

## ПЕРЕКАЧКА ВЯЗКИХ ЖИДКОСТЕЙ ПРИ ПОМОЩИ ЭЛЕКТРОМАГНИТОВ

**Введение.** В северных широтах при добыче нефти нефть может сгущаться. Для поднятия нефти можно использовать ферромагнитные жидкости, в состав которых входит сама нефть и металлические включения. Для демонстрации этого метода мы создали прототип на основе электромагнитов, способный помогать в извлечении вязких жидкостей.

**Основная часть.** В недрах Земли температура нефти достаточно высока для того, чтобы её можно беспрепятственно выкачивать. Но в верхних слоях почвы нефть может охладиться и загустеть до такой степени, что придётся ее разогревать, что приводит к большим затратам энергии. При использовании в верхних слоях почвы системы электромагнитов можно проталкивать загустевшую нефть для ее переработки не затрачивая при этом большого количества энергии.

Электромагнит — устройство, создающее магнитное поле при прохождении электрического тока через него. Когда электрический ток проходит через обмотки катушек, он ведет себя как электромагнит [1]. Конструкция представляет собой стеклянную трубку, перпендикулярно которой прикреплены электромагниты. Электромагниты располагаются параллельно. Управление электромагнитами осуществляется при помощи кнопок. Ферромагнитная жидкость, находящаяся внутри стеклянной трубки, вследствие возникающего магнитного потока внутри корпуса катушек, продвигается дальше по трубке под воздействием внешних электромагнитов. При последовательном подключении электромагнитов вязкая жидкость, находящаяся в стеклянной трубке, перемещается по ней. Последовательное подключение электромагнитов осуществляется путём нажатия соответствующей кнопки. Схема конструкции представлена на рисунке 1, а её электронная схема представлена на рисунке 2.

Сила электромагнита зависит от следующих параметров:

- 1) сила тока  $I$ , проходящая через обмотку электромагнита;
- 2) число витков обмотки;
- 3) качество магнитной цепи (путь, по которому замыкается магнитный поток)

Сила и скорость движения жидкости определяется силой магнитного потока, генерируемого внутри катушки. Скриншот расчётов, выполненных в Mathcad, представлен на рисунке 3.

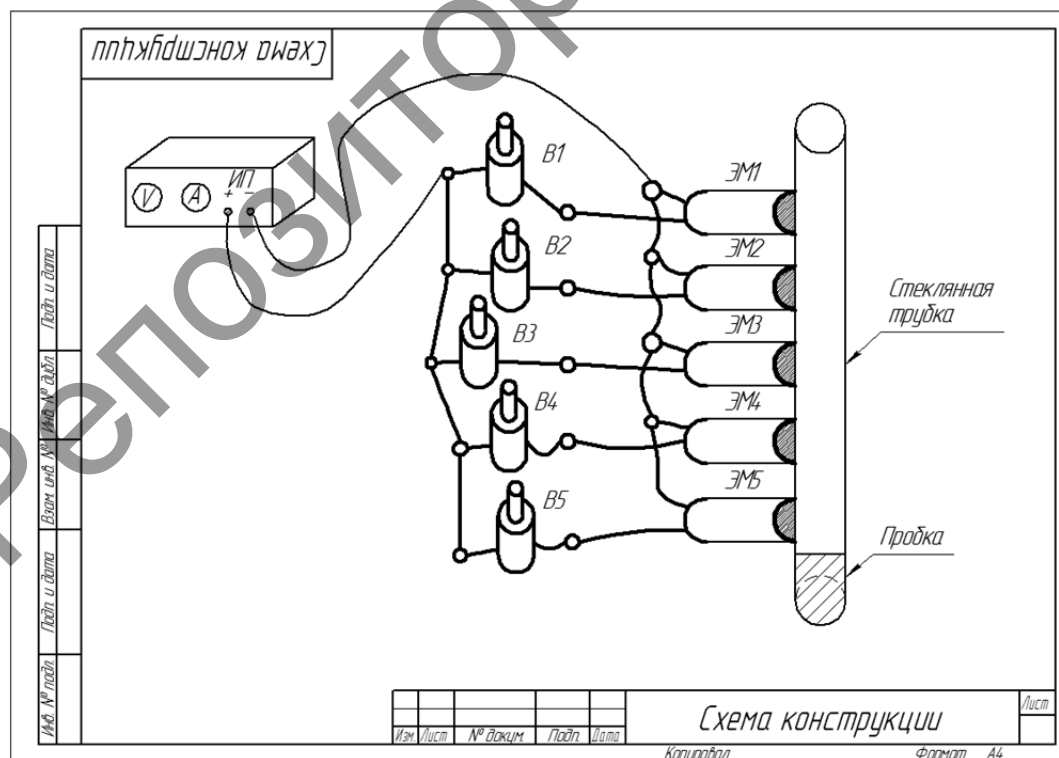


Рисунок 1 — Схема конструкции

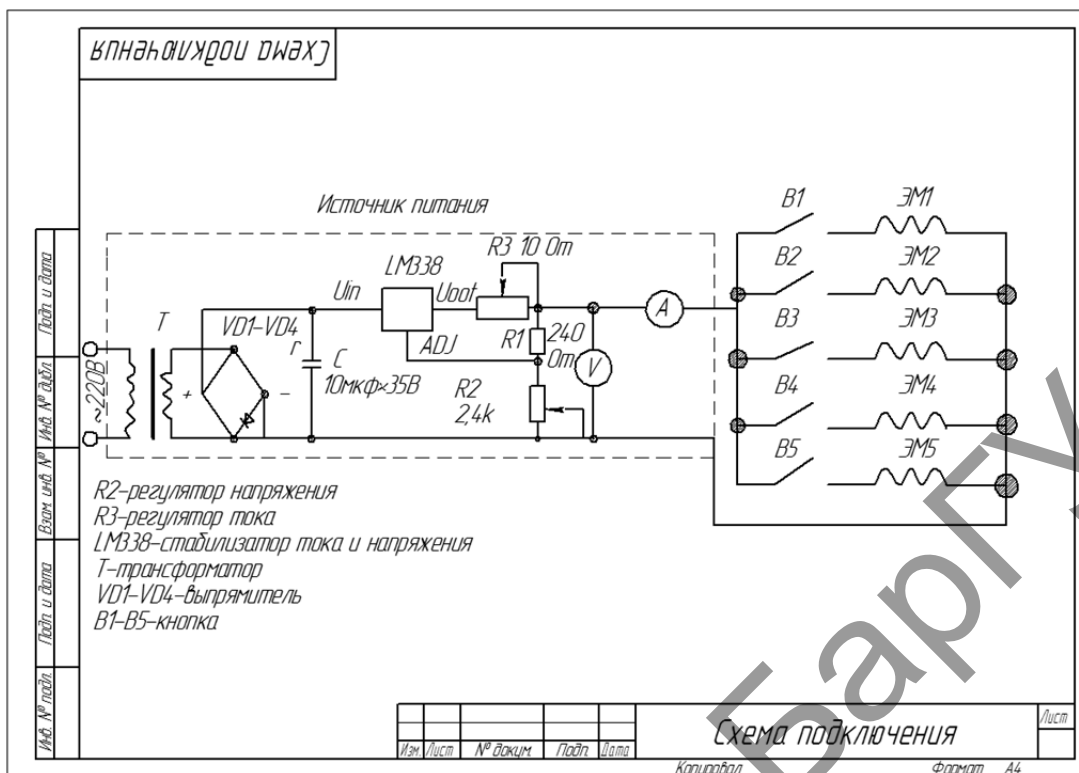


Рисунок 2 — Электронная схема устройства

Вычислим индуктивность катушки

$$l = 6 \cdot 10^{-3} \text{ м, длина катушки}$$

$$N = 250 \text{ число витков}$$

$$S_{\text{к}} = 0.0004 \text{ м}^2, \text{ площадь поперечного сечения}$$

$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{Гн}}{\text{м}}, \text{ магнитная постоянная}$$

$$\mu = 2.9 \times 10^3$$

$$L_{\text{к}} = \mu \cdot \mu_0 \cdot \frac{N^2 \cdot S}{l}$$

$$L = 15.184 \text{ Гн}$$

С увеличением индуктивности катушки можно увеличить и диаметр канала, соответственно и скорость перекачки любой вязкой жидкости:

$$L1 = \frac{L}{N}$$

$$L1 = 19.37832 \text{ Гн индуктивность одного витка}$$

$$I = 10 \text{ А сила тока, проходящая через проводник}$$

$$\Phi \sim B \quad B \sim I$$

$$\Phi = L1 \cdot I$$

$$\Phi = 193.783 \text{ Вб магнитный поток}$$

Рисунок 3 — Расчёты магнитного потока и индуктивности катушки

**Заключение.** В ходе данного эксперимента был собран прототип конструкции, который демонстрирует перекачку вязких жидкостей под действием электромагнитов. Такая конструкция может помочь поднять высоковязкую нефть [2], да и в принципе, может помочь в извлечении любой вязкой жидкости. Для более глобального применения необходимо будет увеличить конструкцию по габаритам, а возможно, и в дальнейшем её модернизировать. Кроме того, из-за отсутствия на руках сгущающейся «чистой нефти» и требуемых климатических условий, мы не можем проверить данный прототип в сфере, близкой к добычи нефти в Северных районах. Предлагаем развивать эту концепцию дальше для того, чтобы прийти к наиболее идеализированному прототипу. Впоследствии будет доказана рациональность широкого использования данной конструкции, в том числе и при добыче нефти в северных широтах.

## Список цитируемых источников

1. Электромагнит [Электронный ресурс] : Википедия. Свободная энциклопедия. — Режим доступа : <https://ru.wikipedia.org/wiki/Электромагнит> . — Дата доступа: 27.04.2021.

2. Черкасова, Е. И. Особенности добычи высоковязкой нефти [Электронный ресурс] / Е. И. Черкасова, И. И. Сафиуллин // Науч. работа. — Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-dobychi-vysokovязкой-nefti/viewer> . — Дата доступа: 25.02.2020. — Загл. с экрана.

УДК 519.1

Д. В. Юдин, Ю. П. Нерода

Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи, Республика Беларусь

## КАЛЬКУЛЯТОР ПО КОМБИНАТОРНЫМ ФОРМУЛАМ

**Введение.** Комбинаторика — раздел математики, который изучает задачи выбора и расположения элементов из некоторого основного множества в соответствии с заданными правилами. Формулы и принципы комбинаторики используются в теории вероятностей для подсчета вероятности случайных событий и, соответственно, получения законов распределения случайных величин. Это позволяет исследовать закономерности массовых случайных явлений, что является весьма важным для правильного понимания статистических закономерностей, проявляющихся в природе и технике. [1]

Разработанный программный продукт — калькулятор — позволяет в курсе математики значительно ускорить решение задач по комбинаторике.

**Основная часть.** Рассмотрим работу калькулятора на примерах простых комбинаторных задач. Для этого нужно лишь выбрать правильную формулу.

*Пример 1.* Сколькими способами можно разложить ручку, карандаш и фломастер? В данном случае используется формула «Перестановки без повторений».



*Пример 2.* Имеется 2 желтых флага, 4 красных, 2 зелёных. Сколько существует способов развесить их на верёвке? В данном случае используется формула «Перестановки с повторениями»:

