

УДК 620.92(075.8)

## ВОЗМОЖНОСТИ УТИЛИЗАЦИИ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ГЕОТЕРМАЛЬНОЙ ЭНЕРГИИ ДЛЯ ЕЁ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ В ЭЛЕКТРИЧЕСКУЮ

К.Ф. Габдрахманова<sup>1</sup>, Г.Р. Измайлова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>кандидат педагогических наук, доцент кафедры информационных технологий, математики и естественных наук, филиала ФГБОУ ВО «Уфимского государственного технического университета в г. Октябрьском, г. Октябрьский, Россия, e-mail: [klara47@mail.ru](mailto:klara47@mail.ru)

<sup>2</sup>кандидат физико –математических наук, преподаватель кафедры информационных технологий, математики и естественных наук, филиала ФГБОУ ВО «Уфимского государственного технического университета в г. Октябрьском, г. Октябрьский, Россия, e-mail: [gulena-86@mail.ru](mailto:gulena-86@mail.ru)

**Аннотация.** В работе проведено теоретическое исследование возможности преобразования низкотемпературной геотермальной энергии с температурой не более +45÷50 °С в электрическую энергию. Интерес к этой проблеме вызван тем, что большинство промышленно развитых стран ставят проблему энергосбережения. Следовательно, можно ожидать, что те компании, которые достигают симбиоз применения возобновляемых источников энергии, эффективных технологий и инновационных подходов к организации производства будут иметь конкурентные преимущества в будущем. Современные инновационные достижения в области разработки топливных элементов, являются одним из источников энергосбережения, которые могут не только служить источником относительно не дорогой электроэнергии, но также генерировать значительное количество тепла для прогрева продуктивных пластов и транспортируемой на поверхность добываемой из них продукции.

*Ключевые слова:* геотермальная энергия, энергосбережение, топливные элементы, сепаратор, бинарный контур теплообмена, компрессор, теплообменник, конденсатор.

## THE POSSIBILITY OF UTILIZING A LOW TEMPERATURE GEOTHERMAL ENERGY FOR CONVERSION INTO ELECTRICAL

K.F. Gabdrakhmanova<sup>1</sup>, G.R. Izmailova<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ph.D., associate Professor of information technologies, mathematics and natural Sciences, Branch of Ufa State Petroleum Technological University in the City of Oktyabrsky, Oktyabrsky, Russia, e-mail: [klara47@mail.ru](mailto:klara47@mail.ru)

<sup>2</sup>Ph.D, lecturer of the Department of information technologies, mathematics and natural Sciences, Branch of Ufa State Petroleum Technological University in the City of Oktyabrsky, Oktyabrsky, Russia, e-mail: [gulena-86@mail.ru](mailto:gulena-86@mail.ru)

**Abstract.** In this paper, a theoretical study of the possibility of converting low-temperature geothermal energy with a temperature of not more than + 45÷50 C into electrical energy. The interest in this problem stems from the fact that most industrialized countries have raised the issue of energy conservation. Therefore, it can be expected that those companies that



achieve the symbiosis of renewable energy, efficient technologies and innovative approaches to the organization of production will have competitive advantages in the future. Modern innovative developments in the field of fuel cell development are one of the energy-saving sources, which can not only serve as a source of relatively expensive electricity, but also generate a significant amount of heat for heating productive formations and products transported to the surface.

*Keywords: geothermal energy, energy saving, fuel cells, separator, binary heat exchange circuit, compressor, heat exchanger, condenser.*

**Введение.** В 2007 году лидеры стран – членов ЕС принял решение об амбициозных целях снижения производственных выбросов [1]. Целью этого проекта является уменьшить выброс парниковых газов на 20% по сравнению с уровнем 1990 года, увеличить долю возобновляемых ресурсов производства электроэнергии до 20% и повышения энергоэффективность до 20% к 2020 году. По данным Евростата, в 2012 году, 14,1% от валового потребления электроэнергии состояла из возобновляемых источников энергии, что на 10,0% выше по сравнению с 2007 годом [2]. В данной ситуации необходимо рассмотреть возможные подходы для решения проблемы энергосбережения и использования альтернативных источников энергии. Так, например, специалистами кафедры «Термодинамики, теплотехники и энергосбережения» МАМИ были опубликованы результаты исследовательской работы [3] посвященные проблеме утилизации низкотемпературной геотермальной энергии для производства электроэнергии при эксплуатации нефтяных скважин. На основе этих результатов сотрудники «Института нефти, газа и энергетики» КубГТУ [4] разработали конструкцию электротурбины, работающей на низкотемпературном испарителе.

**Цель работы.** Повышение рентабельности преобразования низкотемпературной (+45÷50 °С) геотермальной энергии в электрическую энергию.

#### **Материал и результаты исследований.**

В работе [5] авторы сообщают о проблемах засорения в призабойных зонах скважин асфальтенами, парафинами, битумами и методах интенсификации притока нефти.

Для решения выдвинутой проблемы предлагается оснастить глубинно-насосное оборудование на забое низкотемпературных (до 2000 м) скважин топливными элементами [6], которые обеспечат электроэнергией электронасосы ГНО с одной стороны, а также прогрев призабойной зоны пласта за счет выделения тепловой энергии температурой от +100 °С и более, повышая тем самым его продуктивность и одновременно нагревают добываемую из пласта жидкость (смесь нефти и воды) до той же температуры.



Затем, эта разогретая до  $+100\div 150$  °С пластовая жидкость с помощью ГНО, приводимого в действие электроприводом, питаемым топливными элементами, поступает в сепарационную установку, которая может быть расположена в скважине [6], либо на поверхности, где происходит процесс сепарации (разделения) нефти от воды. После чего нефть по отдельному трубопроводу поступает на групповую замерную установку для учета и последующей транспортировки в резервуарный нефтепарк, а нагретая до температуры  $+100\div 150$  °С попутная вода по другому трубопроводу, представляющему собой первичный контур бинарной энергоустановки, поступает в теплообменник, который является составным элементом вторичного контура, где циркулирует за счет компрессора паровоздушная смесь легкоиспаряющейся жидкости, приводящая в движение паровую электротурбину. В свою очередь теплая попутная вода после теплообменника поступает на блочную насосную станцию для последующего нагнетания в продуктивный пласт.

Таким образом, за счет оснащения ГНО топливными элементами удастся поднять забойную температуру напротив продуктивного пласта до оптимальной величины ( $+100\div 150$  °С), что с одной стороны позволит обеспечить глубокий прогрев низкотемпературного пласта и нагреть добываемый пластовый флюид транспортируемый на поверхность до оптимальной величины ( $+80\div 100$  °С), дающий возможность с помощью бинарного контура утилизации геотермальной энергии преобразовать ее в электричество по напряжению и мощности приемлемое для его промышленного применения в качестве источника питания инфраструктурных объектов нефтепромысла.

Кроме того, существенно удешевляют применение топливных элементов возможность использования ими в качестве топлива легких фракций нефти добываемой из прогреваемого с их помощью продуктивного пласта [7].

Возможен также способ получения переменного тока путем преобразования постоянного тока из топливного элемента. Положительное воздействие электромагнитного поля на нефтяной пласт описано во многих работах [9-12].

**Вывод.** Предлагаемый способ утилизации низкотемпературной геотермальной энергии, несмотря на относительно высокую стоимость топливных элементов, позволит существенно повысить рентабельность их применения благодаря использованию эксплуатации малодебитных нефтяных скважин с начальной низкой температурой на забое. Данная технология также позволит повысить продуктивность скважин, снизить вязкость нефти, очистить призабойную зону пласта, а также обеспечит глубинно-насосное



оборудование автономными источниками питания, в качестве которых выступают топливные элементы.

## ЛИТЕРАТУРА

1. European Commission. The 2020 climate and energy package. Accessed 2014-04-30.
2. Eurostat. Share of renewable energy in final energy consumption. Accessed 2014-04-30.
3. Гнатусь Н.А. Термальная энергетика России. Перспективы освоения и развития // М., ИНП РАН, 2013 – 35 с.
4. Боронин В.П. Геофизическое изучение кристаллического фундамента Татарстана // Казань, КГУ, 1982. – 200 с.
5. Кицис С.И. Перспективы применения метода электровоздействия на продуктивный нефтегазосодержащий пласт для интенсификации притоков нефти к скважинам / С.И. Кицис, П.Л. Белоусов // Проблемы освоения энергетических ресурсов западно-сибирского нефтяного комплекса 1988. С.100-104.
6. Раменский А.Ю., Григорьев С.А. Технологии топливных элементов: вопросы технического регулирования // УСАЕЕ, 2016 – №19 – 20 с.
7. Скважинный сепаратор нефти. Патент РФ «2291291 от 10.01.2007.
8. Мишин С. Н. Автомобиль на топливных элементах: АТЭЛ-3 // ж. «За рулем», М., – 2018, №3 . – С.13-19.
9. Саяхов Ф.Л. О высокочастотном нагреве битумных пластов / Ф.Л. Саяхов, Р.Т. Булгаков, В.П. Дыбленко и др. // Нефтепромысловое дело, 1980, №1.-С.5-8
10. Саяхов Ф.Л. Физико-технические основы электромагнитной технологии извлечение нетрадиционных углеводородов / Ф.Л. Саяхов, Н.Я. Багаутдинов, Ю.Б. Салихов // Вестник БГУ, 2000, № 1.-С. 19-26.
11. Фатыхов М.А. Определение радиуса теплового влияния пристационарной фильтрации битумной нефти в высокочастотном электромагнитном поле / М.А. Фатыхов, Ф.Л. Саяхов // Физико-химическая гидродинамика: Межвуз. сб.. – Уфа: Башгосуниверситет, 1989. – С.25-28.
12. Хабибуллин И.Л. Особенности фильтрации высоковязкой жидкости при нагреве электромагнитным излучением / И.Л. Хабибуллин, А.Ю. Галимов // Изв. РАН. Механика жидкости и газа. 2000. № 5. С. 114-115.

УДК 621.899

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ РЕГЕНЕРАЦИИ АВТОМОБИЛЬНЫХ СМАЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

**В.Е. Олишевская<sup>1</sup>, Г.С. Олишевский<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>кандидат технических наук, доцент кафедры автомобилей и автомобильного хозяйства, Государственное ВУЗ «Национальной горный университет», г. Днепр, Украина, e-mail: [olishevskavye@gmail.com](mailto:olishevskavye@gmail.com)

<sup>2</sup>кандидат технических наук, доцент кафедры систем электроснабжения, Государственное ВУЗ «Национальной горный университет», г. Днепр, Украина, e-mail: [olishevskiyg@gmail.com](mailto:olishevskiyg@gmail.com)

