

Лекция 9

3. Материалы, используемые в нетрадиционной и возобновляемой энергетике

Материалы в геотермальной энергетике

Основные характеристики геотермальных ресурсов

Энергия тепла, содержащаяся в глубинных слоях под поверхностью Земли, называется *геотермальной энергией*. В соответствии с современными представлениями выделение теплоты в недрах Земли связано с совокупностью следующих процессов:

1. Радиоактивный распад элементов: элементы с периодом полураспада, меньшим периода формирования Земли, распались при первоначальном разогреве планетного вещества; распад долгоживущих элементов продолжается в настоящее время.
2. Воздействие притяжения Солнца и Луны, приводящее к земным приливам и торможению Земли. За счет этого фактора за время существования Земли выделилось до 30 % теплоты радиогенного происхождения.
3. Гравитационная деформация материала Земли с образованием плотного ядра и менее плотной оболочки.
4. Тектонические процессы, вызывающие вертикальные и горизонтальные смещения крупных блоков земной коры и ее упругие деформации.
5. Предполагается, что химические превращения в недрах Земли могли привести к выделению большого количества теплоты.

В земной коре существует подвижный и чрезвычайно теплоемкий энергоноситель – вода, которая насыщает все породы осадочного чехла. Разогретые до высоких температур породы нагревают воду. Жидкая вода существует только до глубин 10–15 километров, ниже при температуре около 700°C вода находится исключительно в газообразном состоянии.

На глубине 50–60 километров при давлениях около 30 тысяч атмосфер исчезает граница фазовости, т.е. водяной газ приобретает такую же плотность, что и жидкая вода.

Гейзеры. В основу данного явления входит понятие гидротермальный взрыв – природное явление имеющее форму взрыва, происходит при внезапном высвобождении большого объема перегретой, находящейся под давлением воды, в ходе которого

происходит быстрое превращение жидкости в газообразное состояние с сопутствующим разрушением слоев грунта, сдерживающих проходящий поток газа. Распространены в областях современной или недавно прекратившейся вулканическую деятельности, где происходит интенсивный приток тепла из вулканического очага. Гейзеры могут иметь вид небольших усечённых конусов с достаточно крутыми склонами, низких, очень пологих углублений, котловин, неправильной формы ям и др.; на их дне или стенках находятся выходы трубообразных или щелеобразных каналов. Гейзеры практически с постоянной продолжительностью цикла называются регулярными, с изменчивой — нерегулярными. Продолжительность отдельных стадий цикла измеряется в минутах и в десятках минут, стадия покоя длится от несколько минут до несколько часов или дней. Вода, выбрасываемая гейзером, относительно чистая, слабо минерализованная (1-2 г/л), по химическому составу хлоридно-натриевая или хлоридно-гидрокарбонатно-натриевая, содержащая относительно много кремнезёма, из которого у выхода канала и на склонах образуется гейзерит.

Термальные воды – подземные воды земной коры с температурой от 20°C и выше. В любой точке земной поверхности, на определенной глубине, зависящей от геотермических особенностей района, залегают пласты горных пород, содержащие термальные воды (гидротермы). Глубина залегания изотермы 20°C в земной коре – от 1500–2000 метров в районах многолетнемерзлых пород и до 100 м и менее в районах субтропиков; на границе с тропиками изотерма 20°C выходит на поверхность.

Термальные подземные воды распространены как в областях молодого и современного вулканизма, так и в платформенных областях. В платформенных областях термальные воды существуют в глубоких частях артезианских бассейнов. В артезианских бассейнах на глубине 2000–3000 метров скважинами вскрываются воды с температурой 70–100 °C и более.

К областям распространения месторождений термальных вод относятся: вулканическое кольцо бассейна Тихого океана, Альпийский складчатый пояс, рифтовые долины континентов, срединно-океанические хребты, платформенные погружения и предгорные краевые прогибы.

В районах современного вулканизма гидротермальная оболочка иногда выходит на поверхность. В этих районах циркулирующая вода перегревается выше температур кипения на относительно небольших глубинах и по трещинам поднимается к поверхности.

По температуре источники разделяют на холодные до 20 °C, теплые – от 20 до 35 °C, горячие – от 35 °C до точки кипения, а выше – перегретые. На поверхность земли

термальные воды могут выходить в различном виде, в зависимости от температуры: перегретые воды – кипящими, пульсирующими и фонтанирующими источниками; воды с температурой до 100 °С – спокойно изливающимися, с температурой 180–200 °С и выше – в виде парогазовых струй.

В горных районах (например, Альпы, Кавказ, Тянь-Шань, Памир) термальные воды выходят на поверхность в виде многочисленных горячих источников (температура до 50- 90 °С), а в районах современного вулканизма проявляют себя в виде гейзеров и паровых струй (здесь скважинами на глубине 500-1000 м вскрываются воды с температурой 150-250 °С), дающих при выходе на поверхность пароводяные смеси и пары (Паужетка на Камчатке, Большие Гейзеры в США, Уайракей в Новой Зеландии, Лардерелло в Италии, гейзеры в Исландии и др.).

В зависимости от соотношения вод магматического и инфильтрационного (атмосферного) происхождения определяются все физические свойства и химический состав термальных источников.

Химический, газовый состав и минерализация термальных вод разнообразны: от пресных и солоноватых гидрокарбонатных и гидрокарбонатно-сульфатных, кальциевых, натриевых, азотных, углекислых и сероводородных до соленых и рассольных хлоридных, натриевых и кальциево-натриевых, азотно-метановых и метановых, местами сероводородных. В настоящее время геотермальные ресурсы разведаны в 80 странах мира. Их активное использование ведется в 58 государствах. На сегодняшний день мировыми лидерами в геотермальной электроэнергетике являются США, Филиппины, Мексика, Индонезия, Италия, Япония, Новая Зеландия и Исландия.

В центре Земли температура находится в пределах 4000-5000 К, в магматических очагах, сравнительно близких к поверхности, достигает 1200-1500 К. Плотность теплового потока из внутренних областей Земли к ее поверхности в среднем составляет 87 мВт/м². Этому соответствует температурный градиент около 30 К/км. В районах молодых складчатых областей тепловой поток может достигать до 0,3 Вт/м² при температурном градиенте 200 К/км и более.

Подсчитано, что запасы геотермальной энергии Земли составляют 200 ГВт. Геотермальные ресурсы распределены неравномерно. Их основная часть сосредоточена в районе Тихого океана. В настоящее время ГеоТЭС функционируют в США, на Филиппинах, в Мексике, Италии, Японии, России. Самая мощная ГеоТЭС (50 МВт) построена в США – ГеоТЭС Хебер.

Геотермальные ресурсы классифицируются по четырем группам:

1) месторождения сухого пара - ресурсы сравнительно легко осваиваются, но встречаются редко;

2) месторождения влажного пара - распространены в большей степени, однако при освоении возникают проблемы, связанные с коррозией и повышенным содержанием солей;

3) горячая вода - ресурсы большие, используются главным образом для отопления в тепличном хозяйстве;

4) теплота сухих горных пород - ресурсы большие, однако технология использования находится в ранней стадии освоения.

По характеру скопления термальные воды делят на трещинно-жильные и пластовые. Трещинно-жильные термальные воды встречаются в горно-складчатых областях и характеризуются локальными выходами термальных источников и парогидротерм с температурой от 370 К и выше.

Пластовые термальные воды залегают в пределах континентальных платформ, краевых прогибов и горных впадин. Такие бассейны могут занимать площади в сотни тысяч и миллионы квадратных километров.)

Способы использования геотермальной энергии

Геотермальные ресурсы огромны. Истоки их освоения уходят еще в глубокую древность. Тепло Земли уже сейчас вносит вклад в современную энергетику, но он не соответствует ни экономической и экологической эффективности, ни ресурсам, пригодным для освоения имеющимися техническими средствами. Остается надеяться, что повсеместное введение новой интенсивной циркуляционной технологии для производства геотермальной энергии приведет к более широкому ее использованию. Геотермальная энергия может быть использована двумя основными способами — для выработки электроэнергии и для обогрева домов, учреждений и промышленных предприятий. Для какой из этих целей она будет использоваться зависит от формы в которой она поступает в наше распоряжение. Иногда вода вырывается из-под земли в виде чистого "сухого пара" т. е. пара без примеси водяных капелек. Этот сухой пар может быть непосредственно использован для вращения турбины и выработки электроэнергии. Конденсационную воду можно возвращать в землю и при ее достаточно хорошем качестве—сбрасывать в ближний водоем.

В других местах, где имеется смесь воды с паром (влажный пар), этот пар отделяют и затем используют для вращения турбин; капли воды повредили бы турбину. Наконец, в

большинстве месторождений есть только горячая вода, и энергию здесь можно вырабатывать, пользуясь этой водой для перевода изобутана в парообразное состояние, с тем чтобы этот изобутановый «пар» вращал турбины. Такой процесс называют системой с бинарным циклом (рис. 9.1).

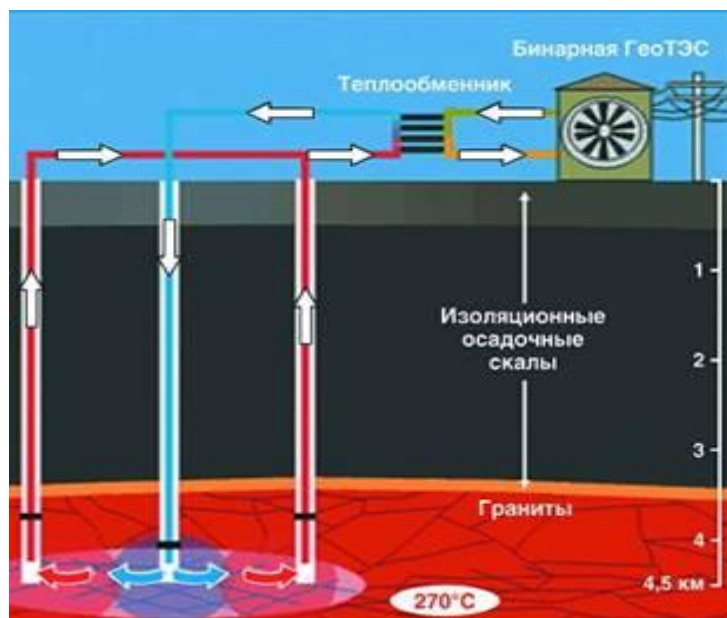


Рис 9.1. Геотермальная электростанция с бинарным циклом

Горячей водой можно непосредственно обогревать жилища, общественные здания и предприятия (централизованное теплоснабжение).

В районах, отличающихся газотермальной активностью для отопления используются парогеотермальные источники. Применение этого способа отопления лимитируется наличием в мире соответствующих районов. Тем не менее имеется потенциальная возможность его расширения путем прокачивания геотермальных вод через горячие подземные породы, где они находятся на умеренной глубине.

Применение геотермальных вод не может рассматриваться как экологически чистое потому, что пар часто сопровождается газообразными выбросами, включая сероводород и радон - оба считаются опасными. На геотермальных станциях пар, вращающий турбину, должен быть конденсирован, что требует источника охлаждающей воды, точно так же как этого требуют электростанции на угле или ядерном топливе. В результате сброса как охлаждающей, так и конденсационной горячей воды возможно тепловое загрязнение среды. Кроме того, там, где смесь воды и пара извлекается из земли для электростанций, работающих на влажном паре, и там, где горячая вода извлекается для станций с бинарным циклом, воду необходимо удалять. Эта вода может

быть необычно соленой (до 20% соли), и тогда потребуется перекачка ее в океан или нагнетание в землю. Сброс такой воды в реки или озера мог бы уничтожить в них пресноводные формы жизни. В геотермальных водах нередко содержатся также значительные количества сероводорода— дурно пахнущего газа, опасного в больших концентрациях.

Геотермальные тепловые электростанции (ГеоТЭС) используют в качестве источника энергии естественные парогидротермы, залегающие на глубине до 5 км. Геотермальная энергетика развивается достаточно интенсивно в США, на Филиппинах, в Мексике, Италии, Японии, России. Самая мощная ГеоТЭС (50 МВт) построена в США — ГеоТЭС Хебер.

Коррозия, эрозия и другие проблемы в геотермальных системах

Коррозия металлов - процессы, происходящие в результате химического воздействия окружающей среды, в результате которых происходит их разрушение.

От этого процесса отличается другой процесс - эрозия металлов, представляющий собой разрушение их поверхности под механическим воздействием среды.

Коррозия металлов является следствием окислительно-восстановительных реакций с компонентами окружающей среды.

В результате разрушения металла образуются продукты его окисления, а именно: оксиды, гидроксиды, иногда просто происходит его растворение в среде до ионного состояния. Такое превращение сопровождается существенным изменением свойств.

Химическая коррозия. Химическую коррозию металлических материалов вызывают сухие газы и жидкости, не имеющие характера электролитов, например органические соединения или растворы неорганических веществ в органических растворителях. Химическая коррозия не сопровождается возникновением электрического тока. Она основана на реакции между металлом и агрессивным реагентом. Этот вид коррозии протекает в основном равномерно по всей поверхности металла. В связи с этим химическая коррозия менее опасна, чем электрохимическая.

Продукты коррозии могут образовывать на поверхности металла плотный защитный слой, затормаживающий её дальнейшее развитие, или же пористый слой, не защищающий поверхность от разрушающего воздействия среды. В этом случае процесс коррозии продолжается до полного разрушения материала или период времени пока будет действовать агрессивная среда. Наиболее часто на практике встречается

газовая коррозия стали, вызванная воздействием O_2 , SO_2 , H_2S , Cl , HCl , NO_3 , CO_2 , CO и H_2 .

Электрохимическая коррозия. Электрохимическая коррозия происходит при взаимодействии металлов с жидкими электролитами, в основном растворами кислот, оснований и солей. Механизм процесса коррозии зависит от структуры металла, а также от типа электролита. Сталь, как всякий металл, имеет кристаллическое строение, при котором атомы располагаются в соответствующем порядке, образуя характерную пространственную решетку. Кристаллы железа имеют строение, значительно отличающиеся от идеальной схемы, так как имеются пустоты, не занятые атомами металла, трещины, включения примесей и газов.

Металлы обладают хорошей электропроводностью, что обусловлено наличием свободных электронов, движение которых создает электрический ток. Число свободных электронов соответствует эквивалентное число ионов. В случае возникновения на концах металлического стержня разности потенциалов электроны движутся от полюса с высшим потенциалом к противоположному полюсу. Металлы, обладающие электронной проводимостью, являются проводниками первого рода, а электролиты, которые имеют ионную проводимость проводниками второго рода.

Каждый металл имеет так называемую термодинамическую устойчивость, т.е. способность ионов переходить в раствор электролита. При погружении какого-либо металла в чистую воду определенное число положительных ионов отрывается от металла и переходит в раствор, оставляя на поверхности металла соответствующее число электронов. В результате этого металл, погруженный в воду, имея избыток свободных электронов, получает отрицательный электрический заряд, а на границе раздела фаз образуется двойной электрический слой.

Положительные ионы (благодаря притяжению зарядов с противоположным знаком) удерживаются вблизи поверхности металла. Возникает поле электрических сил, которое притягивает к металлу ионы, находящиеся в растворе. Однако накопление ионов металла приводит к затормаживанию его дальнейшего растворения. Через некоторое время при определенном потенциале наступает подвижное равновесие.

Если металл погружается в раствор, могут быть следующие случаи:

1. Энергия гидратации раствора недостаточна для нарушения связи между ионами и электронами. При этом на поверхности металла будут накапливаться катионы из раствора, а поверхность приобретает положительный заряд. На границе металл -

раствор устанавливается равновесие, а процесс коррозии прекращается. Это явление является основным в борьбе с коррозией.

2. Возможен переход ионов в раствор, так как энергия гидратации больше чем энергия связи в металлах. При этом коррозионный процесс протекает беспрепятственно.

Металл, погруженный в электролит, является единичным электродом. Однако абсолютная величина разности потенциалов поверхности металла и соприкасающегося с ним слоя раствора (а, следовательно, и склонность металла, из которого выполнен электрод, к коррозии) не поддается измерению. Поэтому за электрод с условным нулевым потенциалом принимается водородный электрод, относительно которого определяются потенциалы всех металлов. Это так называемые нормальные потенциалы. Водородный электрод состоит из пластины, покрытой платиновой чернью, погруженной в раствор HCl и омываемой водородом.

Нормальный потенциал может быть положительным или отрицательным. Он определяется при составлении элемента, одним электродом которого является водородный электрод, а другим - металл, погруженный в раствор соли этого металла при температуре 25° C и нормальном давлении. Величина потенциала зависит не только от типа металла, но и от концентрации раствора, температуры и давления. Все металлы в соответствии с их нормальными потенциалами, определенными по отношению к водородному электроду, образуют определенный ряд. Этот ряд позволяет определить разность потенциалов, которая возникает между двумя металлами, погруженными в абсолютно чистую, дистиллированную воду.

По положению металла в ряду потенциалов можно сделать вывод о том, что, например, железо при контакте с медью будет подвергаться ускоренной коррозии. В присутствии же цинка коррозии будет подвергаться не железо, а цинк. Электролитом в этих случаях служат даже следы влаги.

Величина потенциалов, возникающих на электроде, зависит не только от металла, из которого выполнен электрод, но в еще большей степени от процессов, имеющих место на электроде.

Как можно видеть, в зависимости от типа и содержания, растворённых в воде солей изменению подвергаются не только нормальные потенциалы, но даже положение металла в ряду потенциалов.

Коррозия при действии вод, не содержащих кислород. Коррозия стали в воде зависит от количества кислорода, имеющего доступ к поверхности металла. В воде, не содержащей кислорода, коррозия протекает следующим образом: ион-атомы железа

переходят в раствор, в результате чего на аноде происходит потеря металла, а его поверхность приобретает отрицательный заряд. Электроды от анода движутся к катоду, в воде носителями тока являются водородные ионы H^+ и гидроксидные ионы OH^- , появляющиеся в результате диссоциации воды. Ионы железа, которые перешли в раствор, соединяются с гидроксидными анионами, образуя плохо растворимый гидрат закиси железа.

Водородные катионы соединяются с электронами, и на катоде выделяется атомарный водород $H^+ + e = H$. Он образует на поверхности металла защитный слой, уменьшающий скорость коррозии стали (так называемая водородная деполяризация).

В некоторых случаях атомарный водород соединяется в молекулы газа $H + H \rightarrow H_2$. Пузырьки водорода растут и отрываются от электрода, как только достигнут такой величины, чтобы преодолеть поверхностное натяжение. В этом случае эффект защитного слоя исчезает.

Если сталь соприкасается с раствором с $pH > 7$, водород выделяется в атомарном виде, а следовательно, создаются условия, способствующие образованию защитного слоя. Из растворов же с $pH < 7$ водород выделяется в виде газа.

Интенсивность процесса коррозии в воде, не содержащей кислорода, зависит, таким образом, от величины pH .

Коррозия при действии вод, содержащих кислород. В случае, когда сталь соприкасается с водой, содержащей кислород, коррозия происходит иначе. Содержащийся в воде кислород связывает водород, образующий защитный слой на поверхности железа (кислородная деполяризация). А двухвалентное железо подвергается окислению в трехвалентное. Гидроксид железа в дальнейшем может переходить в гидратированные окиси.

Продукты коррозии не образуют плотно прилегающего к поверхности металла защитного слоя. Это обусловлено, по-видимому, более чем двукратным увеличением объема, которое имеет место при переходе гидроксиды железа в гидрат закиси железа.

Наличие кислорода в воде ускоряет коррозию стали, причем увеличение концентрации кислорода до определенного предела приводит к резкому увеличению коррозионной активности среды. При дальнейшем повышении содержания кислорода скорость коррозии уменьшается в результате пассивации.

Электрохимическая защита от коррозии. Целью данного способа защиты (которые также именуется активными) является преобразование структуры двойного электрического слоя. На защищаемую поверхность воздействует постоянное

электрическое поле с определенным напряжением в зависимости от характеристик конкретного металла. Воздействие тока осуществляется от постороннего источника или при помощи присоединения протекторов к защищаемой конструкции. Электродный потенциал металла повышается, в результате чего образуется препятствие для появления коррозии.

Катодная защита - заключается в том, что защищаемая конструкция "А", находящаяся в среде электролита (например, в почвенной воде), присоединяется к катоду (отрицательно заряженный электрод) источника электричества. Защищаемая конструкция становится катодом. В ту же агрессивную среду помещают кусок старого металла (рельс или балка), присоединяемый к аноду внешнего источника электричества. В процессе коррозии этот кусок старого металла становится анодом и разрушается.

Протекторная защита - отличается от катодной защиты тем, что для её осуществления используется специальный анод - протектор, в качестве которого применяют металл более активный, чем металл защищаемой конструкции (алюминий, цинк). Протектор соединяют с защищаемой конструкцией проводником электрического тока. В процессе коррозии протектор служит анодом (положительно заряженный электрод) и разрушается, тем самым предохраняя от разрушения нашу охраняемую конструкцию.



Рис 9.2. Протекторная защита от коррозии.

Рассмотрим коррозионный процесс повреждения металлических защитных покрытий.

1. Если металл покрыт менее активным металлом. Например, олово (Sn) хорошо покрывает железо (Fe) и достаточно стойко против действия разбавленных кислот. В

случае повреждения такого покрытия возникает гальваническая пара, в которой электроны переходят от железа к олову, то есть анод - железо (оно растворяется и разрушается), а катод - олово (остаётся без изменений).

2. Если металл покрытия более активный, чем защищаемый металл. Например, покрытия железа (Fe) цинком (Zn). При механическом повреждении цинкового покрытия возникает гальваническая пара, в которой железо служит катодом (не растворяется), а цинк - анодом. В этом случае железо не будет разрушаться до тех пор, пока не разрушится весь цинк.

Конструкционные методы защиты. Существует также конструкционный метод защиты, в рамках которого применяются такие материалы как цветные металлы, нержавеющие стали и кортеновские стали. Вопросы обеспечения защиты от коррозии разрабатываются при этом уже на этапе проектирования. Металлическая конструкция должна быть по возможности максимально изолирована от воздействия коррозионной среды. Для реализации этой цели используются герметики, клеи, специальные прокладки из резины.

Используя результаты исследований, в транспортных трубопроводах можно наращивать карбонатную пленку необходимой толщины (1-2 мм), что полностью исключает коррозию в них, а в теплообменниках создавать условия эксплуатации в режиме без солеотложений и при минимальной коррозии.

Твердые отложения. Одной из сложных технических проблем при эксплуатации геотермального оборудования является образование твердых отложений. Твердые отложения представлены, чаще всего, минералами, это: карбонат кальция, аморфный кремнезем, оксиды и сульфиды металлов. На большей части территории России, стран СНГ и ряда зарубежных государств основной потенциал термальных вод составляют воды с температурой менее 100 °С, пригодные для целей горячего водоснабжения и отопления жилых и общественных зданий. По своему составу они относятся преимущественно к гидрокарбонатно-хлоридному типу с солесодержанием до 20–30 г/л. При использовании этих вод возникают проблемы, связанные с коррозией и солеотложениями в оборудовании геотермальных систем. Отложения из растворов этих вод представлены твердой фазой карбоната кальция CaCO₃, который растворяется в воде в присутствии углекислого газа CO₂ в виде бикарбоната



Снижение парциального давления CO_2 с выходом геотермальной воды на поверхность земли смещает реакцию влево с образованием твердой фазы CaCO_3 как в объеме воды, так и на поверхности оборудования. В зависимости от состава воды, температуры и давления, при которых эксплуатируется оборудование, защиту геотермальных систем от карбонатных отложений осуществляют различными способами. При использовании среднепотенциальных вод с температурой менее $100\text{ }^\circ\text{C}$, как правило, используют двухконтурную схему, в первом контуре которой проходит геотермальная вода при параметрах давления и температуры воды, не нарушающих карбонатно-кальциевое равновесие. Однако поддержание высоких давлений в системе снижает дебит скважин и в то же время увеличивает коррозионную активность воды из-за увеличения ее кислотности.

Эрозия металлов происходит при обтекании изделий потоком твердых, жидких или газообразных частиц или при электрических разрядах. Вследствие ударов о поверхность металла мельчайшие частицы потока разрушают его поверхностный слой. Эрозия заметно возрастает с увеличением кинетической энергии действующих частиц, а также с повышением шероховатости поверхности.

Помимо эрозии металла, при кавитации происходит нарушение нормальных гидравлических условий работы насоса, ухудшение технических и экономических показателей его работы. Происходит уменьшение подачи насоса, резкое колебание напора, значительное снижение КПД. Возникает характерный шум и даже колебание (вибрация) насоса, а иногда и срыв его работы.

В настоящее время, в геотермальных системах, используются следующие материалы:

- Дуплекс – аустенитно-ферритная нержавеющая сталь.
- Супердуплекс – аустенитно-ферритная нержавеющая сталь с добавлением хрома, никеля и молибдена.
- Сплав 625 (Inconel 625) - аустенитный никель-хромовый жаропрочный сплав, стойкий к окислению и коррозии.

Использование геотермальных источников энергии в Республике Беларусь

Ряд геотермальных установок действует в Беларуси уже с середины 90-х годов прошлого века. Они используются для отопления помещений и иногда – для нужд горячего водоснабжения, так что в нашей Республике уже накоплен некоторый опыт

применения тепловых насосов для использования энергии Земли в народнохозяйственных целях. Введены в действие целый ряд геотермальных установок, использующих даже относительно холодные подземные воды. Например, под Минском возле деревни Новый Двор с помощью теплового насоса отапливается здание. Еще в 1997 году была выполнена установка геотермальной воды для теплоснабжения насосной станции Вицковщина в Минском районе, а затем и на других насосных станциях. Есть ряд других положительных примеров такого рода.

Конечно, выгоднее использовать высокотемпературные подземные воды. Но они в Беларуси залегают, как правило, на значительной глубине. Если пробурить скважину на 100 метров, то в среднем получим температуру воды 10 °С, если более 400 м, то 20 °С. Под Речицей зафиксированы скважины с температурой геотермальных вод около 100 °С и более. Но в таких случаях речь идет о глубинах порядка 4 000 м, стоимость, же 1 метра скважины — 600 долларов США. По сегодняшним меркам — дорого (1 км скважины — это 600 тысяч долларов). А если к этому добавить трудности, связанные с тем, что на больших глубинах термальные воды, как правило, сильно минерализованы и агрессивно воздействуют на трубы и насосные агрегаты... Для этого необходимы специальные технологические решения, которые сегодня и разрабатываются белорусскими учеными. Пока в Беларуси выгоднее использовать энергию воды из скважин меньшей глубины с низкой минерализацией.

Геологи оценили потенциал геотермальной энергии в недрах каждой области Беларуси и по результатам исследований составлены карты распределения плотности геотермальных ресурсов для каждого региона, определены места первоочередного освоения подземного тепла в интервале глубин от 100 до 200 м. Установлено, что наиболее богатые запасы геотермальной энергии сосредоточены на территории Припятского прогиба (Гомельская область) и Подляско-Брестской впадины (Брестская область). Наибольшая плотность ресурсов - до 300-350 кг условного топлива на квадратный метр - отмечена в пределах Брестского и Каменецкого районов Брестской области. Изучение запасов геотермальной энергии и возможности ее использования в Беларуси планируется продолжить и в дальнейшем.

Белорусские власти объявили о планах строительства первой в стране геотермальной теплостанции под Брестом на землях тепличного комбината "Берестье", которая будет использовать энергию горячих термальных источников. Там уже пробурена скважина глубиной в полтора километра, откуда можно качать воду температурой в 25-30 °С. Ее использование существенно сокращает расход газа на подогрев воды, которая подается на отопление теплиц агрокомбината. Считается, что от успеха данного проекта

во многом будет зависеть дальнейшая заинтересованность государства в развитии этого вида энергетики. Впрочем, как отмечают специалисты геотермии Белорусского научно-исследовательского геологоразведочного института, в стране уже действуют небольшие геотермальные установки.