УДК 621.537:621.9.044

РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОГИДРОИМПУЛЬСНОЙ ТЕХНОЛОГИИ БУРЕНИЯ СКВАЖИН ДЛЯ УСТАНОВКИ ТЕПЛОСЪЕМНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ

Кусаиынов К.,Турдыбеков К.М., Шуюшбаева Н.Н, Кужуханова Ж.А.

Карагандинский государственный университет им. Е.А. Букетова, Караганда, Казахстан

Работа выполнена по грантовому проекту Министерства образования и науки Республики Казахстан.

АННОТАЦИЯ

Целью исследования является разработка научно-практических основ внедрения энергосберегающих теплонасосных технологий для тепло и хладоснабжения жилых, общественных и производственных помещений на базе нетрадиционных и возобновляемых источников энергии. Одним из эффективных методов получения тепла из грунтовых вод в теплонасосных технологиях является использование скважин, получаемых путем бурения, для установки теплообменных элементов. Принципиально новым инновационным способом создания скважин является электрогидравлическое бурение. При электрогидравлическом бурении электрическая энергия непосредственно в забое переходит в механическую энергию ударных волн, которые способны разрушать горные породы. В данной работе описаны результаты исследования электрогидроимпульсного воздействия на твердые и сверхтвердые горные минералы.

ВВЕДЕНИЕ

Одним из энергоэффективных методов является получение тепловой энергии с использованием теплонасосной технологии, которая дает возможность с целью энергосбережения использовать: грунтовую теплоту, подземные воды, водоёмы, природные водные потоки и т.д.[1]. Экологический эффект от использования этой технологии состоит в том, что она позволяет полностью избежать местных выбросов парниковых газов, образующихся при сжигании топлива. Поэтому замена старых котлов, использующих газ или жидкое топливо, на системы, в основе действия которых лежит тепловой насос, ставится приоритетной и актуальной задачей. Ее решение позволит не только сократить потребление ископаемого топлива, но и значительно снизить выбросы в атмосферу диоксида углерода.

Тепловые насосы – это компактные, экономичные и экологически чистые системы отопления, позволяющие получать тепло для горячего водоснабжения и отопления коттеджей за счет использования тепла низкопотенциального источника путем переноса его к теплоносителю с более высокой температурой.

К преимуществам тепловых насосов можно отнести – экономичность: для передачи в систему отопления 1 кВт×час тепловой энергии установке необходимо затратить всего 0,2 – 0,35 кВт×час электроэнергии. Так как преобразование тепловой энергии в электрическую на крупных электростанциях происходит с КПД до 50%, эффективность использования топлива при применении тепловых насосов повышается. Еще одним преимуществом тепловых насосов является возможность переключения с режима отопления зимой на режим кондиционирования летом, просто вместо радиаторов к внешнему коллектору подключаются фэн – койлы или системы «холодный потолок».

Основным теплообменным элементом системы сбора низкопотенциального тепла грунта являются вертикальные грунтовые теплообменники коаксиального типа, которые располагаются снаружи по периметру здания. Эти теплообменники установлены в скважинах глубиной от 32 до 35 м каждая, устроенных вблизи строения [2].

Центрально-Казахстанский регион характеризуется сложным для бурения геологическим

строением грунта. Здесь до глубины 10 м залегают песок и суглинок, ниже до 40-50 м глина, остатки пород, кора выветривания, после чего в водоносном слое до уровня 80-100 м располагаются конгломераты с категорией твердости 5-9, песчаники, алевролиты с прослоями бурых углей.

Широко применяемые ныне механические шнековые технологии бурения скважин более эффективны в условиях мягкого грунта при отсутствии твердых пород и каменных плит. Бурение на требуемую глубину при диаметре скважины до полуметра при наличии вышеуказанных препятствий может быть затруднительным.

Электрогидравлическое бурение является принципиально новым способом и еще не нашло промышленного применения, задача исследования и практического внедрения данной технологии на сегодняшний день остается актуальной.

Уникальным примуществом данной новой технологии являются:

- возможность проведения работ в условиях ограниченного пространственного объема (построенные здания, крытые помещения, подвалы и т.п.), что является практически невозможным при использовании традиционных методов бурения вследствие громоздкости оборудования;
- долголетняя надежная работа за счет отсутствия трущихся и изнашивающихся частей установки;
- простота в эксплуатации и обслуживании, что обеспечивается применением в качестве активной части широкодоступного кабеля – электрода – являющегося расходным материалом;
- малое энергопотребление и экологическая чистота проведения работ.

Данная технология, по сравнению с традиционными, позволяет более эффективно и в краткие сроки разрушать препятствия в виде твердых пород при бурении скважин теплообменников путем воздействия ударными волнами при высоковольтных разрядах в водной среде.

Электрогидравлический эффект представляет собой высоковольтный электрический разряд в жидкой среде. При формировании электрического разряда в жидкости выделение энергии происходит в течение достаточно короткого промежутка времени. Мощный высоковольтный электрический импульс с крутым передним фронтом вызывает различные физические явления. Такие, как появление сверхвысоких импульсных гидравлических давлений, электромагнитное излучение в широком спектре частот вплоть, при определенных условиях, до рентгеновского, кавитационные явления [3-5].

РЕЗУЛЬТАТЫ

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 электрогидравлическая установка и рабочая ячейка для бурения (Рис.1).

Установка состоит из источника питания (1), высоковольтного генератора (2), импульсного конденсатора (3), разрядника (4), коаксального кабеля – электрода (5) и электрогидравлического бура, имеющего в своей конструкции центральный электрод (6), (7) и (8) – каналы для подачи промывочной жидкости, (9) – отверстие в коронке бура для выхода газов, (10) – зубцы коронки, (11) – коронка бура.

Внешний вид электрогидравлического бура показан на фотографии (Рис.2).

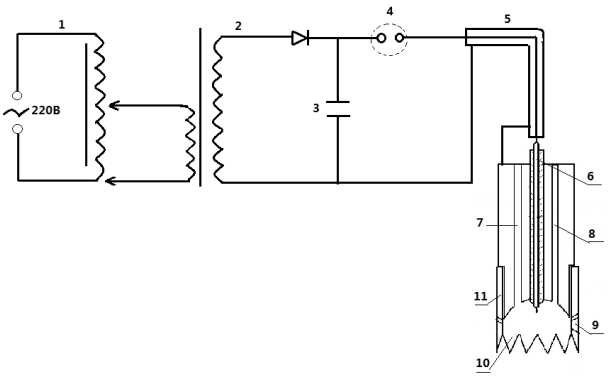

Рис.1 Схема электрогидравлической установки и электрогидравлического бура.

Установка работает следующим образом. Импульсный конденсатор (3) заряжается от высоковольтного генератора (2), питаемого из

регулируемого источника тока (1). При достижении заданного напряжения происходит пробой разрядника (4) и вся запасенная энергия в конденсаторе через кабель – электрод передается в рабочий промежуток электрогидравлического бура. Происходит импульсный электрический разряд в жидкости, являющийся источником мощных механических ударных волн, которые, отражаясь от коронки бура, сфокусированно воздействуют на обрабатываемую горную породу, тем самым разрушая ее на мелкие куски.

Рис.2 Внешний вид электрогидравлического бура.

Рис.3 Образец природного камня.

В результате экспериментального исследования определены оптимальные значения времени и количества искровых разрядов при электрогидравлическом бурении камней, определено время, при котором в процессе бурения происходит разрушение камней и твердых горных пород.

Объектами электрогидроимпульсной обработки являлись твердые горные породы в виде природных камней. Природный камень – весьма разнообразный по своей структуре материал, нередко сложенный из различных минералов, часто в процессе образования и последующего залегания в земной коре, подвергающийся значительным напряжениям [6]. В эксперименте были использованы природные камни твердость которых составляет 5 – 6 единиц по шкале Мооса.

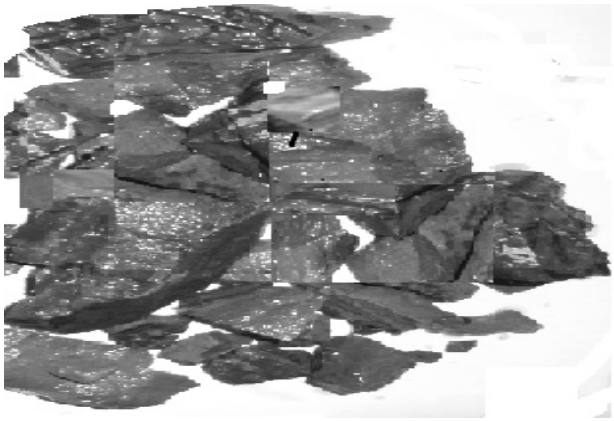

Рис.4 Образец природного камня после электрогидроимпульсной обработки.

Образец обрабатываемого природного камня приведен на фотографии (Рис.3).

В результате интенсивной электрогидроимпульсной обработки природных камней образцы разрушались на мелкие куски (см фотографию на рис.4).

При проведении экспериментов электрофизические параметры установки изменялись в следующих пределах:

$U_{выс}$ = 20 ¸ 35 кВ

$C_{кон}$ = 1 мкФ

$l_{разряд}$ = 7 ¸ 12 мм

$L_{раб}$ = 25 ¸ 35 мм.

При этом энергия разряда в рабочем промежутке изменялась в пределах E = 250¸ 620 Дж

В экспериментах обрабатываемые природные камни имели среднюю толщину от 42 мм до 80 мм.

Эксперименты проводились следующим образом. На поверхности камня, находящегося в баке с водой, устанавливался электрогидравлический бур. После включения установки определялось количество разрядов до процесса разрушения.

Полученные графики зависимости количества разрядов от толщины камня при разных значениях энергии представлены на рис.5 а и б.

Видно, что при энергии разряда порядка 288 Джоулей возможно разрушение камня до толщины 55 – 60 мм. Количество импульсов составляет 230 . С увеличением энергии разряда толщины разрушаемых камней возрастает, при этом количество импульсов, необходимых для разрушения уменьшается. Например, при энергии разряда порядка 612 Дж возможно разрушение камней толщиной 80 мм. При этом требуется меньшее количество импульсов - порядка 170.

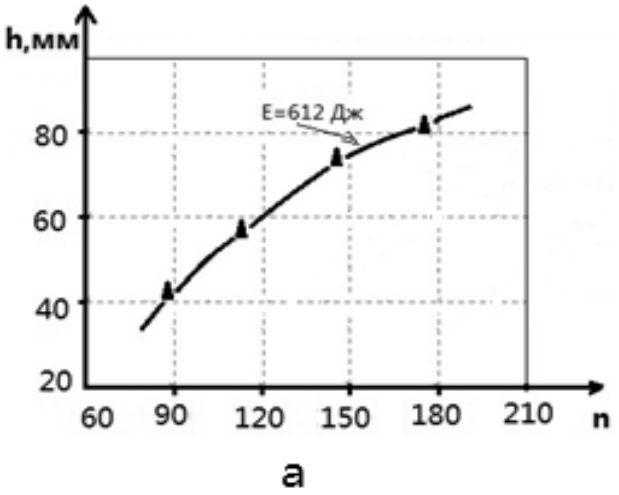

Рис.5 Графики зависимости процесса разрушения камня заданной толщины от качества электрогидравлических импульсов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании экспериментальных исследований установлены границы электрофизических параметров метода, где начинается интенсивное разрушение твердых горных пород – природных камней.

Установлены количественные зависимости, характеризующие начало процесса разрушенияч пород разной толщины в зависимости от количества и энергии разрядов.

Опытными работами доказана возможность достижения более высокой скорости бурения, чем на традиционно используемых установках. Электроимпульсное разрушение является бездолотным, оно не требует специального прижатия электродов к забою со значительным усилием, а потому износ электродов при электрогидроимпульсном бурении сравнительно мал.

ЛИТЕРАТУРА

1. Энергетическая стратегия Республики Казахстан на период 2004-2015 гг. – Астана. Energy Strategy of the Republic of Kazakhstan for 2004-2015. – Astana.
2. Васильев Г.П. Использование низкопотенциальной тепловой энергии грунта поверхностных слоев Земли для теплохладоснабжения здания/ Г.П.Васильев. -Теплоэнергетика.1994. №2, - С.31-35. Vasil”ev G.P. (1994). *Ispolzovanie nizkopotentsialnoy teplovoy energii grunta poverkhnostnykh sloev Zemli dlya teplokhladosnabgeniya zdaniya.* [Use of low-grade heat of the ground of surface layers of the Earth for heat and cold supply in buildings], *Promyshlennaya teplotekhnika*, (2), P.31-35.
3. Теория, эксперимент, практика электроразрядных технологий. Вып.1: Межв. сб. науч.тр./ Отв. ред. В.С.Коваль. – Киев: Наукова думка,1993. – 112с. Koval, V. S. (1993), «Theory, experiment, practice of electric discharge technologies», Issue 1, Naukova dumka, 112 p.
4. Теория, эксперимент, практика электроразрядных технологий. Вып.2: Сб. науч.тр./ Отв. ред. В.В.Шамко. – Киев: Наукова думка,1995.–126с. Shampoo, V. V. (1995), «Theory, experiment, practice of electric discharge technologies», Issue 2, Naukova dumka, 126 p.
5. Кусаиынов К, Сакипова С.Е., Нусупбеков

Б.Р., Турдыбеков К.М., Кужуханова Ж.А. Разработка электрогидроимпульсной технологии создания теплообменников для использования теплоты грунта на малых глубинах/ Промышленная теплотехника. - 2012. том 34, №7,-С. 32-33. Kusaiynov K., Sakipova S.E., Nusupbekov B.R., Turdybekov K.M., Kuzhuhanova J.A.(2012). *Razrabotka elektrogidroimpulsnoy tekhnologii sozdaniya teploobmennikov dlya ispolzovaniya teploty grunta na malykh glubinakh* [Electric hydro-pulse development technology of heat exchangers production for using ground heat at shallow depths] *Promyshlennaya teplotekhnika*, Volume 34, (7), P.32-33.

6. The Mohs Mineral Hardness Scale. By Andrew Alden. About.com: Geology. Электронный ресурс. 2010.