

Всероссийский конкурс учебно-исследовательских работ старшекласников
по политехническим дисциплинам для учащихся 9-11 классов

Флотация

Выполнили ученики

Масленков Вячеслав Андреевич,

Плотников Вячеслав Павлович

11 класс

МБОУ «Лицей №1», г. Пермь

Научный руководитель

Саввина М. В.

Учитель физики

Пермь, 2022

This research work is devoted to some environmental issues. The aim of the research is to study the problem of water pollution. To accomplish the task it was necessary to study the literature, to make up a physical experiment and to analyze the behavior of the objects in water. During the research of experiment the dependence of presence of bodies on surface of water on the mass and shape was found out.

In conclusion it should be noted that the objectives set in the beginning of the research have been accomplished.

Введение	4
Флотация.....	5
Пленочная и масляная флотации.....	5
Пенная флотация	6
Электрофлотация	7
История	8
Практика	9
Заключение	Error! Bookmark not defined. 4

Введение.

Данная работа посвящена флотации. С научной точки зрения, актуальность данной работы заключается в экологической проблеме. С социальной точки зрения, тема очистки воды особенно **актуальна**, водоемы загрязняются все больше и больше, а количество чистой пресной воды на планете уменьшается. Благодаря флотации можно поспособствовать тому, как уменьшить количество загрязненной воды в водоемах. С увеличением промышленного производства увеличиваются и отходы, которые так или иначе загрязняют окружающую среду.

Цель работы: рассмотреть проблему загрязнения источников воды, познакомиться со способами очистки воды, самим сделать модель очистки воды методом флотации и проанализировать поведение различных объектов в ней.

Флотация.

Флотация – способ очистки воды при помощи газа. Целью метода является поднятие на поверхность частиц, чья плотность близка к воде, и они не тонут. В основе лежит свойство веществ смачиваться. Особенность частиц в этом процессе влияет на их поведение, когда они находятся в пограничном состоянии между жидкостью и газом. Флотацию применяют для удаления из сточных вод нерастворимых примесей, которые самопроизвольно плохо отстаиваются, а также для удаления растворенных веществ. Метод флотации считается популярным. Способ используют для стоков производства, в городских системах очистки. Достоинства флотации: непрерывность процесса, широкий диапазон применения, невысокие капитальные и эксплуатационные затраты, простая аппаратура, большая скорость процесса по сравнению с отстаиванием, высокая степень очистки (95...98%), возможность рекуперации удаляемых веществ.

Существует несколько **видов флотации**, основными являются: масляная, пленочная (практически не используются для очистки воды), пенная и электрофлотация.

– **Пленочная и масляная флотации** - используются в горнодобывающей промышленности. При очистке стоков применяют для удаления твердых шламов, металлургических шлаков, рудных и нерудных компонентов.

Сущность пленочной флотации состоит в том, что обработанную реагентами измельченную руду насыпают на поверхность воды, где не смачиваемые частицы образуют пленку на поверхности, а остальные оседают на дно. Имеет низкую производительность.

В процессе масляной флотации происходит всплывание частиц, заключенных в масляные оболочки. Предварительно измельченную руду смачивают водой с

масляной эмульсией. Для очистки стоков метод является экономически невыгодным.

– **Пенная** (рис. 1) - используется для очистки сточных вод от ПАВ (поверхностно-активных веществ) в химической, нефтеперерабатывающей, целлюлозно-бумажной промышленности. Метод основан на способности ПАВ образовывать с пузырьками газа флотокомплексы и создавать прочную пену, в которой накапливаются флотируемые вещества.

Стабильность пены зависит от температуры раствора и крупности пузырьков. Поверхностное натяжение жидкости на границе раздела фаз газ - жидкость на прямую влияет на их размер. Эффективность очистки определяется рН среды раствора, его температурой, интенсивностью поступления воздуха.

Вместе с ПАВ из стоков удаляются эмульгированные вещества и твердые частицы, а также частично растворенные вещества.

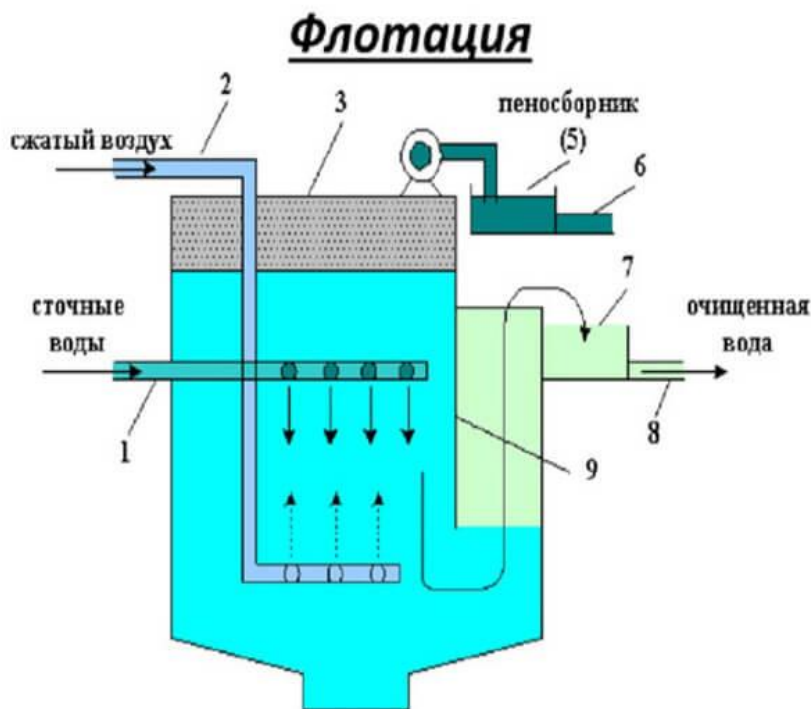
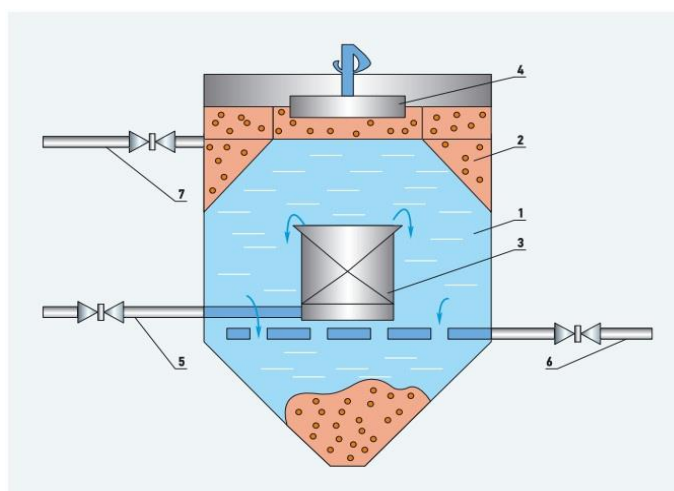


Рис. 1 — Пенная флотация

– **Электрофлотация** (рис. 2) - сточная жидкость является многокомпонентным раствором-электролитом. На этом основан принцип электрофлотации, который заключается в пропускании через стоки постоянного электрического тока. В результате электролиза раствор насыщается пузырьками газа. В процессе флотации принимают участие пузырьки водорода, которые образуются на катоде. На крупность пузырьков влияет краевой угол смачивания, конфигурации электрода и его конструкция. При замещении пластинчатого катода проволочным уменьшается размер пузырьков и повышается их флотационная способность.

Эффективность флотации повышается, если применять растворимые электроды. Чаще всего используют алюминиевые или железные. Принцип заключается в растворении металла на аноде и поступлении в раствор очищаемой жидкости катионов металла, которые образуют в нем гидроокиси в виде хлопьев. Такие соединения наиболее часто используют как коагулянты и их присутствие совместно с пузырьками газа в узком промежутке между электродами способствует образованию прочных флотокомплексов, приводит к интенсивной коагуляции загрязнений, оптимизации процессов сорбции и адгезии.



:: Рис. 2. Схема вертикального двухкамерного электрофлотатора (1 — корпус; 2 — лотки для пены; 3 — электродная камера; 4 — скребок для пены; 5 — подача воды; 6 — отвод очищенной воды; 7 — отвод пенного продукта)

Рис. 2 — Электрофлотация

История.

В 1860 году англичанин Уильям Хайнс запатентовал способ разделения минералов. В 1877 году братья Бессель в Германии использовали его для обогащения графитовых руд. В 1898 году братья Эльмор из Британии изобрели процесс масляной флотации, который и получил название процесса Эльмора. В 1960 году процесс флотации был использован для переработки макулатуры. В последующем метод флотации применялся в нефтедобывающей и нефтеперерабатывающей промышленности. В 70-х годах XX века произошло перенесение теоретических закономерностей процесса флотации из опыта обогащения в систему очистки стоков. Несмотря на то, что принцип флотации соблюдается в обоих случаях, при очистке сточных вод решаются принципиально другие задачи. В частности, необходимость полного и эффективного удаления нерастворимых примесей и взвешенных веществ из стоков. Теоретические основы флотации разрабатывали русские ученые И.С.Громеки, который в конце 19 века сформулировал основные положения процесса смачивания, и Л.Г.Гурвич, определивший в начале 20-го века гидрофобность и гидрофильность веществ. В развитии теории флотации сыграли важную роль работы русских физикохимиков. Существенное влияние на развитие современной теории флотации оказали труды А. Годена, А. Таггарта (США), И. Уорка (Австралия), советских учёных П. А. Ребиндера, А. Н. Фрумкина, И. Н. Плаксина, Б. В. Дерягина, В. Р. Кривошеина и других.

Практика.

В ходе нашей работы мы наглядно рассмотрели процесс флотации. Изначально мы провели опыт с газированной водой и шоколадом (рис. 3, 4, 5). По задумке, кусочек шоколада спустя некоторое время после опускания его в воду должен подняться на поверхность. Данный эксперимент прошел успешно.



Рис. 3 — Погружение кусочка в воду



Рис. 4 — Процесс флотации



Рис. 5 — Кусочек поднялся на поверхность

Далее мы провели еще один эксперимент. В этот раз мы сами газировали воду благодаря химической реакции соды и уксуса, после которой в воду выделялся углекислый газ. В ходе этого эксперимента мы решили найти зависимость времени нахождения на поверхности воды различных объектов после их погружения в газированную воду от их массы и формы (рис. 6, 7). Для эксперимента в качестве материала из которого состояли объекты был выбран пластилин.



Рис. 6, 7 — Процесс эксперимента

Было выбрано 4 вида форм, – пластина, цилиндр, куб и шар, – и сделано по девять объектов каждой формы, каждый из которых имел различную массу от 1 до 40 грамм.

Для начала мы посчитали время поднятия на поверхность жидкости и нахождения на ней объектов в виде пластин (рис. 8). Посчитать время было необходимо для того, чтобы узнать, как более продуктивно очищать жидкость от загрязнений.

Масса (кг)	0,001	0,005	0,010	0,015	0,020	0,025	0,030	0,035	0,040
Время подъема (с)	5,23	5,64	6,15	6,66	6,93	7,15	7,37	8,19	8,74
Время нахождения на поверхности (с)	=> ∞	=> ∞	=> ∞	=> ∞	=> ∞	=> ∞	=> ∞	=> ∞	=> ∞

Рис. 8 — Таблица зависимости времени подъема и нахождения на поверхности пластин от их массы (10 см – высота столба жидкости)

Отсюда видно, что пластины отлично держатся на поверхности вне зависимости от их массы и не опускаются обратно на дно.

То же самое мы проделали с остальными формами (рис. 9, 10, 11)

Цилиндр (при висоте ~10 см)

Масса (кг)	0,001	0,005	0,010	0,015	0,020	0,025	0,030	0,035	0,040
Время подъема (с)	6,47	7,15	7,53	7,93	8,71	9,37	9,89	10,43	10,98
Время нахождения на поверхности (с)	=> ∞	=> ∞	=> ∞	=> ∞	=> ∞	=> ∞	=> ∞	7,52	6,76

Куб (при висоте ~10 см)

Масса (кг)	0,001	0,005	0,010	0,015	0,020	0,025	0,030	0,035	0,040
Время подъема (с)	6,67	7,04	7,75	8,13	8,74	9,13	9,82	10,46	11,34
Время нахождения на поверхности (с)	4,30	4,88	5,25	5,32	5,17	4,71	4,48	4,24	4,11

Шар (при висоте ~10 см)

Масса (кг)	0,001	0,005	0,010	0,015	0,020	0,025	0,030	0,035	0,040
Время подъема (с)	7,33	7,77	8,12	8,84	9,57	10,01	11,50	-	-
Время нахождения на поверхности (с)	4,15	4,04	3,87	3,72	3,56	3,28	2,69	0	0

Рис. 9, 10, 11 — Таблица зависимости времени подъема и нахождения на поверхности цилиндра/куба/шара от их массы (10 см – высота столба жидкости)

После проделанного эксперимента нам стало очевидно, что хуже всего на поверхности воды держатся объекты формы шара, а лучше всего – пластины и небольшие цилиндры.

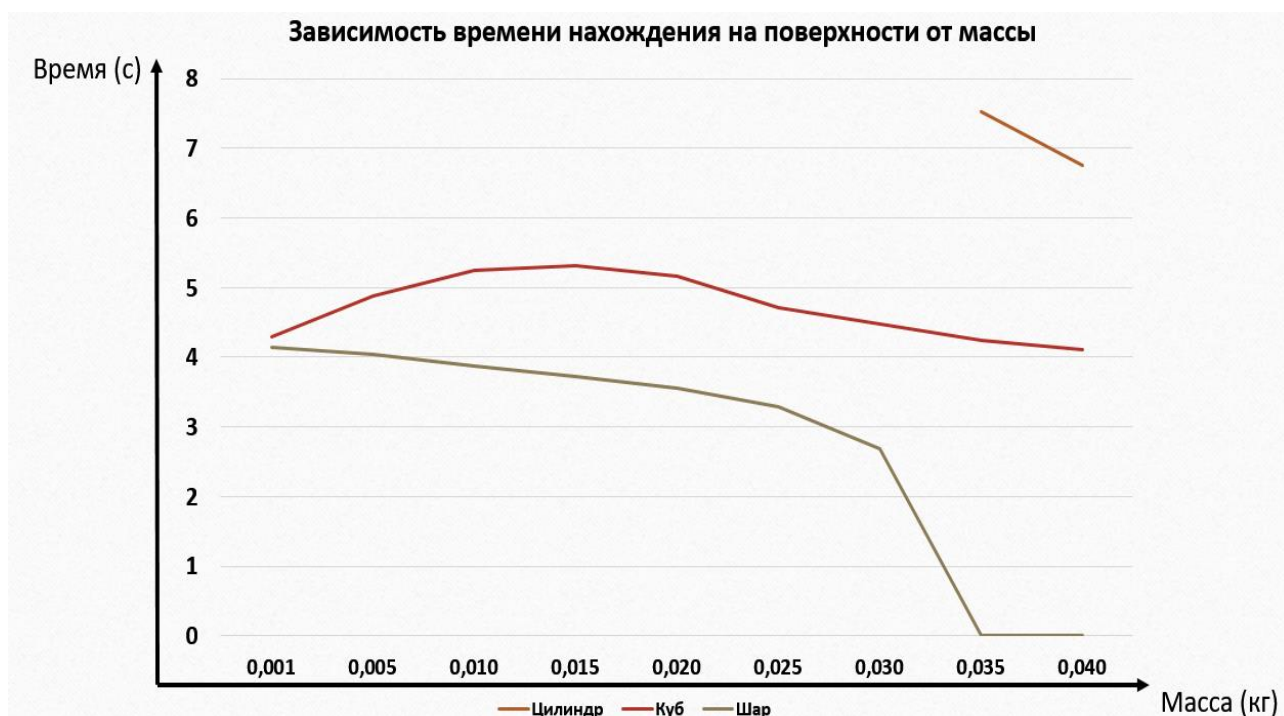


Рис. 12 — График зависимости времени нахождения на поверхности от массы

На графике (рис. 12) показано, что чем тяжелее объект, тем меньше времени он может плавать на поверхности (кроме пластин, которые, по нашим расчетам, не опускались на дно после их всплытия). Долше всего на поверхности жидкости остаются те объекты, у которых сравнительно бóльшая площадь основания. Это происходит потому что пузырьки газа, образующиеся под объектами и поднимающие их на поверхность, типа пластин и цилиндров, не лопаются, в отличие от куба и шара, которые могут свободно двигаться, «крутиться» в жидкости и под которыми эти пузырьки соответственно лопаются. Следовательно, используя метод флотации, можно очищать поверхность жидкости примерно каждые 4-5 секунд.

Заключение.

На основании проведенных нами исследований, можно сделать вывод, что метод флотации можно использовать для очистки жидкости от мелких загрязнений (водоросли, песок, мелкий мусор и т.п.). Вполне возможно, что при использовании флотации в промышленном масштабе, удастся сократить количество загрязненных водоемов, ведь этот способ является одним из самых эффективных и экономных.

Более 40% случаев загрязнений воды возникают в результате работы промышленности. Вдобавок играет свою роль в загрязнении и деятельность коммунальных хозяйств, смыв удобрений с сельскохозяйственных угодий, "кислотные дожди" и прочие антропогенные "природные" феномены. Чтобы избежать экологической катастрофы, человечеству необходимо как можно скорее найти способ уменьшения засорения природы.

Список литературы

Очистные сооружения сточных вод – ГК «Аргель» (ГК "Аргель", 2022)

Водоподготовка и очистка воды – Diasei Engineering (Diasei Engineering, 2013-2022)

Флотационная очистка сточных вод: виды и установки – BEZOTXODOV.RU (BEZOTXODOV.RU, 2018-2022)

Технологический расчет установок электрофлотации воды – Журнал СОК (Мосин, 2014)