

УДК 622.625.28

## ГЕОТЕРМАЛЬНАЯ ЭНЕРГИЯ ИЗ ЗАКОНСЕРВИРОВАННЫХ СКВАЖИН – КАК ЭФФЕКТИВНЫЙ СПОСОБ СНИЖЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ЗАТРАТ НА УДАЛЕННЫХ НЕФТЕДОБЫВАЮЩИХ ОБЪЕКТАХ

**Ю.А. Гуторов**, доктор технических наук, профессор кафедры информационных технологий, математики и естественных наук  
Филиала ФГБОУ ВПО «Уфимского государственного технического нефтяного университета» в г. Октябрьском, г. Октябрьский, Россия, e-mail: [itmen@jf.ugntu.ru](mailto:itmen@jf.ugntu.ru)

**К.Ф. Габдрахманова**, кандидат педагогических наук, доцент кафедры информационных технологий, математики и естественных наук  
Филиала ФГБОУ ВПО «Уфимского государственного технического нефтяного университета» в г. Октябрьском, г. Октябрьский, Россия, e-mail: [klara47@mail.ru](mailto:klara47@mail.ru)

**Ф.Г. Усманова**, кандидат химических наук, доцент кафедры информационных технологий, математики и естественных наук  
Филиала ФГБОУ ВПО «Уфимского государственного технического нефтяного университета» в г. Октябрьском, г. Октябрьский, Россия, e-mail: [fanial909@gmail.com](mailto:fanial909@gmail.com)

**Аннотация.** В работе проведено теоретическое исследование использования геотермальных ресурсов: использование тепловой энергии земли в промышленных целях, проанализирован существующий опыт использования геотермальной энергии в России и за рубежом. На основании анализа публикаций по данной проблеме предлагается использовать фонд законсервированных скважин в качестве источников геотермальной энергии для снижения энергетических затрат и негативного воздействия на окружающую среду в России.

*Ключевые слова:* геотермальная энергия, потенциал геотермальной энергии, законсервированные скважины, тепло- и электроснабжение, геотермальная станция, экономический эффект.

## GEOTHERMAL ENERGY FROM ABANDONED WELLS - AN EFFECTIVE WAY TO REDUCE ENERGY COSTS FOR DISPOSING OIL PRODUCING OBJECTS

**Y.A. Gutorov**, Doctor of technical Sciences, Professor of the Department of information technology, mathematics and natural Sciences  
Branch of Federal state educational institution of Ufa state technical oil University in October, Oktyabrskiy, Russia, e-mail: [itmen@jf.ugntu.ru](mailto:itmen@jf.ugntu.ru)

**C.F. Gabdrahmanova**, candidate of pedagogical Sciences, Associate Professor, Department of information technologies, mathematics and natural Sciences  
Branch of Federal state educational institution of Ufa state technical oil University in October, Oktyabrskiy, Russia, e-mail: [klara47@mail.ru](mailto:klara47@mail.ru).

**F.G. Usmanov**, candidate of chemical Sciences, Associate Professor of the Department of information technology, mathematics and natural Sciences  
Branch of Federal state educational institution of Ufa state technical oil University in October, Oktyabrskiy, Russia, e-mail: [fanial909@gmail.com](mailto:fanial909@gmail.com).

**Abstract.** In this paper, a theoretical study of the use of geothermal resources: land use of thermal energy for industrial purposes, analyzed the existing experience in the use of geothermal energy in Russia and abroad. Based on the analysis of publications on this issue are encouraged to use the fund abandoned wells as geothermal energy to reduce energy costs and the negative impact on the environment in Russia.

*Keywords: geothermal energy, potential of geothermal energy, abandoned wells, electricity and heating, geothermal station, the economic effect.*

**Введение.** Сейчас человечество не сильно задумывается, что оно оставит будущим поколениям. Люди бездумно выкачивают и выкапывают полезные ископаемые и с каждым годом потребляют все больше и больше ресурсов. Растет население планеты, уровень жизни людей, а следовательно увеличивается и потребность в энергетических ресурсах. На сегодняшний день основное количество энергии мы получаем из традиционных ресурсов, таких как газ, нефть и уголь и во многих странах уже начали активно использовать возобновляемые источники энергии (ВИЭ). Несомненно, что помимо добычи минеральных природных ресурсов становится необходимым и актуальным развитие отрасли альтернативной энергетики на основе ВИЭ. Одним из перспективных направлений в этой области является геотермальная энергия, так как ее запасы имеются практически по всей планете и они постоянны и удобны для использования в отличие от солнечной и ветровой энергии, которые отличаются прерывистым характером поступления.

**Цель работы.** Анализ возможности и целесообразности извлечения и использования геотермальной энергии из законсервированных скважин нефтяных и газовых месторождений.

**Материал и результаты исследований.** Как и в любом производстве, основной целью нефтегазодобывающих компаний является выполнение планов по производству продукции и получение прибыли. На решение задач по повышению энергоэффективности, сбережению ресурсов и природоохранные мероприятия у производителей, как правило, нет времени и материальных ресурсов. Следствием этого является нарастающий объем глобальных задач, встающих уже не только перед самими нефтегазодобывающими предприятиями, но и перед государством и обществом в целом. Таковыми, т.е. масштабными (глобальными) на наш взгляд сейчас как раз и являются проблемы энергосбережения и охраны ОС. Особенно

важными эти вопросы являются для месторождений, находящихся на поздней стадии разработки, когда себестоимость добычи нефти становится высокой и накопленные неэксплуатируемые технические объекты, например, скважины, а также экологический ущерб и опасные отходы, требуют огромных затрат. Соответственно, решить такие глобальные задачи можно только сообща, объединяя усилия бизнеса (НГДП), государства и науки (научно-технических центров, научно-исследовательских институтов и вузов). Предлагаемый нами способ решения энергоснабжения удаленных нефтеснабжающих объектов возможно реализовать именно при таком взаимовыгодном сотрудничестве, при котором все стороны найдут взаимопонимание, и вместе придут к положительному результату.

Анализ литературных данных позволил сделать следующие выводы: проблемы и способы снижения энергетических затрат на нефтеснабжающих объектах исследуются и решаются двумя основными способами:

- автоматизация технологических процессов на объектах добычи нефти и регулирование режима добычи, например, попеременная эксплуатация скважин, а также усовершенствование технических характеристик используемых двигателей, насосов и других технических узлов [1, 2];

- использование малых, в том числе мобильных электростанций или электростанций малой мощности работающих на разных видах топлива: попутный нефтяной газ (ПНГ), природный газ, нефть, мазут, дизельное топливо [2, 3].

Перечисленные методы не позволяют эффективно решить проблему, так как они лишь переводят затраты ресурсов из одной статьи в другую и являются экологически небезопасными, т.к. влекут за собой загрязнение ОС посредством выбросов в атмосферу от сжигания топлива, образования немалого объема отходов и сточных вод, требующих обезвреживания и утилизации. Кроме того все перечисленные способы очень дороги. Так, например, зачастую затраты на обустройство нефтяных месторождений газотурбинными установками (ГТУ) не окупаются, а нефтеснабжающие компании (опять же в виду отсутствия научно обоснованного подхода к выбору способа утилизации ПНГ) были вынуждены поставить ГТУ, чтобы не нарушать природоохранное законодательство и не платить штрафы. Другой пример с дизельными установками для энергоснабжения промысла: использование таких генераторов энергии мы считаем экономически нецелесообразным, т.к. для их работы требуется постоянный расход большого объема топлива. Это топливо еще нужно регулярно доставлять на место, что также весьма затруднительно и дорого ввиду удаленности таких объектов и зачастую отсутствия транспортных путей. Мы подсчитали, что обеспечение топливом дизельной установки мощностью 100 кВт с расхо-

дом топлива от 12 до 25 л/ч обходится в 2,6-5,4 млн. рублей в год при цене самой установки от 450 до 900 тысяч рублей в зависимости от производителя, технических характеристик и комплектации.

Рассмотрев и изучив данную проблему, мы предлагаем следующее решение: использовать имеющийся на месторождении фонд скважин, заброшенных, неэксплуатируемых или законсервированных в качестве источников геотермальной энергии. Интересно, что в других странах, например в Китае [4] и США [5], исследователи уже несколько лет занимаются решением этой задачи. Можно предположить, что это связано с тем, что таким образом можно значительно снизить затраты на разведку, строительство и обустройство скважин и попутно решается ряд других задач, связанных с экологической опасностью заброшенных скважин, и как следствие, необходимостью периодического мониторинга их состояния. Следует отметить тот факт, что в мире есть несколько геотермальных станций, построенных в сейсмически неактивных регионах, где отсутствуют температурные аномалии в геологических средах. Примером могут служить геотермальные станции в Германии и Франции [6], которым на сегодняшний день уже более 20 лет они успешно функционируют. Очень показателен опыт г. Кретей во Франции, где продуктивная наклонно пробуренная скважина глубиной 1800 м с температурой на устье 77 °С, расходом - 270 м<sup>3</sup>, давлением 0.6 МПа обеспечивает работу тепловой станции мощностью 10 МВт (8,6 Гкал/ч). Более того во Франции на 2007 год эксплуатировалось 30 геотермальных систем теплоснабжения и в результате было замещено 130 тыс.т у.т. (условного топлива) [6]. Для геотермальных месторождений данного региона характерна высокая минерализация и коррозионная активность теплоносителя, поэтому все трубопроводы и остальные конструктивные детали выполнены из нержавеющей стали. Себестоимость тепловой энергии, вырабатываемой на этих станциях составляет 35 евро/МВт·ч (1770 руб./Гкал).

На основании литературных данных мы также сделали вывод о том, что потенциал геотермальной энергии, заключенный в законсервированных скважинах месторождений нашей страны, возможно очень велик и его оценка может стать отдельной темой для исследований. Нами начато теоретическое исследование в плане анализа уровня развития данного направления в мире, ведется поиск и обработка имеющейся информации по способам использования геотермальной энергии заброшенных скважин в мире. Так, по данным НПЦ «Недра» на территории РФ только геологоразведочных скважин на нефть и газ (скважин опорно-параметрического и поисково-разведочного бурения) насчитывается более 130 000. По экспертным оценкам за период разведки и эксплуатации недр глубоким бу-

рением на нефть и газ было пробурено около 1 500 000 скважин, в том числе "геологоразведочных" (опорных, параметрических, поисковых, разведочных) и эксплуатационных. В настоящее время часть этих законсервированных и ликвидированных скважин находится в аварийном состоянии и представляет реальную угрозу для окружающей среды (ОС), т.к. из-за разрушения цементных мостов, коррозии устьевого оборудования и самой колонны теряется герметичность скважины, и появляются разливы рассолов, нефти, а иногда может возникнуть и открытый фонтан [7]. Такой случай произошел недавно в Краснодарском крае ночью 15 мая 2013 года на скважине N249 в промышленном районе хутора Ханьков Анастасиевского сельского поселения. Там произошел выброс газо-грязевой смеси, причиной которого стал срыв запорной арматуры в конструкции скважины. Промышленная скважина принадлежит ОАО "Роснефть-Краснодарнефтегаз". 17 мая рабочие продолжили монтаж новой запорной арматуры на устье скважины. На месте происшествия работали 134 человека и 42 единицы техники [8].

Как видим из примера, такое положение дел в стране приводит к загрязнению ОС, большим непредвиденным материальным затратам и потере ценных минеральных ресурсов. К сожалению ситуация практически не меняется, в виду отсутствия и у государства и у нефтедобывающих компаний целевых средств на решение проблем с такими скважинами, а также и интереса к решению этих задач.

Решение данной проблемы нам видится, как уже говорилось выше, в тесном сотрудничестве научных организаций, государства и нефтегазодобывающих компаний. Нами составлена программа исследований для выполнения научно-технической работы в этом направлении. Далее приведем описание планируемых работ.

1 Анализ имеющейся информации по способам использования геотермальной энергии в России и мире для тепло- и электроснабжения.

2 Выполнение теоретических и экспериментальных исследований с целью оценки минимально допустимой разности температур, обеспечивающей получение рентабельного источника геотермальной энергии для использования в качестве источника тепловой и электрической энергии.

3 Изучение по изотермам на дневной поверхности закономерностей распределения источников геотермальной энергии в районах интенсивной нефтедобычи с целью выявления ее аномальных источников, удовлетворяющих критериям рентабельности каждого конкретного источника (скважины).

4 Разработка эскизного проекта, а затем технического проекта функциональной схемы блочной геотермальной станции, предназначенной для

использования геотермальной энергии в качестве источника для систем бытового или промышленного теплоснабжения (БГС-Т).

5 Разработка эскизного проекта, а затем технического проекта функциональной схемы блочной геотермальной станции, предназначенной для использования геотермальной энергии в качестве источника электроэнергии (БГС-Э).

6 Разработка конструкторской документации и изготовление опытных образцов БГС-Т и БГС-Э.

7 Проведение приемочных испытаний БГС-Т и БГС-Э в промышленных условиях на территории потенциального заказчика.

8 Корректировка конструкторской документации на БГС-Т и БГС-Э по результатам приемочных испытаний.

9 Адаптация имеющихся технических проектов БГС-Т и БГС-Э для разных условий нефтедобывающих регионов РФ с дальнейшей разработкой конструкторской документации и изготовлением опытных образцов для проведения приемочных испытаний.

Несмотря на большие объемы инвестиций, требуемых на выполнение этих работ, мы считаем, что эффекты от реализации таких проектов полностью себя окупят. Так как строительство таких геотермальных станций на объектах добычи нефти и газа позволит значительно сократить расходы на топливо. Другим положительным эффектом будет улучшение экологической ситуации на этих объектах за счет снижения объемов выбросов в атмосферу, образования отходов и сточных вод и как следствие, снижение затрат на платежи за негативное воздействие на ОС.

**Вывод.** Кроме экологического и экономического эффектов от реализации таких проектов в нефтегазодобывающих компаниях можно получить еще и социальные выгоды, которые будут выражаться в создании новых рабочих мест, а для месторождений, находящихся на заключительной стадии разработки даст возможность переориентироваться на энергетическую отрасль и занять там свою нишу. Еще одним положительным результатом этих работ, несомненно, будет появление новых современных технологий в данной отрасли и в целом по стране это позволит развивать и расширять использование ВИЭ и энергосберегающих технологий. В направлении применения ВИЭ и в том числе геотермальной энергии Россия значительно отстает от развитых стран и поэтому проблема весьма актуальна и значима. Предполагаемые результаты от реализации данной программы позволят распространить разработанные технологии извлечения геотермальной энергии практически по территории всей России, где имеются законсервированные нефтяные и газовые, а также возможно и другие разведочные или поисковые скважины.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Николаев Н.М. ОАО «РИТЭК» - за экологическую безопасность. Журнал «Элита Татарстана» / <http://www.elitat.ru/index.php?rubrika=48&st=2114&type=3&lang=1>. Дата публикации 18.04.2012.
2. Евдокимов Я.Ю. Эксплуатация нефтяных скважин винтовыми насосами. - Труды XIII Международного научного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых «Проблемы геологии и освоения недр» / <http://past.tpu.ru/files/nu/ignd/sec11-09.pdf>.
3. Месторождения на заключительной стадии разработки. Пути решения проблемы высоких энергозатрат. - "Oil@Gas Journal. Russia" / <http://www.ogjussia.com/science/mestorozhdeniya-na-zaklyuchitelnoy-stadii-razrabotki/> - октябрь, 2013 г.
4. [John W. Lund](#), [Derek H. Freeston](#), [Tonya L. Boyd](#). Direct utilization of geothermal energy 2010 worldwide review / Geothermics, Vol.40, Is.3, September, 2011, P.159–180.
5. [Wen-Long Cheng](#), [Tong-Tong Li](#), [Yong-Le Nian](#), [Chang-Long Wang](#). Studies on geothermal power generation using abandoned oil wells / [Energy](#). Vol.59, №15, September, 2013, P.248–254.
6. Бутузов В.А. Примеры реализованных проектов геотермального теплоснабжения в Германии и Франции / [http://www.rosteplo.ru/tech\\_stat/stat\\_shablon.php?id=2693](http://www.rosteplo.ru/tech_stat/stat_shablon.php?id=2693).
7. Обследование и ликвидация экологически опасных скважин на нефть и газ нераспределенного фонда недр, пробуренных за счет государственных средств / <http://www.nedra.ru/rus/activity/terminate.php>.
8. В Краснодарском крае на одной из скважин "Роснефти" "зафонтировал" газ. Новости / <http://www.oilru.com/news/369054/>.

УДК 662.7

## МОТОРНІ ПАЛИВА З ВІДХОДІВ ПОЛІМЕРНИХ МАТЕРІАЛІВ

**В.В. Слободчиков**, завідувач денним відділенням «Механізація та інформаційні технології», викладач спецдисциплін

Миколаївський будівельний коледж Київського національного університету будівництва і архітектури, м. Миколаїв, Україна

**Г.О. Аржаєв**, голова циклової комісії спецдисциплін «Машинобудування та матеріалобробка», викладач вищої категорії, викладач-методист

Миколаївський будівельний коледж Київського національного університету будівництва і архітектури, м. Миколаїв, Україна

**М.М. Балака**, асистент кафедри будівельних машин

Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ, Україна, e-mail: [balaka\\_maxim@ukr.net](mailto:balaka_maxim@ukr.net)

**Анотація.** В роботі проведено аналіз стану переробки відходів термопластичних