



**Некоммерческое партнерство
«НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ СОВЕТ
Единой энергетической системы»**

109044 г. Москва, Воронцовский пер., дом 2
Тел. (495) 912-1078, 912-5799, факс (495) 632-7285
E-mail: dtv@nts-ees.ru, <http://www.nts-ees.ru/>

УТВЕРЖДАЮ

Председатель Научно-технической
коллегии НП «НТС ЕЭС», д.т.н.,
профессор

Н.Д. Роголев

«13» июня 2017 г.

01 июня 2017 г.

г. Москва

ПРОТОКОЛ № 1

заседания секции «Возобновляемая и нетрадиционная энергетика»
НП «НТС ЕЭС» по теме:

**Петротермальная энергетика России. Перспективы освоения и
развития**

Докладчик: Председатель правления некоммерческой организации «Фонд поддержки освоения и развития перротермальной энергетике «Термолитэнерго», член бюро Научного Совета РАН по геотермии, д.т.н., профессор, академик РАЕН **Гнатусь Н.А.**

Рецензенты:

ведущий научный сотрудник НИЛ ВИЭ Географического факультета МГУ имени М.В.Ломоносова, к.ф.-м.н. **Рустамов Н.А.;**

технический директор Корпорации «ЕЭЭК», к.т.н., с.н.с. **Перминов Э.М.**

Присутствовали: члены секции «Возобновляемая и нетрадиционная энергетика» НП «НТС ЕЭС», МГУ имени М.В.Ломоносова, НИЦ «МЭИ», «ПАО «Передвижная энергетика», ПАО «РусГидро», приглашённые специалисты.

Вступительное слово: Э.М.Перминов – председатель секции.

Во вступительном слове Э.М.Перминов отметил, что процесс интенсивного использования возобновляемых и нетрадиционных природных энергетических ресурсов в мире происходит очень быстрыми темпами. Одним из таких ресурсов, которому уделяется значительное внимание являются системы использования глубинного тепла земли сухих горных пород. Этот вопрос, в том числе, и по поручению Минэнерго ранее рассматривался на заседании секции «Возобновляемая и нетрадиционная энергетика», но из-за недостаточной практической проработанности предложения и наличия вопросов к теоретической

обоснованности не получил поддержки. За прошедшее время авторы продвинулись в своих работах в этой области, поэтому было принято решение заслушать доклад по новым предложениям с целью оценить их практическую ценность и готовность к реализации в условиях России.

С докладом «Петротермальная энергетика России. Перспективы освоения и развития» выступил проф. Гнатусь Н.А.

Основные положения доклада (Презентация доклада и сопроводительная аналитическая записка прилагаются).

Для энергетики будущего может иметь важное значение извлечение тепловой энергии, заключенной в твердых «сухих» горячих горных породах – петротермальных ресурсов. По имеющимся оценкам эта энергия может составлять до 99 % общих ресурсов внутривоздушного тепла. Петротермальная энергия – стабильный, весьма мощный и практически неисчерпаемый общепланетарный ресурс. Он может занимать по своим масштабам возможного использования одно из лидирующих мест среди нетрадиционных и возобновляемых источников энергии.

Преимущества петротермального источника энергии, следующие: повсеместное распространение, приближенность и приспособленность к потребителю, возможность обеспечить сравнительно низкие капиталов- и трудоемкости при освоении, безотходность, безопасность в эксплуатации, экологическая чистота. К недостаткам можно отнести сравнительно низкий потенциал на глубине до 3 км, не транспортабельность, отсутствие опыта промышленного освоения в России.

Этот вид энергии может быть доступен везде, для больших и малых территорий на Земле. Особенно на территории России. На глубине до 4 – 6 км горячие породы с температурой 100 – 150°C распространены почти повсеместно, а с температурой 180 – 200°C на довольно значительной части Российской Федерации. Это вполне достаточно для целей теплоснабжения. На глубине 5 – 6 км в активных геодинамических провинциях можно встретить массивы с температурой 250 – 300°C.

Технические средства и процессы добычи, обработки и доставки петротермальных теплоносителей к их потребителю на основе технологии петротермальных циркуляционных систем (ПЦС), разработанной и внедренной на базе отечественной техники, следует рассматривать как высокоэффективную технологию, которая обеспечивается опытом и квалифицированными кадрами, необходимыми для освоения всей совокупности топливно-энергетических подземных ресурсов.

Принципиальная схема ПЦС с искусственным тепловым коллектором – серией вертикальных трещин, полученных в результате гидроразрыва может быть представлена в виде двух нагнетательной и эксплуатационной геотермальных скважин, трещин гидроразрыва и теплового котла-коллектора. Это двухконтурная технология с передачей петротермальной энергии рабочему теплоносителю (вода) в погружных скважинных теплообменниках. Это означает, что зоны фильтрации между геотермальными скважинами являются замкнутыми и позволяют использовать для таких коллекторов простой тип ПЦС с нагнетанием-

вытеснением. С нагнетанием холодной воды и вытеснением нагретой горячими породами воды, пароводяной смеси (ПВС), пара. На поверхности пар подается на турбину, а ПВС в теплообменник для нагрева воды в тепловой сети. Отработавший теплоноситель химически очищается и вновь закачивается в нагнетательную скважину.

С целью преодоления технических и экономических трудностей группой российских ученых и специалистов закончена работа по созданию инновационных высокоэффективных технологий, технических средств и методов проводки глубокого и сверхглубокого проникновения в сложных горно-геологических условиях в недра земной коры. Промышленные предприятия страны приступили к производству и осуществляют поставку следующего оборудования:

- породоразрушающих инструментов многоразового использования (буровой снаряд) являющихся отечественным «know-how». Аналоги в мировой практике нам не известны. Скорость бурения твердых пород со средней плотностью 2500 – 3300 кг/м³ составляет до 30 м/ч, при диаметре скважины от 200 до 500 мм;
- высокопрочных бурильных труб из новых материалов способных работать в призабойной зоне с температурой до 400°С;
- беззамковых соединений труб бурильной колонны;
- оборудования и приспособлений для скоростного строительства вертикальных и наклонно направленных геотермальных скважин с опережающим открытым стволом;
- приспособлений, обеспечивающих корректировку конструкции скважины в процессе бурения;
- компоновок по укреплению стенок ствола скважины;
- комплексной беспроводной термобаростойкой геофизической техники;
- оборудования для создания высокоэффективного искусственного теплового коллектора с серией вертикальных трещин гидроразрыва;
- специальных термостойких пакеров;
- приспособлений и приборов для стационарного и оперативного слежения за состоянием ствола скважины;

- оборудование для бурения глубоких и сверхглубоких геотермальных скважин без подъема буровой колонны.
- усовершенствованных буровых установок «Уралмаш -15000»;
- нагнетательных насосов большой гидравлической мощности.

Породоразрушающие инструменты многоразового использования обладают большой экономической эффективностью и огромным потенциалом. Внедрение их и других высокоэффективных инновационных технологий в производство позволит открыть новый этап в строительстве глубоких и сверхглубоких геотермальных скважин, и создания на их основе ПЦС с естественным или искусственно сооружаемым коллектором с серией вертикальных трещин гидроразрыва, что обеспечивает доступ к неисчерпаемым источникам тепловой энергии Земли.

Расчетные технико-экономические показатели опытно-промышленной петротермальной энергоустановки суммарной мощностью 24 МВт следующие (все стоимостные показатели в ценах 2013 г.):

- срок строительства – 6 – 10 мес.;
- себестоимость производимой электроэнергии – 0,43 руб./кВтч;
- себестоимость производимого тепла – 68,6 руб./Гкал;
- суммарные капиталовложения в энергоустановку – 1822 млн. руб.;
- отпуск электроэнергии потребителю – 187,4 млн. кВтч/год;
- отпуск тепла – 905 тыс. Гкал/год;
- срок службы – 40 лет;
- средний срок окупаемости – 1,5 - 2 года.

Себестоимость вырабатываемых электроэнергии и тепла петротермальных энергоустановок могут быть вполне конкурентноспособны с продукцией производимой на действующих ГЭС, ТЭС и АЭС.

В перспективе две трети территории России вполне возможно снабдить петротермальными энергоустановками. Надо полагать, что это один из главных источников энергии. Создание новой отрасли дает возможность экономить около одного миллиарда тонн органического топлива в год. Экономия может составить 7-9 трлн. руб. В срок до 2050 года возможно создать энергетические мощности полностью исключавшие органическое сырье в качестве топлива.

Петротермальная энергетика – фундамент обеспечения экономической и энергетической безопасности страны.

Развитие промышленной петротермальной энергетики является уникальным процессом в мировой энергетике.

Докладчику были заданы вопросы по представленным экономическим оценкам проекта; по технологиям бурения сверхглубоких скважин для достижения пород с температурой 250 – 300°C; по методам получения электроэнергии, мощности генератора электроэнергии, возможности использования в качестве теплоносителя воздуха, а не воды; об экологической чистоте проекта; материале труб, используемых для скважины; математическому моделированию с целью прогноза работы системы.

Вопросы задавали: Перминов Э.М., Новиков Н.Л., Дельнов Ю., Тягунов М.Г., Шеин В.Я., Рустамов Н.А.

По докладу выступили рецензенты.

Рустамов Н.А. В отличие от предыдущих выступлений доклад Николая Афанасьевича дополнен многими деталями, расчетами и уточнениями, что несомненно улучшило его восприятие и привело к более точному представлению о проекте создания петрогеотермальной станции для производства электроэнергии и тепла.

Экономические расчеты по созданию таких систем были проведены в институте народнохозяйственных проблем РАН профессором Некрасовым А.С. совместно с авторами разработки, и в них были получены доказательства рентабельности работы петрогеотермальных систем.

Несмотря на то, что теоретические основы использования глубинного тепла сухих пород разрабатывается достаточно давно, до настоящего времени в России нет даже экспериментальной станции, созданной для использования этого источника энергии. В Европе и Америке построены и давно эксплуатируются геоциркуляционные системы, основным преимуществом которых перед другими нетрадиционными источниками энергии является стабильность выработки электроэнергии и тепла. Опыт строительства и эксплуатации таких систем хорошо известен специалистам.

Электростанции, построенные за рубежом, имеют мощности 1,7 МВт (Decert Peak, США); 3 МВт (Rosemanowes, Великобритания); максимум 10 МВт (Soultz, Франция). В то время как проект, представленный на наше рассмотрение, рассчитан на 24 МВт, стоимость которой оценивается, примерно, в 2 млрд. рублей. Понятно, что бурение сверхглубоких скважин – основная затратная часть этих работ, но если можно построить менее дорогую экспериментальную систему, то лучше пойти этим путем. Опыт показывает, что, несмотря на детальную теоретическую проработанность проекта, при практической реализации обязательно появятся новые трудности и проблемы, с которыми необходимо будет разбираться. Работы по созданию и эксплуатации небольшой экспериментальной станции позволили бы на практике пройти через все трудности и реально приступить к деятельности по созданию в России петрогеотермальной энергетике, ресурсы которой, по расчетам специалистов, огромны.

Перминов Э.М. Прослушанный нами доклад дает общее представление о проблеме использования петротермальных ресурсов. Хорошо проработаны мировой опыт, научная составляющая проекта, но для практической реализации нет достаточно конкретно сформулированной задачи, что и как необходимо сделать на первом этапе и последующих этапах такой масштабной деятельности.

Вся идея создания петротермальной энергетики становится возможной, когда будут созданы эффективные и технико-экономически приемлемые технологии бурения глубоких и свехглубоких скважин. «Бурильный снаряд», созданный авторами с использованием их «ноу-хау», составляет важнейший элемент всего проекта. Озвученная скорость бурения – 30 метров в час, представляет собой показатель, существенно превосходящий известные скоростные показатели бурения. Эта разработка нуждается в патентовании и утверждении авторских прав. Она должна получить понятное практическое подтверждение. Это – первый шаг. Далее необходимо ставить задачу бурения необходимых скважин различного назначения, осуществления гидроразрыва породы для накопления опыта реализации и развития технологии.

Ответы докладчика на заданные вопросы показали, что в системе компоновки различных устройств для выработки электроэнергии есть некоторый формальный подход, который необходимо устранить более детальными и обоснованными проработками и расчетами. Весь проект должен быть обеспечен техническим заданием, детально проработанным и просчитанным по всем составляющим этапам. Необходимо, по-видимому, организовать рассмотрение предложений авторов с участие широкого участия специалистов нефтяной и газовой отрасли для оценки всего комплекса вопросов бурения. Вопросы использования полученного теплоносителя на ГеоТЭС и в тепловых насосах энергетиками изучены и освоены на многих объектах: Паужетская, Ставропольская, Верхне- Мутновская, Мутновская ГеоТЭС, многих системах геотермального теплоснабжения и т.д.

Проект, несомненно, важен и интересен, но нуждается в доработке с учетом высказанных замечаний в ходе обсуждения.

В обсуждениях выступили:

Дельнов Ю. В. В проекте в технологической схеме предусмотрен генератор, вырабатывающий электроэнергию из производимого пара. При заданной мощности установки расход пара должен быть огромным. Необходимо проверить расчеты и уточнить параметры генератора. Отдельно необходимо обратить внимание на выбор местоположения системы, поскольку объемы используемого теплоносителя, потери в каждом цикле использования, подпитка и утилизация требуют наличие источника воды недалеко от станции. Эти объемы также необходимо подсчитать.

Новиков Н.Л. Предлагаю вам на первом этапе бурить скважины глубиной до 5 тыс. метров. На таких глубинах температура земной коры в среднем достигает более 100°C. Этой температуры вполне достаточно для получения при помощи тепловых труб энергии в больших объемах. Технологии тепловых труб настолько далеко продвинуты, что бурить более глубокие и дорогостоящие скважины не нужно. Кроме того, используя жидкий теплоноситель, вы обязательно столкнетесь с тем, что его нужно очищать для повторного

использования, а если очистка не эффективна, то утилизировать, так чтобы обеспечить экологическую безопасность ваших станций. Поэтому, нужно подумать, как использовать в качестве теплоносителя обычный воздух. Многие проблемы в этом случае просто не будут появляться.

Заслушав выступление, обсуждения и дискуссии заседание секции отметило:

1. Доклад Гнатусь Н.А. посвящен перспективному, но технически сложному и дорогостоящему методу использования глубинного тепла твердых пород земной коры, технология которого последовательно разрабатывается учеными-энергетиками и геологами многих стран;

2. Учитывая имеющийся международный и отечественный опыт строительства и эксплуатации петротермальных станций, представленные оценки ресурсов на территории России, назрела необходимость создания подобной опытной системы энергообеспечения, которая позволила бы на практике изучить ее работу.


3. Представленные технико-экономические показатели проекта строительства экспериментальной петротермальной станции в России вызывают сомнения и требуют дополнительных расчетов с учетом особенностей технологии и всех сопутствующих расходов.

Заседание секции решило:


1. Рекомендовать авторам представить конкретные предложения и технико-экономические расчеты по строительству экспериментальной петротермальной системы меньшей мощности 1–2 МВт с учетом основной затратной части этих работ – бурение сверхглубоких скважин.

2. Рекомендовать авторам провести рассмотрение предлагаемого проекта в части бурения сверхглубоких скважин в НТС ПАО «Роснефть» и ПАО «Газпром».

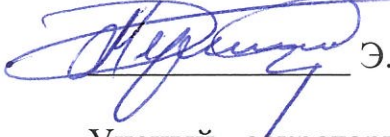
Первый заместитель Председателя
Научно-технической коллегии
НП «НТС ЕЭС», д.т.н.


В.В. Молодюк

Ученый секретарь НП «НТС
ЕЭС», к.т.н.


Я.Ш. Исамухамедов

Председатель секции «Малая и
нетрадиционная энергетика» НП «НТС
ЕЭС», к.т.н.


Э.М. Перминов

Ученый секретарь секции «Малая и
нетрадиционная энергетика» НП «НТС
ЕЭС», к.ф.-м.н.


Н.А. Рустамов