменения концентрации углекислого газа.

что очень встревожило ученых со всего мира [5]. Однако мало кто предпринял решительные меры по решению данной проблемы, что стало поводом для меня изучить причины увеличения парниковых газов и попробовать найти методы ее решения.

После промышленной революции в мире количество антропогенных выбросов диоксида углерода резко увеличилось, что стало причиной нарушения баланса углеродного цикла и увеличению концентраций CO_2 . В 21 веке главным источником парниковых газов является сжигание ископаемого топлива, 76 % эмиссий антропогенного углекислого газа приходится для получения энергий. Наибольшая доля выбросов углекислого газа приходится к цементным промышленностям (26%) и предприятиям черной металлургии (30 %) [6]. Хотя в заводах и фабриках есть специальные фильтры для очистки газообразных отходов промышленных предприятий от опасных газов, но концентрация CO_2 в атмосфере по-прежнему нестабильна. На данный момент существует уже достаточное количество разных фильтров способных улавливать диоксид углерода, но не каждый из них способен выполнить свою работу нетоксично и без вреда здоровью человека. Одной из наших целей является создание фильтра с наиболее эффективным поглотителем.

Глава 2. Определение эффективного поглотителя углекислого газа

Я изучила множество разных установок и фильтров для очистки газообразных отходов от углекислого газа и выявила, что большинство из них вредны для человека и очень энергозатратны. Например моноэтаноламин широко используется во многих фильтрах для поглощения опасных для планеты газов, но он является высоко опасным веществом, которое оказывает раздражающее действие на покровы кожи, опасен при вдыхании при попадании в глаза и в органы пищеварения и является легковоспламеняющейся жидкостью, паровоздушные смеси взрывоопасны[7]. Моноэтаноламин используется во многих компаниях и в их число входит Union engineering в технологиях улавливания (абсорбции) CO_2 [8].

В попытке найти лучший поглотитель углекислого газа я выделила несколько вариантов способных эффективно и безвредно провести реакцию абсорбции.

В них вошли:

- NaOH
- Ca(OH)_2
- CaO
- Mg(OH)_2

Методика эксперимента

Лабораторный эксперимент проводился дважды в январе и сентябре 2022 года, второй эксперимент проводился для уточнения данных первого эксперимента.

Для проведения эксперимента, носитель пропитывался поглотителем, подсушивался для удаления лишней влаги. Далее в круглодонную колбу с двумя горлышками помещался раствор соляной кислоты. В одно горлышко помещался пропитанный носитель, через другое горлышко опускался кусочек мела, и оно закрывалось пробкой (рис. 3). Каждый эксперимент длился около минуты, без прерывания образования углекислого газа.



Рис. 3. Установка для проверки поглотителя

Что бы провести эксперименты по выявлению самого эффективного поглотителя углекислого газа мы должны были выбрать самый устойчивый и малозатратный носитель для данных окислителей. Носители - это вещества, которые в химических операциях захватывают другие вещества. Носители — это любые пористые вещества. У нас они будут пропитываться поглотителем двуокиси углерода для захвата вредоносных газообразных отходов промышленных предприятий.

Главными критериями к носителям были:

- Устойчивость при реакциях с разными поглотителями;
- Экономичность;
- Высокие абсорбционные свойства поглощения поглотителей.

У нас было несколько вариантов и самыми доступными оказались полиуретан (губка) и вата. К сожалению, при пропитке ваты щелочами, она начинала растворяться. Таким образом, в качестве носителя был использован полиуретан.

Измерение массы происходило в чашке Петри, до эксперимента и после. Все данные заносились в таблицу 1. Чашка Петри в каждом измерении определялась три раза, так, в измерении использовались обычные аналитические весы, которые измеряли значение до 2х десятых знаков. Для того, чтобы пропитать носитель CaO, он растворялся в воде, а после пропитки нагревался в течение 5 минут в фарфоровой чашке на электрической плитке. То же самое было сделано для сравнения с гидроксидом натрия.

Таблица 1. Результаты эксперимента.

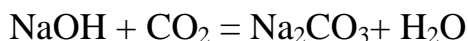
№	Поглотитель	m(чашки Петри)1	m(чашки Петри) + m(носителя)	m (носителя)	m (чашки Петри)2	m(чашки Петри) + m(носителя)+m(поглотителя)	m(поглотителя)	m(чашки Петри)3	m(чашки Петри) + m(носителя)+m(поглотителя)+m(CO2)	m(CO2)	m(CO2)/m(поглотителя))
1	NaOH	50,74	50,84	0,1	50,77	51,88	1,01	50,78	51,92	0,03	0,0297 0297
2	NaOH (нагревание)	50,75	50,87	0,12	50,8	51,68	0,76	50,81	51,7	0,01	0,0131 5789
3	Ca(OH)2	48,83	48,9	0,07	48,83	49,49	0,59	48,81	49,48	0,01	0,0169 4915
4	CaO	48,8	48,86	0,06	48,79	49,54	0,69	48,79	49,55	0,01	0,0144 92754



Рис. 4 Вид поглотителя после реакции

Гидроксид натрия (NaOH) является хорошим нейтрализатором кислот и кислотных оксидов, очень гигроскопичен и активно поглощает углекислый газ из воздуха. Из минусов гидроксид натрия является весьма токсичным и едким веществом поэтому при работе с ним нужно соблюдать правила безопасности [9]. Его часто используют для поглощения / нейтрализации кислот и кислотных оксидов в том числе и диоксида углерода тоже . При реакции NaOH и CO₂ образуется карбонат натрия (Na₂CO₃) .

Формула реакции взаимодействия (поглощения) углекислого газа гидроксидом натрия:



Продуктом реакции поглотителя с углекислым газом является карбонат натрия (Na₂CO₃). Na₂CO₃ можно применять в стекольном производстве, мыловарении и производстве стиральных и чистящих порошков, эмалей, для получения ультрамарина.

Полиуретан является хорошим пористым веществом с большой площадью соприкосновения, которая не разлагается при реакции с NaOH. После пропитки мы ее сушим.

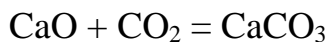


Рис. 5. Пропитка и сушка носителя с гидроксидом натрия

По результатам эксперимента (табл. 1) мы видим, что влажный носитель, пропитанный гидроксидом натрия поглощает практически в три раза больше углекислого газа на единицу массы поглотителя.

Оксид кальция имеет обширную область применения, его используют для понижения кислотности водопроводных и сточных вод, применяется в газоочистителях для очистки промышленных газовых выбросов, а так же СаО гидроскопичен способен из воздуха поглощать влагу и углекислый газ. В реакциях с кислотами и кислотными оксидами образует соли. При попадании частиц оксида кальция в глаза нужно тщательно промыть их[10].

Формула реакций оксида кальция(СаО) с диоксидом углерода (CO₂)



Результатом реакций СаО с CO₂ является карбонат кальция (СаСО₃), который имеет множество областей применения, но только в больших количествах. Интересно, что материалы, пропитанные карбонатом кальция увеличивают свою твёрдость, что может быть использовано для укрепления некоторых мягких материалов.

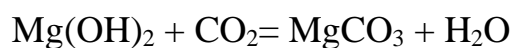
Поглотительные свойства оксида кальция известны в промышленности и часто их используют ее для очистки водопроводных и сточных вод.

Гидроксид кальция часто используется в промышленности и можно выделить его неплохие абсорбционные способности.

По результатам эксперимента оказалось, что влажный гидроксид кальция поглощает почти в два раза больше углекислого газа на массу поглотителя.

Гидроксид магния является хорошим поглотителем диоксида углерода и воды из воздуха с образованием основного карбоната магния. Mg(OH)₂ часто применяется для очистки сточных вод и для связывания сточных вод.

Формула взаимодействия гидроксида магния с углекислым газом.



При проведении оказалось, что гидроксид магния реагирует с полиуретаном, и поэтому не может быть использован для данного эксперимента.

Обсуждение результатов.

Сравнение свойств поглотителей производилось, исходя из отношения массы углекислого газа на массу поглотителя на носителе. Результаты представлены в таблице 2 и рис. 6.

Таблица 2. Результаты исследования свойств поглотителей

№	Поглотитель	m(CO ₂)/m(поглотителя)	Продукт на носителе
1	NaOH	0,02970297	Na ₂ CO ₃
2	NaOH (нагревание)	0,01315789	Na ₂ CO ₃
3	Ca(OH) ₂	0,01694915	CaCO ₃
4	CaO	0,01449275	CaCO ₃

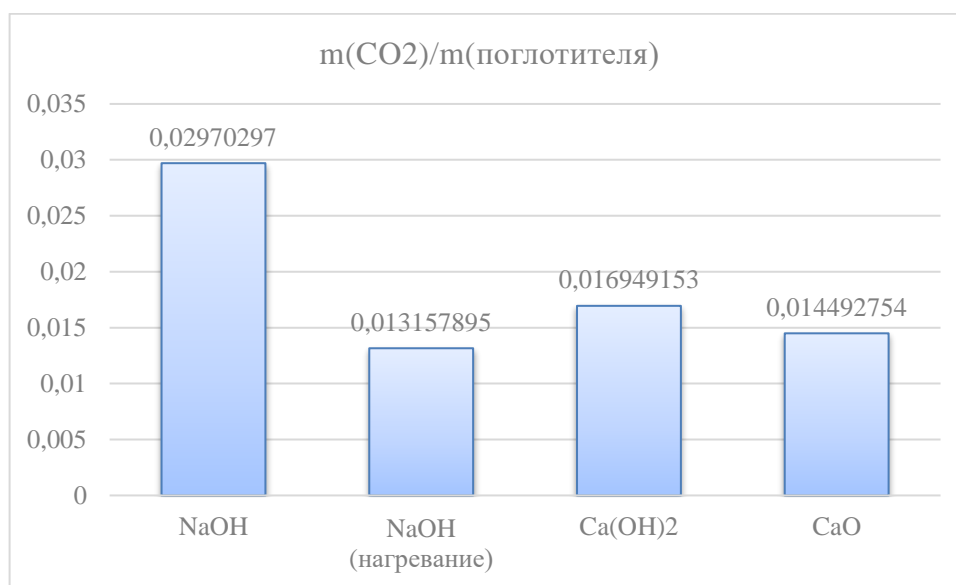


Рисунок 6. Сравнение отношений массы поглощённого углекислого газа на массу поглотителей для четырёх экспериментов

Как видно по диаграмме (рис. 6), наибольшей поглотительной способностью обладает гидроксид натрия.

Интересно, что полиуретан после эксперимента стал значительно твёрже, не изменяя свою пористую структуру (рис. 4). Это свойство можно использовать. Так, например, для производства железных входных дверей используются различные материалы в качестве наполнения между стальными листами: пенопласт, минеральная вата, поролон. Благодаря своей пористости эти материалы хорошо сохраняют тепло и не пропускают лишний звук. Ма-

териал, полученный в результате поглощения, так же обладает пористой структурой, следовательно, будет так же сохранять тепло. Наличие дополнительных внутренних слоёв (носитель-карбонат), позволит улучшить звукоизоляционные свойства, а также прочность. Более того, решение предлагается использовать для масштабных промышленных установок, что обеспечит бесперебойную доставку полиуретановых листов с улучшенными свойствами. Таким образом, данное решения является ещё и безотходным. Поскольку гидроксид натрия является щёлочью, он так же будет поглощать и другие кислотные оксиды, выделяющиеся при сжигании ископаемого топлива.

Глава 3. Макет автоматизированного поглотителя газообразных отходов промышленных предприятий.

Промышленность как мы выяснили является главным источником углекислого газа, влияющего на глобальное потепление. И люди уже давно нашли решение данной проблемы – фильтры поглотители вредных, токсичных газов, но загвоздка заключается в том, что они не способны достаточно эффективно поглотить диоксид углерода из-за чего проблема изменения климата никак не решается.

Главными минусами многих ныне существующих промышленных фильтров являются:

- Энергозатратность;
- Отсутствие экологичной переработки фильтров;
- Неэффективность поглотителей перед углекислым газом;

Изучая разные фильтры от разных компаний, исследуя их плюсы и минусы я решила создать собственную установку которая будет инновационной в современной промышленности.

Как я и сказала я изучила множество разных установок других компаний, таких как Union engineering.

И для меня при созданиих установки было важно найти:

- Наиболее эффективную форму конструкций.
- Поглотитель с наилучшими абсорбционными свойствами.

Перед проектированием макета автоматизированного поглотителя, необходимо было создать схему ее работы .

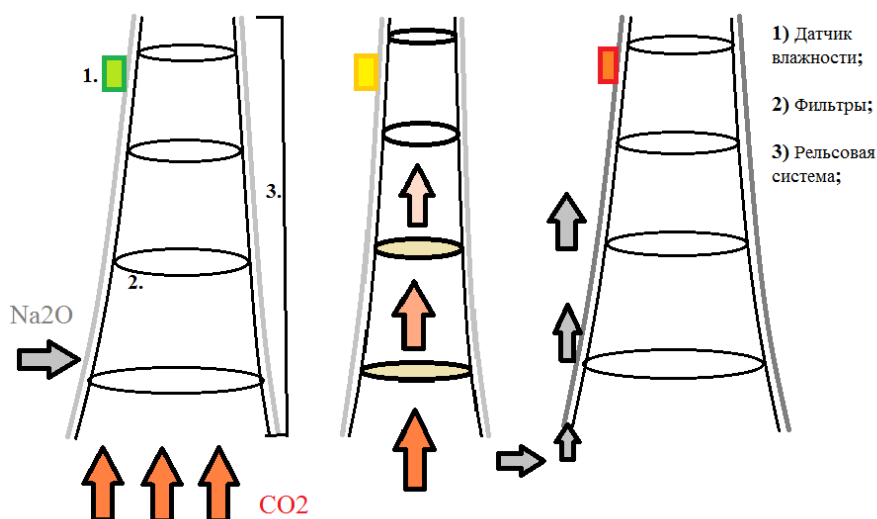


Рисунок 6. Схема работы поглотителя.

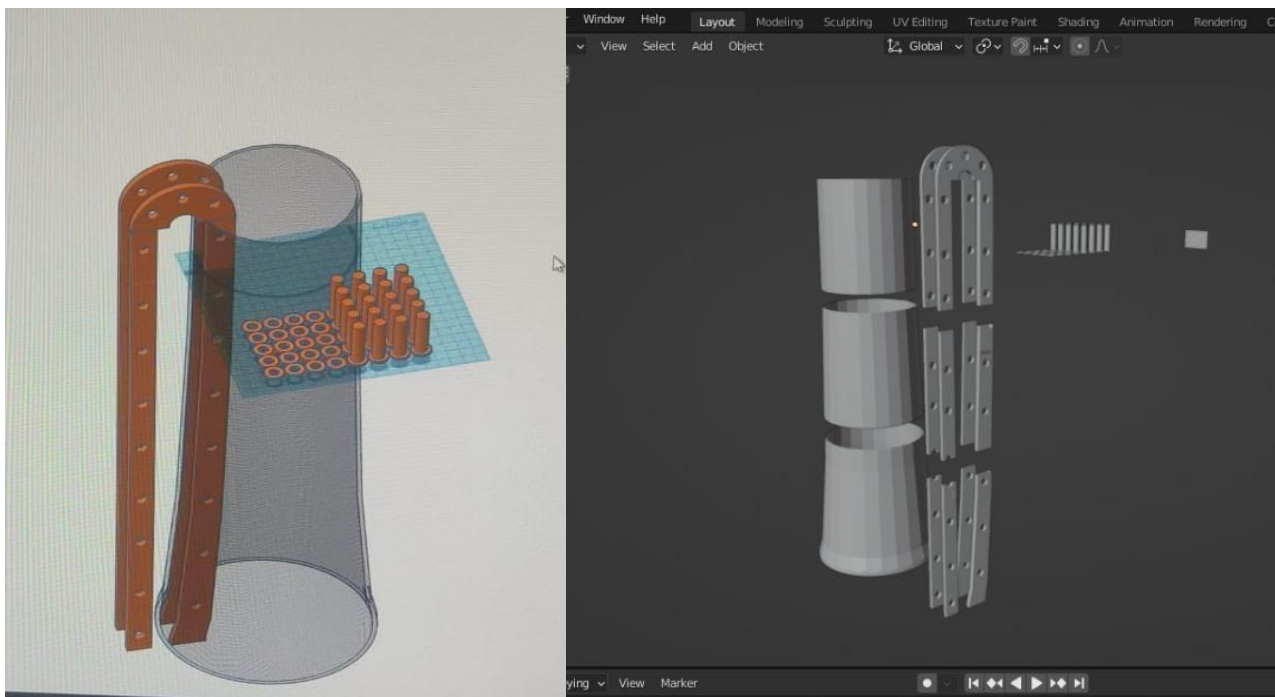


Рисунок 7. 3D модель поглотителя.

Схемы помогут нам создать саму установку, так как даст визуализацию конечной цели.

Для создания установки нам нужны были:

- 1) 3Датчика влажности почвы для слежения регуляций влажно-сти(концентраций поглотителя в фильтрах.



- 2) Двигатель с редуктором двухосный



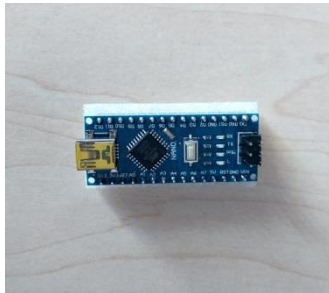
- 3) Серводвигатель для приведения в действия устройств, служит в качестве переключателя.



- 4) Провода для соединения источника электрического тока с потребителем.



- 5) Arduino Nano для осуществления связи с компьютером, другими устройствами Arduino или микроконтроллерами.



- 6) Дисплей I2C переходник, который подключает практически стандартный для Arduino экран 1602 к платам Uno, Nano или Mega.



7) Концевик используют для контроля за движущимися элементами механизмов.



При создании установки первым делом мы распечатали на 3Д принтере основные части ее корпуса (трубу, рельсую систему). Макет автоматизированного поглотителя еще не готов, ориентировочно она будет готова к 14.10.2022



Рисунок 8. Детали макета

Преимущества макета автоматизированного поглотителя промышленных газов:

- Благодаря рельсовой системе и специальным датчикам, установка является полностью автономной, и лёгкой в починке;
- Эффективный поглотитель углекислого газа;
- Возможность дальнейшей переработки отходов фильтров;

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе была предложена установка для поглощения промышленных газов сжигания ископаемого топлива;

Было выяснено, что наиболее удачным поглотителем в имеющихся условиях стал гидроксид натрия, нанесённый на влажный пористый носитель. Это позволит обеспечить поглощение не только углекислого газа, но и других кислотных газов, образованных при горении ископаемого топлива;

Благодаря тому, что в качестве поглотителя используется гидроксид натрия, продукт поглощения можно использовать в качестве наполнителя при производстве железных и стальных входных дверей, с большими звуко- и теплоизоляционными свойствами, лучшей прочностью;

Благодаря рельсовой системе и специальным датчикам, установка является полностью автономной, и лёгкой в починке;

В дальнейшем планируется исследовать другие, более эффективные носители для установки.

Список использованной литературы.

1. Рязанцева А. В. Глобальное изменение климата, УМ/П. – МГИУ, 2008.13
2. Статья neftegaz.ru “Что такое парниковые газы”.
3. «Повышение средних глобальных приземных температур в 2081—2100 гг. по сравнению с периодом 1986—2005 гг. прогнозируется в границах вероятных диапазонов, полученных по сценарным расчетам по моделям ПССМ5, основанным на данных о концентрациях, то есть 0,3-1,7 °С (РТК2.6), 1,1-2,6 °С (РТК4.5), 1,4-3,1 °С (РТК6.0), 2,6-4,8 °С (РТК8.5)» Резюме для политиков стр. 20 в [IPCC AR5 WG1, 2013](#).
4. NASA’s Scientific Visualization Studio, Key and Title by uploader (Eric Fisk)
5. Статья BBC "Почему уровень CO₂ в атмосфере так встревожил ученых”
6. Статья газеты Ведомости “ Как меняются отрасли, ответственные за выбросы парниковых газов ” автор Александра Мальцева.
7. Статья компаний neftegaz.ru “ Моноэтаноламин”
8. Страница продукции компаний Union Engineering
9. Статья Ювента химреактив Свойства гидроксида натрия и применение вещества в промышленности и быту
- 10.Статья rsgroup.ru Оксид кальция. Свойства и меры предосторожности.

ОТЗЫВ

на научный проект по теме: «Макет автоматизированного поглотителя промышленных газов сжигания топлива» учащейся «Назарбаев Интеллектуальной школы» физико-математического направления г. Тараз Керимкуловой А.

Работа Керимкуловой А. посвящена проблеме увеличения содержания углекислого газа в атмосфере. Дело в том, что из-за низких концентраций углекислого газа в воздухе, ещё не существует довольно эффективных поглотителей. Поэтому, автор предлагает использование поглотителей в трубах промышленных печей, что позволяет решить проблему сбора этого газа. Кроме того, используемые поглотители считаются опасными, и не подлежат переработке, поэтому Алия постаралась подобрать безвредные реакции для поглощения. Ещё одним неоспоримым плюсом работы является тот факт, что предлагаемая установка является автоматизированной, и не требует сложного обслуживания. Более того, полученный продукт предлагается использовать в качестве наполнителя для входных дверей. Неоспоримым фактом работы является её STEM направленность, где автор подбирает поглотитель с помощью химических реакций, осуществляет моделирование макета, использует робототехнические решения для реализации идеи. Важным является то, что большую часть этой работы она выполняла самостоятельно.

Понятно, что метод исследования поглотителя требует качественной доработки, но следует учесть факт, что выдвинутые идеи достойны хорошей оценки и распространения.

Учитель химии НИИШ ФМН г.Тараз



Котов С.О.