УДК 622.831.32

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ ЭЛЕКТРОГИДРАВЛИЧЕСКОГО БУРЕНИЯ ТВЕРДОЙ ПОРОДЫ

Ахмадиев Б.А., Татыбеков А.
ИГД и ГТ, Бишкек, Кыргызстан, Akhmadiyev_bektursyn @mail.ru

Аннотация: *В статье рассмотрена определены оптимальные режимы работы электрогидроимпульный установки и проведены опыты по влиянию энергии разряда на эффективность электроразрядного способа разрушения природных камней*
Ключевые слова: *:бурение,технологии,напряжение*

DEVELOPMENT OF TECHNOLOGICAL MODES OF ELECTRO-HYDRAULIC DRILLING OF HARD BREED

Akhmadiyev B.A., Tatybekov A.
Institute of geomechanics and subsoil development of the NAS KR, Bishkek, Kyrgyzstan

Abstract: *the article deals with the optimum modes of installation jelektrogidroimpulnyj and conducted experiments on the effect of energy level on the efficiency jelektrorazrjadnogo method of destruction of natural stones*
Keywords*: drilling, technology, tension*

Введение. Электрогидравлический эффект – новый промышленный способ преобразования электрической энергии в механическую, совершающийся без посредства промежуточных механических звеньев, с высоким КПД. Сущность этого способа состоит в том, что при осуществлении внутри объема жидкости, находящиеся в открытом или закрытом сосуде, специально сформированного импульсного электрического (искрового, кистевого и других форм) разряда вокруг зоны его образования возникают сверхвысокие гидравлические давления, способные совершать полезную механическую работу и сопровождаются комплексом физических и химических явлений.

Механическое воздействие жидкости на объекты, помещенные вблизи канала разряда, получаемого по традиционной схеме с прямым подключением конденсатора на разрядный промежуток в жидкости, практически ничтожно для жидкостей с ионной проводимостью и больше лишь в среде жидких диэлектриков. Оно определяется весьма незначительным давлением внутри парогазового пузыря, возникающего внутри зоны разряда. Создающиеся в жидкости гидравлические импульсы имеют пологий фронт и значительную длительность протекания, при этом обладают небольшой мощностью. Необходимо найти условия, при которых действие гидравлических импульсов резко усиливается. Для этого требуется уменьшить толщину парогазовой оболочки и сократить продолжительность разряда, в течение которого она создается. Одновременно повысится мощность одиночного импульса. Эта задача решается посредством разработки принципиальной электрической схемы, которая обеспечивает подачу тока на рабочий промежуток в виде короткого импульса при помощи мгновенного “ударного” подключения накопителя энергии [1].

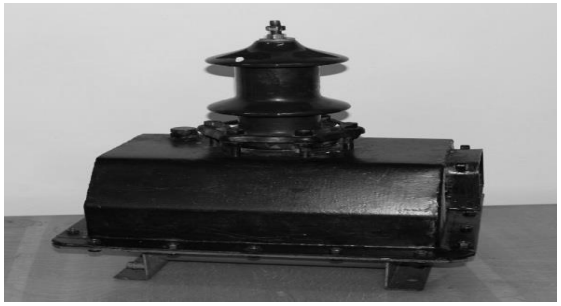
С этой целью в электрическую схему введен формирующий воздушный искровой промежуток, что позволяет в жидкостях с ионной проводимостью изменить характер искрового разряда и резко усилить его механическое действие. Схема включает в себя источник питания с конденсатором в качестве накопителя электрической энергии.

Методика исследования. Лабораторное оборудование для проведения экспериментов по бурению твердой породы состоит из следующих блоков: пульт управления, защитный конденсатор системы, электрический блок питания, токовый

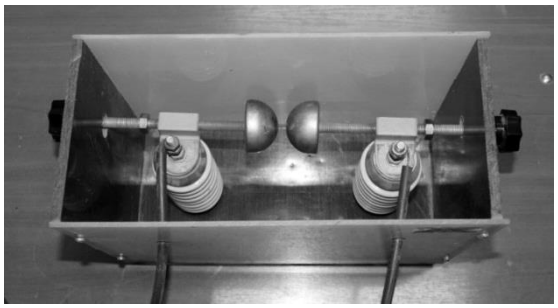
ограничитель, блок автоматического отключения, высоковольтный индикатор, коммутаторный генератор, высоковольтный выпрямитель трансформатора, блок накопителей энергии, защитная система конденсатора, блок снятия остаточного напряжения, защитная система, малый разрядник, электродная система. На рисунке 1 показано основное оборудование лабораторной ЭГИУ.

Пульт управления лабораторной установки

Блок накопителя лабораторной установки



Высоковольтный импульсный генератор лабораторной установки



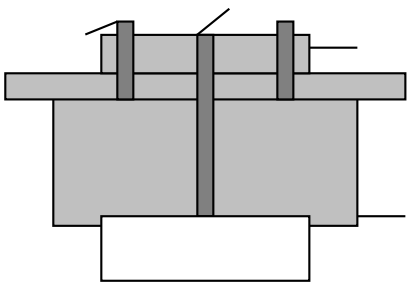
Воздушный разрядник лабораторной установки

Рис. 1. Основное оборудование лабораторного стенда ЭГИУ

Электрогидравлический эффект представляет собой высоковольтный электрический разряд в жидкой среде, характеризующийся резким возрастанием давления, поэтому для придания прочности рабочей ячейке цилиндр был изготовлен из стали. Диаметр цилиндра d = 14 см, высота h =50см, верхная часть из фторопласта, материала, обладающего высокими электроизолирующими характеристиками (рис. 2).

Верхная часть рабочей ячейки состоит из трех частей. 1- Крышка ячейки, 2 – Полость, 3- Зажим электродов. Крышка ячейки для бурения предназначена для электродов разных диаметров. При этом в центре крышки предусмотрена установка фиксатора центрального электрода [2,3].

Диаметр полости подготовлен таким образом, чтобы при установке различных электродов расстояние между ними не могло измениться. При установке электродов с разными диаметрами необходимо использовать зажимы для крепления крышки.



1 – корпус ячейки, 2 – крышка, 3 – центральный электрод, 4 – зажимы.

Рис. 2. Схема лабораторной рабочей ячейки для бурения

Основным теплообменным элементом системы сбора низкопотенциального тепла грунта являются вертикальные грунтовые теплообменники коаксиального типа, расположенные снаружи по периметру здания. Эти теплообменники представляют собой 8 скважин глубиной от 32 до 35 м каждая, устроенных вблизи дома [4].

Теплообменник теплового насоса устанавливается в скважинах для использования тепла грунтовых вод. Широко используемый метод получения скважин, каналов – бурение. В настоящее время имеется много видов бурильных установок, которые широко используются на территории Казахстана. Существующие ныне технологии бурения скважин теплообменников эффективны в условиях мягкого грунта при отсутствии твердых пород и каменных плит. Бурение на глубину до 25 метров при диаметре скважины до полуметра при наличии вышеуказанных препятствий может быть затруднительным. Предлагаемая технология позволит легко преодолевать такие препятствия, разрушая их путем воздействия ударными волнами при высоковольтных разрядах в водной среде. При этом происходит дробление и измельчение твердой породы, что позволяет производить эффективное бурение скважин на требуемые глубины в краткие сроки. Основные преимущества предлагаемой технологии: уникальность предлагаемого инновационного способа бурения твердых пород заключается в возможности проведения работ в условиях ограниченного пространственного объема, что является, во многих случаях, невозможным при использовании традиционных механических методов бурения твердых пород вследствие громоздкости применяемого оборудования [5-8];

Электрогидравлическое бурение, при котором электрическая энергия непосредственно в самом забое переходит в механическую работу, разрушая горную породу, является принципиально новым способом бурения. Для его осуществления предназначены электрогидравлические буры различных типов и модификаций.

В зависимости от конструкции и назначения бура электродов в буре может быть два или несколько, они могут быть неподвижными, вращающимися, а также совершать колебательные движения. Движение электродов может осуществляться либо от постороннего источника (движителя), либо за счет энергии проходящей воды, либо силой действия самих электрогидравлических ударов. Предложенные электрогидравлические буры конструктивно делятся на четыре основные группы.

Первая группа: электрогидравлические буры с вращающимся центральным электродом - экспериментально доказано, что буры сплошного забоя этого типа при напряжении 70—100 кВ и емкости 0,7—1.0 мкФ могут бурить крупные скважины диаметром до 450-500мм. Вращение переднего конца центрального электрода осуществляется различными способами (например, от электромотора, турбины, приводимой в движение промывочной водой, поступающей по трубе бура, а также от реактивного действия самих электрогидравлических ударов).

Вторая группа: электрогидравлические буры с неподвижным центральным электродом в ходе исследований по созданию бура с неподвижным центральным электродом была выявлена зависимость пробивного напряжения в жидкости от массового содержания в ней каких-либо механических примесей и предложен метод так называемого «грязного забоя», а также был создан бур сплошного забоя, использующий этот метод.

Третья группа: линейные буры. Если, образно говоря, «сплющить» бур сплошного или кольцевого забоя с неподвижным центральным электродом, то конструктивно получатся два типа линейных буров. Линейные буры с подачей воды через центральный

электрод при длине резания, равной 1—2 м, могут образовывать при напряжении 50-80 кВ узкие прорези и щели шириной до 8-10 мм не только по прямым, но и по любым кривым линиям.

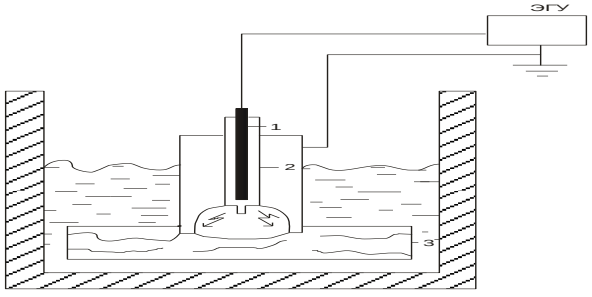
Четвертая группа: бурами этого типа можно бурить все горные породы, мерзлый грунт, лед, соль, резать древесину, выполнять различные подводные работы – прорезать температурные швы в бетоне, каналы-щели для шпунта в основании плотин, а также бурить скважины с любой продольной кривизной, что достигается приданием соответствующей продольной кривизны стержню бура.

Все вышесказанное обусловило необходимость проведения экспериментов с целью разработки электрогидравлической технологии подготовки грунтовых каналов для промышленного использования. Для этого нами была использована экспериментальная установка на основе электрогидравлического эффекта.

Результаты исследования. При формировании электрического разряда в жидкости выделение энергии происходит в течении достаточно короткого промежутка времени. Электрогидравлический разряд возникает при приложении к жидкости импульсного напряжения достаточной амплитуды и длительности, в результате чего развивается электрический пробой. Для формирования импульса с коротким передним фронтом напряжения, прикладываемого к разрядному промежутку в жидкости, использовали разрядный промежуток в газе - газовый разрядник, а для формирования определенной энергии импульса - накопительный электрический конденсатор.

Нами была разработана и практически реализована схема построения электрогидравлической установки. Для проведения экспериментов по разрушению камней в процессе бурения была изготовлена рабочая циллиндрическая ячейка, нижняя часть которой имеет полусферическую вогнутую форму (толщина с изолирующим материалом 13мм). Для удержания электрода в одной точке в корпусе ячейки устанавливаются крепления. Отрицательный электрод электрогидравлической установки устанавливают на дне цилиндрической ячейки. На рисунке 3 показана рабочая ячейка электрогидравлической установки, а на рисунке 4 схема электрогидравлического бурения твердых пород.

Рис. 3. Лабораторная рабочая ячейка, закрепленная на камне



(1-электрод, 2- ячейка, 3– камень)
Рис. 4. Схема электрогидравлического бурения

Толщина камней, использованных для исследования в лаборатории , была различной (h=30мм, h=40мм, h=60мм, h=70мм) (рисунки 5). При этом наилучшие результаты были получены на расстоянии 9 мм промежутка разрядника электрогидравлического оборудования.

В результате экспериментального исследовании определены оптимальные значения времени и количества искровых разрядов при электрогидравлическом бурении камней, определено время, при котором в процессе бурения происходит растрескивание камня.

h=30мм h=40мм h=70мм

Рис. 5. Толщина камней, использованных для исследования

Экспериментальные результаты электрогидравлического бурения камней при h=30мм, h=40мм, h=70мм показаны на рисунках 6.

h=30мм h=40мм h=70мм

Рис. 6. Разрыв камня после бурения в течение 3, 5 и 7 минута

На рис. 7 показано, что при толщине камня h=30мм - 40мм количество разрядов до осуществления дробления составило 150-200 ударов, для h=60-75мм - 300-420 ударов.

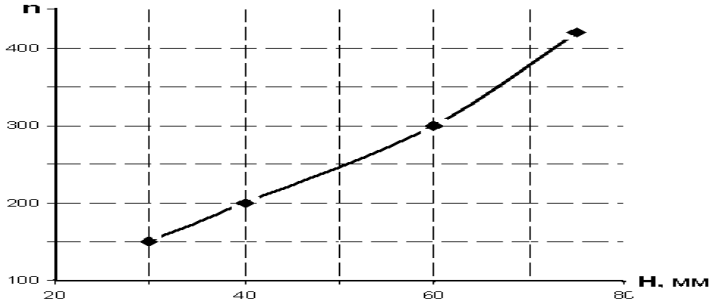


Рис. 7. Зависимость числа ударных разрядов
от толщины камня до осуществления дробления

Использование электрогидравлического эффекта для бурения каменных грунтов обосновано тем, что преобразование электрической энергии в механическую работу происходит непосредственно в канале электрического разряда, т.е. в забое.

На рис. 8 показан график зависимости числа ударных разрядов от времени в процессе бурения камня.

В процессе бурения в каменной массе происходит трещинообразование, разрушение и воронкообразование. Через небольшой промежуток времени в процессе электрогидравлического бурения твердые каменные породы начинают растрескиваться и интенсивно измельчаться.

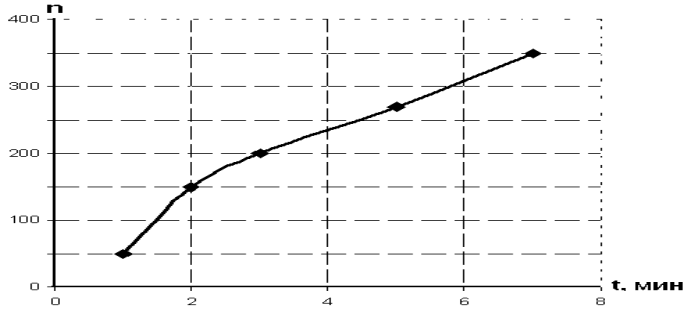


Рис. 8. Зависимость числа ударных разрядов от времени при электрогидроимпульсном воздействии на камень

Глубина бурения зависит от числа ударных разрядов. Причина этого явления заключается в том, что при ударных разрядах происходит повышение давления, что вызывает на поверхности камня кусковое измельчение.

Выводы: Получена зависимость числа ударных разрядов от времени при электрогидроимпульсном воздействии. Как показано на графике, в процессе дробления камня (h=40мм) количество искровых разрядов составляет 50 ударов в минуту, 150 ударов за две минуты, 200 ударов за три минуты, 350 ударов за семь минут.Как было показано, во время процесса поверхность камня начинает измельчаться и со временем глубина бурения увеличивается. Глубина воронки в каменном грунте практически прямо пропорционально зависит от количества искровых разрядов.

Использованная литература

1. Лопатин Ю.С. и др.Бурение взрывных скважин на карьерах. – М.: Недра, 1979.

2. Клей Р.В. и др. Разрушение и механика горных пород. – М.: Госгортехиздат, 1962.

3. Кусаиынов К.К. и др. Разработка электрогидроимпульсной технологии бурения скважин для установки теплосъемных элементов тепловых насосов // 11-я Международная научная конференция «Актуальные вопросы теплофизики и физической гидрогазодинамики». – Украина. Алушта. 2013. – С.420-425.

4. Кусаиынов К.К., Турдыбеков К.М., Ахмадиев Б.А., Кужуханова Ж.А., Талтеева М.И. Жер қойнауынан жылу алу тиімділігін зерттеуге арналған тәжірибелік жылу сорғыш зертханасы // Хаос и структуры в нелинейных системах. Теория и эксперимент: Материалы 8-ой международной научной конференции, посвященной 40-летию КарГУ им.Е.А.Букетова (18 - 20 июня 2012), Караганда, 2012 – С.187-191.

5. K. Kusaiynov, S.E.Sakipova, B.A.Ahmadiev, N.N.Shuyushbaeva., J.A.Kuzhuhanova. Electro-pulse technology of production heat exchangers for extracting the heat from the ground at shallow depths// Eurasian Physical Technical Journal. – 2012. – Vol.9. – №2 (18). – P. 19-23.

6. Кусаиынов К.К., Ахмадиев Б.А., Жуандыкова Г.А., Шуюшбаева Н.Н., Кужуханова Ж.А. Разработка электрогидроимпульсной технологии бурения скважин для установки теплосъемных элементов тепловых насосов// Вестник Карагандинского университета. – Серия физика, 2013, №2 (70). – С. 20-23.

7. K. Kussaiynov, N.N. Shuyushbaeva, K.M. Shaimerdenova, M. Stoev, B.A.Ahmadiev. Study of regularities of changes in the temperature near the U-shaped ground heat exchangers Вестник Карагандинского университета. – Серия физика. – 2015. - № 4 (80). – С.39-41.

8. Құсайынов Қ,Курмангалиев А.Ш,Нургалиева Ж.К,Карабекова Д.Ж. Ахмадиев Б.А. Әр түрлі гелогиялық қималы ұңғыларды бұрғылауда электрогидроимпульстік әдісті қолданудың тиімділігі. Вестник Карагандинского университета. – Серия физика. – 2016. - № 2 (82). – С.56-60.