

Краевая научно-практическая конференция
учебно-исследовательских работ учащихся 9-11 классов
«Прикладные и фундаментальные вопросы математики»

Прикладные вопросы математики

Определение коэффициента фильтрации

Корнилов Данил,

11 кл., МБОУ «Лицей №1», г. Пермь,
Анфёрова Ольга Константиновна,

учитель физики.

Пермь. 2014.

Оглавление

Актуальность.....	2
Цели	2
Задачи.....	2
Описание установки	2
Фильтрация.....	3
Принцип работы фильтров	3
Установка	5
Опыты	7
Список литературы.....	9

Актуальность

Процесс фильтрации различных жидкостей – важная деталь в инфраструктуре современного человечества. Процессы, связанные с фильтрацией происходят в таких отраслях, как: нефтедобыча(очистка газа и нефти), биотехнология, пищевая промышленность, автомобильная промышленность(очистка бензина, поступающего в мотор). Так же фильтруется вода для городов (сложная, многоступенчатая очистка, позволяющая использовать воду многократно). Фильтры, используемые в данной работе, служат для механической очистки от дисперсных частиц, содержащихся в фильтруемой жидкости.

Цели

Цель работы: сконструировать установку для фильтрования жидкости и нахождения коэффициента фильтрации.

Задачи

- 1)Собрать фильтр.
- 2)Найти пропускную способность фильтрующего элемента в зависимости от напора жидкости.

Описание установки

1)Общие требования к конструкции. Для сооружения фильтра необходимо взять резервуар с жидкостью (водой), надежно закрепить его; сделать фильтрующий элемент из трубы путем закрепления с одной стороны специальной сетки, используемой в машиностроении в качестве очистителя бензина; поместить внутрь заменяемого фильтра среду, в которой жидкость будет проходить очистку; подвести емкость для жидкости, прошедшей через фильтр.

2)Описание опыта. Для определения зависимости необходимо взять несколько значений количества воды (например 1, 2, 3 литра) и выяснить какое количество воды фильтруется за одинаковый промежуток времени (например 1 минута). Сопоставить получившиеся значения, написать таблицу и график зависимостей. Вторым опытом будет являться проверка установки на пригодность для фильтрования жидкости, путем пропускания мелких частиц через фильтр.

3)Реализация. Для нахождения коэффициента фильтрации воспользуемся законом Дарси: $V=K*l$, где V (скорость фильтрации) – объем жидкости, протекающий в единицу времени

через единицу площади; l (напор) - механическая энергия жидкости, измеряющаяся в метрах. $l = P/h + pg$; K – коэффициент фильтрации.

Фильтрация

Фильтрация — процесс разделения неоднородных систем при помощи пористых перегородок[2].

Пористость — характеристика среды (материала), показывающая совокупность размеров и количества пор в веществе[3]. Характеризуется в процентах от 0% до 100%. 100%-ая пористость недостижима, но есть вещества у которых эта цифра приближена (~90%) – пены, аэрогели.

Фильтрация осуществляется либо в режиме постоянной разности давлений (например, вакуум-фильтры), либо в режиме постоянного давления (фильтр-пресс). Вакуум-фильтр — установка, фильтрация в которой проходит за счет разности давлений в двух частях фильтра. Разность давлений создает специальный насос. Фильтр-пресс — аппарат периодического действия для разделения под давлением жидких неоднородных систем на жидкую часть (фильтрат) и твердую часть (осадок). То есть фильтр-пресс создает давление на жидкость, которую будут фильтровать, а не создает вакуум с обратной стороны, как вакуум-фильтр. Оба этих фильтра используют на производствах и в лабораториях. Наша установка больше похожа на фильтр-пресс, но силой будет являться не механическое воздействие пресса, а вес фильтруемой жидкости.

Принцип работы фильтров.

Принцип работы фильтров заключается в создании возле каждой ячейки (поры) фильтра потоков(пример-давления, как в вакуум-фильтрах и фильтрах-прессах), которые позволяют проникнуть через поры только тем частицам, размер которых заведомо меньше размера отверстия. Более крупные частицы просто застревают и не проходят дальше. В таком способе фильтрации проблемой становятся те частицы, которые не проникают сквозь поры: они постепенно засоряют поры и с течением времени пропускная способность фильтра ухудшается. В производственных масштабах, где необходимо фильтровать большие объемы воды, очень трудно заменить фильтр больших размеров. Выходом из этого положения явился принцип гидродинамической очистки. Принцип заключается не в том, что бы задержать на поверхности фильтра слишком крупные частицы, а в том, что бы эти частицы не задерживаясь на фильтре сбрасывались, или складировались в “бункере”. Благодаря такой системе фильтр будет меньше засоряться и реже нуждаться в обслуживании. Так же благодаря тому, что поры не забиваются, пропускная способность фильтров, построенных по данной технологии, возрастает.

В её основе лежит создание возле каждой ячейки потоков, которые позволяют проникнуть через отверстие только частицам, размер которых заведомо (в 3÷10 раз) меньше размера отверстия. Более крупные частицы сбрасываются из фильтра или складываются в “бункере”. Реализуется основной принцип: задача фильтра не в том, чтобы задержать на поверхности фильтра недопустимо крупные частицы, а в обеспечении чистоты жидкости, прошедшей через фильтр. Благодаря такому принципиальному решению фильтр не засоряется и не требует технического обслуживания в течение длительного времени работы, не нуждается в сменных элементах либо периодической регенерации, имеет меньший и постоянный перепад давления, большую пропускную способность.

Установка

В рамках данной учебно-исследовательской работы был собран фильтр:

Рисунок 1

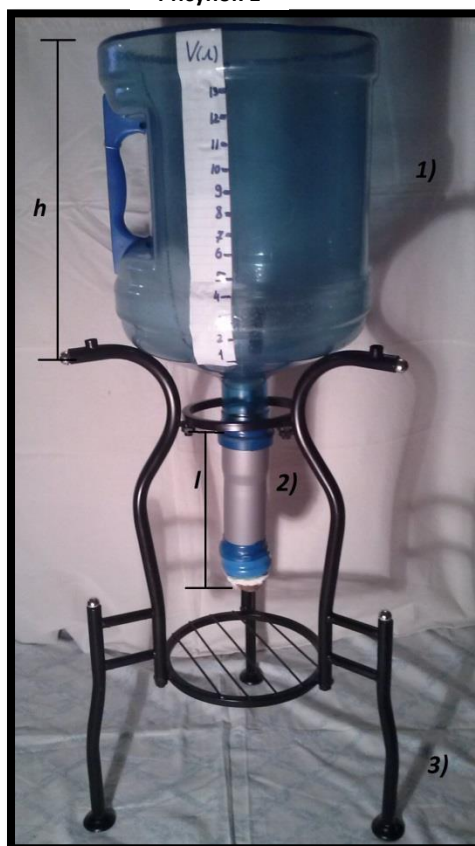


Таблица 1

Элемент	Высота (см)
1)Бутыль	37,0
2)Фильтр	20,5
3)Подставка	56,0
Размер всей конструкции	84,0

Рассмотрим конструкцию подробнее. Фильтр состоит из пластмассовой трубы и металлических сеток, которые используются в машиностроении как очиститель бензина, поступающего в мотор. Труба состоит из мягкого пластика, поэтому она была укреплена изолентой, что бы она не теряла формы и сидела на горлышке бутылки достаточно крепко (на фотографии в нижней части). На одном квадратном метре металлической сетки находится 225625 ячеек. Размер одной ячейки составляет $\sim 0,0000011$ метров квадратных.

Рисунок 2



Внутри трубы с двух сторон расположены сетки, которые должны удерживать песок и останавливать самые крупные частицы, чтобы основной фильтр меньше засорялся и дольше служил. На рисунке 3 показана сетка, находящаяся со стороны входного отверстия, а на рисунке 4 – с выходного.

Рисунок 3

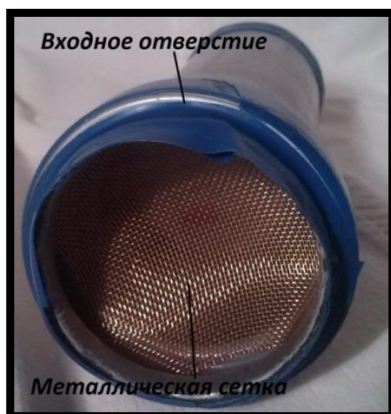
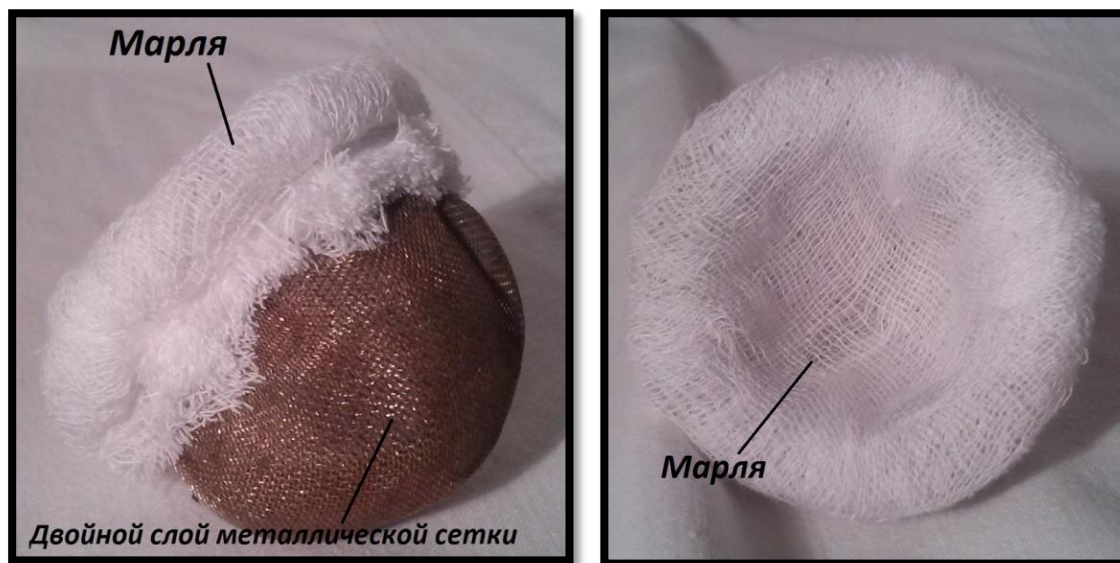


Рисунок 4



Основной фильтр состоит из двух слоев сетки и слоя марли.



Опыты

Было проведено две серии опытов: одни опыты выявляли фильтрационные свойства конструкции, а другие - фильтровальные. При определении фильтрационных свойств была найдена зависимость пропускаемой жидкости за одно и тоже время от количества жидкости:

Объем воды(л)	Объем, прошедший фильтрацию(л)	Время фильтрации(сек)
1	0,065	60
2	0,067	60
3	0,068	60
4	0,069	60
5	0,072	60
6	0,075	60
7	0,075	60
8	0,080	60
9	0,082	60
10	0,084	60

Был найден и коэффициент фильтрации для каждого случая:

Скорость фильтрации(м/с)	Напор(м/сутки)	Коэффициент фильтрации
0,09184	10299,02	8,91703E-06
0,12245	11257,07	1,08775E-05
0,15306	11975,61	1,27811E-05
0,18367	13173,17	1,3943E-05
0,21429	13891,71	1,54254E-05
0,24490	14370,73	1,70414E-05
0,27551	15440,55	1,78433E-05
0,30612	16282,27	1,8801E-05
0,33673	17123,98	1,96645E-05
0,36735	17965,70	2,04471E-05

Нахождение фильтровальных свойств осуществлялось добавлением в жидкость посторонних частиц и пропускание этой жидкости через фильтр. В жидкости был добавлен молотый перец и манная крупа. Ни манная крупа, ни перец через фильтр не прошли.

Список литературы

<http://dic.academic.ru/dic.nsf/bse/72490/Вакуум>. (б.д.).

https://ru.wikipedia.org/wiki/Закон_Дарси. (б.д.).

<https://ru.wikipedia.org/wiki/Фильтр-пресс>. (б.д.).

Николаевский В.Н., Б. К. (1970). Механика насыщенных пористых сред. Москва: Недра.