

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ ПО РАЗРУШЕНИЮ ГОРНЫХ ПОРОД ПРИ НАКОПЛЕНИИ ЗАРЯДА

Головченко А.Е. , Игуменов А.А. , Тупиков А.А.

научный руководитель: старший преподаватель, Баранова И.А

Сибирский Федеральный Университет, г. Красноярск

ИГДГиГ, кафедра: технологии геологической разведки

Анализ теоретического материала по разрушению горных пород и изучение электростатики позволило нам сделать вывод, что горные породы, не содержащие металлические примеси, можно разрушать путём накопления определённого количества заряда, что приводит к пробоем в горную породу, вследствие чего она разрушается.

Разрушение горных пород происходит при превышении предела ее прочности σ , что позволяет рассчитать необходимые усилия для разрушения:

$$\sigma = \frac{dF}{dS} \quad (1),$$

где F – сила, действующая на бесконечно маленький участок поверхности dS .

Необходимые усилия будут совершаться со стороны электрического поля, и считаются по формуле:

$$dF = Edq \quad (2),$$

где $E = kq/r^2$ – напряжённость электрического поля, dq – заряд

Заряд определяется через поверхностную плотность заряда δ_q по формуле

$$dq = \delta_q dS \quad (3)$$

Из формул (1), (2), (3) и понятия напряженности электрического поля выразим q :

$$q = \sqrt{\frac{r^2 \sigma S}{k}} \quad (4)$$

Как видим, величина необходимого заряда для разрушения породы зависит от прочностных характеристик материалов и геометрической формы активной части предполагаемой буровой установки. Мы рассчитали величину требуемого заряда, который необходимо накопить на поверхности породы, чтобы разрушить ее. Данные представлены в таблице 1.

Название породы	Предел прочности породы, МПа	Необходимый заряд, мКл	Напряжение, В*10 ⁸
Габбро	230	9,05	7,2
Диорит	200	8,44	6,7
Гранит	180	8,01	6,3
Базальт	До 460	12,8	10,2
Мрамор	До 200	8,44	6,7
Известняк	110	6,26	5,0

Несмотря на такой кажущийся маленький заряд для его создания необходимо создание устройства, обеспечивающие высокую разность потенциалов до 10⁹ В. Расчёт производился по необходимым энергетическим затратам на разрушение горной породы:

$$A = \sigma V - \text{работа по разрушению горной породы.} \quad (5)$$

$$W = \frac{cU^2}{2} - \text{Энергия создаваемая электрическим полем} \quad (6)$$

В выше представленных формулах V – объём разрушаемой породы, $C = \epsilon_0 S/h$ – ёмкость конденсатора который создаётся между слоем разрушаемой породы и установкой. Таким образом, необходимая разность потенциалов считается по формуле:

Анализ теоретического материала позволил нам выделить два способа накопления заряда на поверхности породы. В основе первого способа лежит факт, что при трении происходит разделение зарядов. В основе второго лежит привнесение заряда со стороны по принципу люстры Чижевского.

К вращающимся трубам, прикреплена полусфера из диэлектрика. На неё тонким слоем нанесён материал, который хорошо проводит электричество, возможно сверхпроводник или нано материал. К материалу прикреплены волоски, возможно из того же материала, но он должен быть устойчивым к стиранию. К нанесённому слою подведён провод со щёткой на конце, который подведён к нему, а другой конец провода присоединён к сфере.

Принцип работы установки по первому способу. Трубы вращают сферу, которая вращает всю конструкцию, присоединённую к ней. В свою очередь волоски, прикреплённые к материалу, при вращении трутся о поверхность породы. Они собирают отрицательный заряд с породы, который собирается с материала с помощью щётки и выводится через провод на поверхность сферы. На поверхности породы возникает избыток положительных зарядов, которые начинают отталкиваться друг от друга и вследствие этого порода разрушается.

Принцип работы установки по второму типу. Устройство аналогичное люстре Чижевского опущена до породы на трубе, но изолированной от неё диэлектриком. На устройство подаётся отрицательный заряд, который стекает с кончиков тонких, но прочных и тугоплавких проволочек и начинает перемещаться в породу, проникая в микротрещины. Порода так же разрушается под силами отталкивания зарядов.

С одной стороны первый вариант более контролируемый, чем второй, так как заряд, оставшийся на поверхности породы малоподвижен, в отличие от привносимого заряда извне, поскольку последний может легко разойтись по всей породе, в этом случае необходимого количества заряда на поверхности разрушаемой породы не удастся накопить. С другой стороны второй вариант более простой в конструкции, однако придется задуматься о методах локализации заряда на требуемой поверхности.