

**Григорьев Сергей Владимирович**

канд. техн. наук, старший научный сотрудник

**Беккер Владимир Викторович**

аспирант

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский  
университет «МЭИ»

г. Москва

## **О КОНСТРУКЦИИ ОДНОСКВАЖИННОЙ СИСТЕМЫ СЪЕМА ПЕТРОТЕРМАЛЬНОЙ ЭНЕРГИИ НЕДР**

***Аннотация:** в работе проведена оптимизация конструкции односкважинной системы съема глубинной тепловой энергии недр Земли. Представлено описание системы, факторы, влияющие на её эффективность. Выявлено, что наиболее эффективное соотношение диаметров внутренней и наружной колонны труб находится в диапазоне от 1,4 до 1,7.*

***Ключевые слова:** петротермальная энергия, геотермальная энергия, односкважинная система, съём теплоты, возобновляемые источники энергии, автономные потребители, грунтовая циркуляционная система, геотермический градиент.*

Энергоснабжение автономных потребителей на сегодняшний день осуществляется, как правило, на основе дизельных электростанций с использованием традиционных видов топлив. При этом на большей части РФ завоз топлива носит сезонный характер. Морской, речной и железнодорожный виды транспорта осуществляют доставку топлива до определенного пункта накопления. Затем из пункта накопления доставляется автотранспортом. Морской и речной вид транспорта имеют ограниченное время навигации, автомобильная доставка топлива также осуществляется, в основном, по «автозимникам» [1].

Решением проблемы энергоснабжения удаленных и обособленных потребителей являются возобновляемые источники энергии (ВИЭ), такие как: солнечная

энергия, энергия ветра, биомассы, малых рек и озер, геотермальная энергия. Однако таким источникам энергии характерны существенная территориальная неравномерность, климатическая и сезонная зависимость, что существенно ограничивает их применение для указанных целей и снижает энергетическую безопасность автономных потребителей.

Однако существует другой вид ВИЭ, у которого отсутствуют перечисленные выше недостатки – петротермальная (глубинная теплота недр Земли) энергия. На сегодняшний день уже реализовано несколько проектов с использованием петротермальной энергии во Франции [2], США [3], Японии [4] и в других странах [5–6].

Однако, в указанных выше странах, извлечение глубинной теплоты недр основано на использовании многоскважинной системы съема, которая создается на основе не менее двух подъемных и опускных скважин, по которым теплоноситель транспортируется в глубинный коллектор, образованный гидроразрывом пласта. Такая система обладает достаточно большой теплопроизводительностью, но при этом требует бурения нескольких скважин, что существенно повышает стоимость создания таких систем.

Наиболее перспективным является использование односкважинной системы съема, которая может быть создана с использованием лишь одной скважины. Односкважинная система представляет собой теплообменный аппарат типа «труба в трубе», образованный колонной обсадной труб и внутренней подъемной трубой. Теплоноситель, движущийся в кольцевом зазоре нагревается от горячих пород недр и в нагретом состоянии транспортируется к устью скважины, где теплота используется потребителем. Схема конструкции односкважинной системы съема представлена на рисунке 1.

Если геометрические характеристики обсадной колонны труб задаются стволом скважины, то диаметр внутренней подъемной колонны может варьироваться в широком диапазоне. При чем в случае, если площадь кольцевого пространства, по которому движется холодный теплоноситель больше площади по-

перечного сечения внутренней подъемной трубы, то теплоноситель будет опускаться с меньшей скоростью, а подниматься с большей, и наоборот. Данное обстоятельство существенно влияет на эффективность функционирования односкважинной системы съема, вследствие того, что возможно существенное изменение как гидравлического сопротивления системы, так и нагрева теплоносителя.

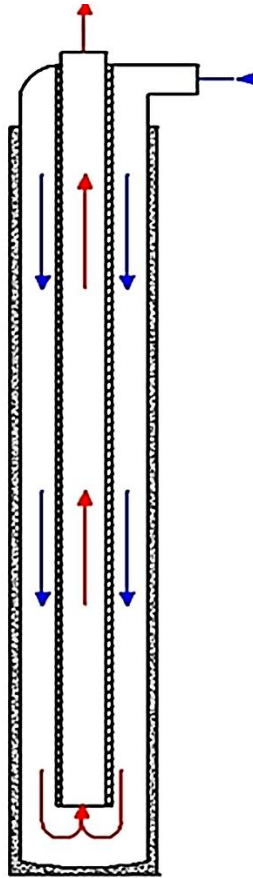


Рис. 1. Схема конструкции односкважинной системы съема теплоты недр

На основании вышесказанного было выполнено расчетно-параметрическое исследование влияния диаметра внутренней колонны труб на эффективность работы односкважинной системы съема. В качестве исходных данных было принято: наружный диаметр обсадной колонны труб составляет 273 мм, толщина стенки при этом 7,1 мм, наружный диаметр внутренней колонны выбран 114 мм, при толщине стенки 10 мм. Затем производилось варьирование диаметров в широком диапазоне, вследствие чего было выявлено, наиболее оптимальное соотношение диаметра внутренней колонны труб к диаметру обсадной трубы состав-

ляет от 1,4 до 1,7. При этом наблюдаются минимальные значения гидравлического сопротивления и наивысшая температура на выходе из односкважинной системы съема.

Таким образом, как на основе уже существующих, так и вновь пробуренных скважин возможно создавать односкважинные системы извлечения глубинной тепловой энергии недр. При этом необходима оптимизация конструкции односкважинной системы, что может существенно повлиять на её тепловую эффективность.

Работа проводилась при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации (Приказ Минобрнауки России о назначении стипендии Президента Российской Федерации молодым ученым и аспирантам, осуществляющим перспективные научные исследования и разработки по приоритетным направлениям модернизации российской экономики, на 2015–2017 годы от 10 марта 2015 года №184).

### *Список литературы*

1. Ливинский А. Проблемы автономного энергоснабжения потребителей Крайнего Севера / А. Ливинский, И. Редько // ЦЭНЭФ. – 2003. – №41. – С. 22–24.
2. Sandrine Portier, François-David Vuataz, Chemical stimulation techniques for geothermal wells: experiments on the three-well EGS system at Soultz-sous-Forêts, France, Geothermics. – Vol. 38. – 2009. – P. 349–359
3. B. Mack Kennedy, Matthijs C. van Soest. A helium isotope perspective on the Dixie Valley, Nevada, hydrothermal system // Geothermics. – Vol. 35. – 2006. – P. 26–43.
4. Hakim Saibi, Sachio Ehara Temperature and chemical changes in the fluids of the Obama geothermal field (SW Japan) in response to field utilization // Geothermics. – Vol. 39. – 2010. – P. 228–241.
5. Jasmin Raymond, René Therrien. Low-temperature geothermal potential of the flooded Gaspé Mines, Québec, Canada // Geothermics. – Vol. 37. – 2008. – P. 189–210.

6. Romain Sonney, François-D. Vuataz. Properties of geothermal fluids in Switzerland: A new interactive database // Geothermics. – Vol. 37. – 2008. – P. 496–509.