

НОВЫЙ ПОДХОД К РЕШЕНИЮ ПРОБЛЕМ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОСВОЕНИЯ ГЕОТЕРМАЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИИ

Т.Н. Мендебаев

ТОО «Научно-внедренческий центр Алмас», г.Алматы, Казахстан

Аннотация. Выработаны исходные предпосылки эффективного освоения геотермальных месторождений.

Геологические – достоверные сведения о геологическом строении залежей термальных вод, составах, физико-механических свойствах горных пород в системе «вода-порода».

Технические – средства сооружения скважин, конструктивными особенностями и технологическими возможностями соответствующие условиям горной среды, обеспечением получения высокоинформативного геологического материала в виде керна, сохранением устойчивости стенок скважин от обрушения и осыпания. Разработаны и опробованы на практике бурения скважин серии алмазных буровых коронок с гидроструйным эффектом разрушения пород, соответствующие условиям вскрытия горячих источников.

Предложена схема циркуляционной системы вскрытия и освоения геотермальных месторождений, состоящие из вертикально нагнетательной и наклонно восходящей скважины, связанные плавным изгибом промежуточным стволом.

Идейная новизна схемы, отличная от всех известных схем разработки геотермальных месторождений в мире, предусмотрена возможность создания условий для проявления внутренней энергии недр земли и термального горизонта, направленная на повышение эффективности освоения геотермальных месторождений.

Структурные особенности схемы заключаются в том, что вертикальная нагнетательная скважина обсаженная фильтровой колонной в разрезе термального горизонта выполнена со уступами, где при подаче воды зарождаются ударные волны повышенного и пониженного давления, разделением потока воды на центральное ядро и боковые составляющие. В результате термальный горизонт испытывает воздействие знакопеременных гидроимпульсов, увеличением проницаемости пород и ускорением притока воды в скважину.

При этом связкой системы скважин промежуточным стволом, и заложением восходящей скважины наклонно обсаженной фильтровой колонной, обеспечивается объемный охват термального горизонта, увеличением срока бесперебойной эксплуатации, где канал циркуляции от нижнего уступа до входа в емкость плавноизгибными соединениями выполнен одним диаметром. Тем самым исключаются местные потери напора.

Шлифованием стенки промежуточного ствола с упрочнением горных пород, устраняются утечки воды и потери напора по длине канала циркуляции.

Значимость схемы циркуляции – извлечения горячих вод осуществляется принудительным самоизливом, без привлечения энергии извне.

Ключевые слова: геотермаль, схема, циркуляция, скважина, импульсы, энергия.

Введение. Геотермальные месторождения – это пористые горные породы заполненные горячей водой, представляющие природные котлы.

Тепловой баланс первых 10 км земной коры в тысячи раз превышает теплотворную способность мировых запасов ископаемых в виде топлива.

По расчетам ученых, если человечество будет использовать одну только геотермальную энергию, пройдет 41 млн.лет, прежде чем температура недр земли понизится на полградуса [1].

В настоящее время более 100 стран мира используют геотермальные источники для получения тепла и производство электрической энергии. Лидерами по мощности геотермальных электростанции являются США, Филиппины, Мексика, Индонезия, Италия, Япония.

В Исландии, более 90% потребности страны в отоплении и горячем водоснабжении обеспечивается за счет источников горячей воды, где геотермальная станция мощностью 575 МВт, покрывает треть мощностей страны в электричестве.

В последние десятилетия в освоении геотермальных месторождений особенно активен Китай, вышедший в лидеры по направлению прямого использования геотермальной энергии. В Поднебесной исследуются проблемы использования энергии горячих сухих пород.

Кроме Китая, и другие страны не обладающие значительными запасами горячих источников, такие как Германия, Франция, строят у себя геотермальные электрические станции (ГеТЭС). В этом направлении Европейским странам приходится уходить в глубь недр земли и использовать более сложные технологии.

Доказано, что на любой глубине недр земли температура T приближенно может быть определена по формуле

$$T = t_{\text{в}} + (H + h) / \sigma,$$

где $t_{\text{в}}$ - температура воздуха данной местности, H - глубина, для которой определяется температура, h - глубина слоя постоянных годовых температур, σ - геотермическая ступень. Средняя величина геотермальной ступени равна 33 м, и с углублением этой зоны постоянной температуры на каждые 33 м повысятся на 1°C.

Обнаруженные запасы геотермальных источников Казахстана эквивалентны 97,1 млрд.тонн условного топлива, что на порядок больше суммарных запасов нефти и газа страны вместо взятых.

Установлено пять геотермальных зон Казахстана: до 20°C-холодные воды, 20-40°C-термальные, пригодные в бальнеологии, парниковых и тепличных хозяйствах, 40-75°C используемые для теплоснабжения, 75-100°C и более 100°C – источники для выработки электрического тока.

Распределены по регионам страны в эквиваленте млрд.тонн условного топлива: Западный – 75,9(78,2%), Южный – 15,6(16%), Центральный – 5,3(5,5%), Северный – 0,3(0,3%) и Восточный 0,003.

По температурному градиенту, геотермальные месторождения, представляющие интерес для производства электрической энергии залегают в Илийском, Сырдарьинском, Мангистау-Устюртском, Шу-Сарысуйском артезианских бассейнах. Основные достоинства – артезианских бассейнов предгорных и межгорных впадин – водообильность и высокая температура при сравнительно неглубоком залегании [2].

Стоимость выработки геотермальной энергии неизменна, в среднем на 30% дешевле чем на ветровых электростанциях, на 60-70% на атомных электростанциях, и в 10 раз ниже стоимости энергии солнечных батарей.

Низкая стоимость геотермальной энергии в разрезе возобновляемых источников энергии обусловлена коэффициентом полезного действия геотермальных электростанции, доходящего до 90%, тогда как на атомных электростанциях 40-44%, ветрогенераторов – 10-15%, газовых электростанции 72-74% [3].

К тому же, количество парникового газа, выделяемого геотермальной энергоустановкой составляет всего 5% от того, что выделяют угольные электростанции [4].

Недостатки геотермальной энергии, возможность содержания в ней токсичных химических веществ, в том числе мышьяк, ртуть, а также нерациональная схема извлечения термальной воды, предусматривающая использования водоподъемных приспособлении, громоздких насосов, привлечением энергии извне, досрочное истощение геотермальных резервуаров.

Помимо этого, при передаче на расстояние теплота быстро рассеивается, пар можно транспортировать на расстояние не более 2-3 км, а горячую воду до 25-30 км.

Кроме высокой температуры, в отношении производства электрической энергии на геотермальных месторождениях, наиболее привлекательны пресные или слабоминерализованные воды, в которых отсутствуют токсичные и другие вредные компоненты, нет песка и глины.

Что же касается схемы извлечения термальных вод, то наибольший интерес вызывает метод hot-dry rock (HDR), использованный при строительстве геотермальной электростанции в Эльзасе (Франция) мощностью 250 мегаватт.

По нему на глубину 4 и 6 километров пробурены две скважины, через одну закачивается холодная вода, через другую отводится разогретый пар, поскольку температура на такой глубине достигает 150-200°C.

В настоящее время планомерные работы по геотермальной тематике ведутся в Российской Федерации. В институте геотермии и возобновляемой энергетики – филиал ОиВТ РАН (г.Махачкала) проводятся исследования по технологии циркуляционной системы добычи геотермальной энергии. Изучение циркуляционной системы освоения горячих источников осуществляется также в Грозненском государственном нефтяном техническом университете [5].

Цель исследования – выработка исходных предпосылок для формирования циркуляционной системы вскрытия и извлечения термальных вод принудительным самоизливом.

Методы исследования. Всемирные геотермальные конгрессы проводятся раз в пять лет и является главным смотром достижений в освоении геотермальных ресурсов, представляет обширный материал для анализа основных направлений развития геотермальной энергии.

Количество статей, представленные во Всемирный геотермальный конгресс и сгруппированные по тематическим разделам дает наглядное представление о проблемах освоения геотермальных месторождений, требующих повышенное внимание. В последнем геотермальном конгрессе (2019 г) актуальной те-

мой стала «Технология бурения и завершения скважин» [6].

Строительство скважин есть одной из наиболее трудоемких, затратных частей геотермальных проектов. Поэтому нахождение тематического раздела «Технология бурения и завершения скважин» на первой позиции по индексу опережающего развития является ожидаемым и соответствующим новым условиям выдвигающим повышенные требования к эффективности применяемых технологии и техники сооружения скважин.

Исходные предпосылки для сооружения циркуляционной системы – получения достоверных сведений о геологическом строении геотермальных месторождений, интервалах расположения горячих вод, запасах и т.д., разработка средств безаварийной проводки скважин сохранением устойчивости стенок от обрушения, снижения энергозатрат, растущие с глубиной.

Достоверность и информативность геологических материалов обеспечивается получением структурно цельного керна, изучением которого в лабораторных условиях определяется состояние системы «вода-порода», содержания различных веществ, состав газов и радиоактивность, фильтрационные параметры, водные, физические и механические свойства пород [7].

Получение высокоинформативного керна при бурении скважин обусловлена состоянием горной среды, техническими и технологическими факторами. Принимаются во внимание минеральный состав, структура и текстура, сопротивляемость пород к деформированию и разрушению.

Из источников информации [8; 9] посвященных средствам бурения скважин, следует, что проблемы сохранения формы, размеров и стенки скважин, получения информативного керна и снижения энергозатрат углубки увязаны конструктивными особенностями породоразрушающих инструментов.

Для получения качественного керна норвежской технологической компанией CorelJ и Intelligent Coring System (ICS) выдвинут проект – спроектировать компоновку, которая может регистрировать основные параметры пласта и флюида вместе с внутрискважинной диагностикой [10].

В отношении сохранности столбиков

керна, перспективными представляются бурильные головки содержащие продольные каналы для подачи промывочной жидкости вне зоны образования керна [11; 12].

Другая проблема проводки скважин для вскрытия глубокозалегающих геотермальных месторождений – снижение энергозатрат процесса разрушения пород. Весомый ресурс для решения этой проблемы – гидроструйное разрушение пород, использованием энергии, высокоскоростных, напорных струи воды.

Исследования показали [13; 14], что гидроструйное бурение может увеличить механическую скорость по сравнению с роторным до 40%, снижением энергозатрат на 25-30%.

В области гидроструйных технологии наиболее распространен гидромеханический способ разрушения горных пород, основанный на комбинации механического режущего инструмента и высокоскоростной струей воды [15; 16].

Из источников информации [17] следует, что решение проблем безаварийной проводки скважин, также связаны с конструктивными отличиями и технологическими возможностями породоразрушающих инструментов, определяющих вид разрушения пород и обработки стенки скважин.

Исходя из изложенного, для сооружения геотермальных скважин была разработана алмазная буровая коронка со ступенчатой матрицей и гидромеханическим эффектом разрушения пород, связанная с турбулизатором-расширителем.

Конструктивные особенности алмазной коронки в сочетании с турбулизатором-расширителем, раздельная система промывки в виде каналов, выходящие в кольцевые канавки на торцевой поверхности ступенчатой матрицы вне зоны образования керна, криволинейные полости на внешней поверхности турбулизатора-расширителя, расширяющиеся по направлению вращения, и замкнутые стенками полуцилиндрической формы.

Технологические возможности алмазной коронки, обусловленные конструктивными особенностями, энергией высокоскоростной струи создания зоны разрыхления под ступеньками матрицы, снижением сопротивляемости пород к разрушению, превращения восходящего потока со шламом выбуренной породы во вращательно-восходящей, обеспе-

чивающие повышение интенсивности выноса шлама и чистоты обработки стенки скважин.

Результаты внедрения алмазной буровой коронки с гидроструйным эффектом разрушения пород в сочетании с турбулизатором-расширителем в производство бурения скважин показали, что они могут быть успешно использованы при сооружении циркуляционной системы извлечения термальных вод.

На рис.1 показана схема циркуляционной системы извлечения термальных вод, состоящая из вертикальной нагнетательной скважины 1 со уступами 2 и 3, обсаженная фильтровой колонной 4 и наклонно восходящей скважины 5 обсаженная фильтровой колонной труб 6.

Скважины 1 и 5 плавным изгибом связаны промежуточным стволом 7 проведенный по водоупорным породам 8 ниже термального горизонта 9. Стенки промежуточного ствола 7 шлифуют с последующим упрочнением водоупорных пород 8 высокотемпературным устройством до стекольной чистоты, устранением утечки воды и потери напора, обеспечением устойчивости от обрушения, осыпи.

Фильтровая колонна труб 6 соединена трубопроводом 10 проходящего через сепаратор 11, тепловую электростанцию 12, и входящего в емкость 13 сверху вниз, где канал циркуляции воды от уступа 3 до входа в емкость 13 выполняется одним диаметром, что в совокупности с плавно изгибными соединениями обеспечивает значительное снижение потери напора по длине канала.

Емкость 13 оснащена вентилем 14 и патрубком 15 для отвода воды. При этом нижняя внутренняя поверхность емкости 13 выполнена конусно сужающимися вниз, диаметром на выходе равным внутреннему диаметру фильтровой колонны труб 4 нагнетательной скважины, на которой и установлена емкость 13 заполненная водой.

Принцип действия. При открытии вентиля 14 вода из емкости 13 под собственным весом поступает в фильтровую колонну 4, скважины 1 и увлекая воду из термального горизонта 9 направляется вниз. Как только поток воды доходит до уступа 2, на этом месте зарождается гидравлический удар, разделяющий поток на центральное ядро и боковые составляющие (границы обозначены пунктирными линиями), последние в виде волны по-

вышенного давления движутся от уступа 2 в сторону емкости 13, воздействуя на термальный горизонт 9 в обратном направлении.

Дойдя до емкости 13, напорный поток разожмется, появляется отраженная отрицательная волна, которая от емкости 13 движется в сторону уступа 2. Как только отрицательная волна доходит до уступа 2, в этом месте возникает отраженная отрицательная волна, противоположная той отрицательной волне которая подошла к уступу 2, после чего на уступе 2 вновь зарождается волна повышенного давления. Цикл повторяется.

Такие же явления зарождения гидравли-

ческого удара, появления волны повышенного и отрицательного давления происходят между уступами 2 и 3, в силу чего знакопеременными воздействиями ударных волн на термальный горизонт 9 обеспечивается повышение проницаемости и извлекаемости горячей воды.

В силу разности скорости и давлений между центральным ядром и боковыми составляющими потока, частицы воды из последних проникает в центральное ядро, усилением энергетических характеристик потока поступающего из полости фильтровой колонны труб 4 в промежуточный ствол 7, проведенный по водоупорным породам 8.

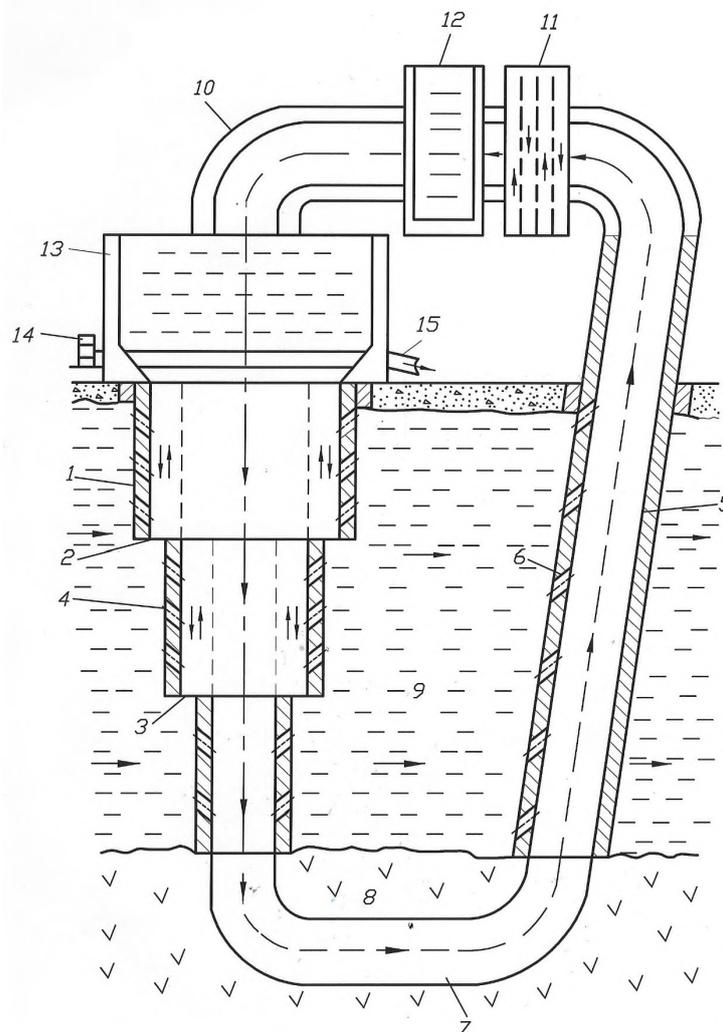


Рисунок 1 – Схема циркуляционной системы геотермальной энергоустановки

1-нагнетательная скважина; 2 и 3-уступы; 4-фильтровая колонна; 5-восходящая скважина; 6-фильтровая колонна; 7-промежуточный ствол; 8-водоупорные породы; 9-термальный горизонт; 10-трубопровод; 11-сепаратор; 12-тепловая электростанция; 13-емкость; 14-вентиль; 15-патрубок.

Далее, напорный поток перетекает из промежуточного ствола 7 в полость фильтровой колонны труб 6 наклонно восходящей скважины 5, и за счет эффекта инжекции увлекает дополнительную массу горячей воды из термального горизонта 9, по трубопроводу 10 поступает в сепаратор 11, где происходит отделения воды от газа, других примесей.

От сепаратора 11, горячая вода для подогрева и производство электрической энергии, попадает в теплоэнергетическую станцию 12, из которой проходя через систему превращения пара в горячую воду, последняя по трубопроводу поступает в емкость 13. Расчетный объем горячей воды через патрубок 15 направляется к теплосети.

Особенность данной циркуляционной системы извлечения термальной воды заключается в том, что она основана на законах подземной гидродинамики, создающие условия для проявления внутренней энергии недр земли и термального горизонта, действующая без привлечения энергии извне. По конструктивному исполнению и технологическим возможностям, циркуляционная система извлечения термальных вод может быть успешно внедрена не только для

освоения напорных геотермальных месторождений, но и слабонапорных и безнапорных.

Результаты исследования. На рис.2 показаны алмазные буровые коронки с гидроструйным эффектом разрушения горных пород. Коронки были отработаны на месторождениях полиметаллов Центрального Казахстана.

Сравнительные данные отработки се-



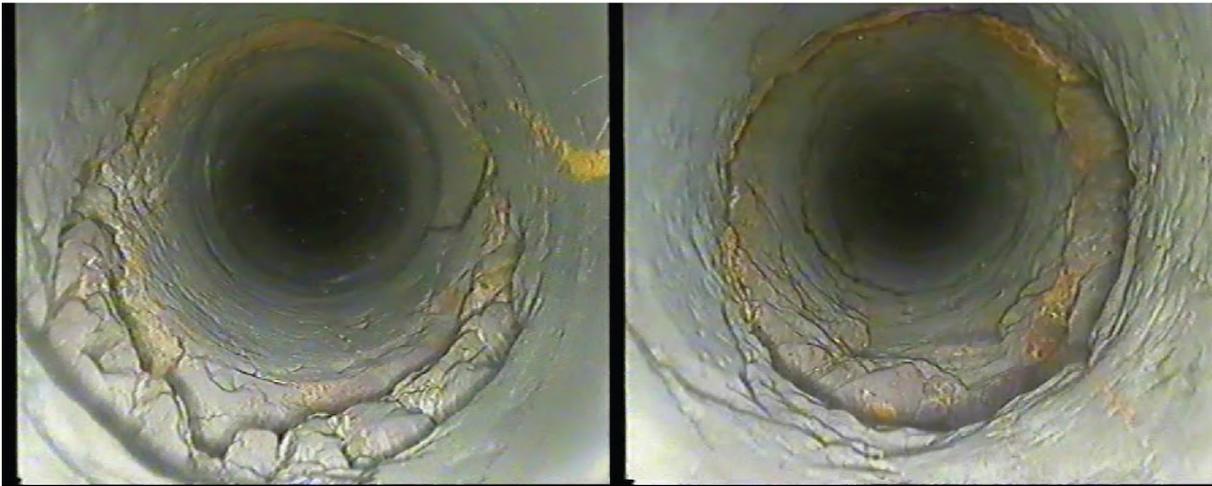
Рисунок 2 - Алмазные буровые коронки с гидроструйным эффектом разрушения горных пород

рильных алмазных коронок типа КБ-ИЗАТ и алмазных буровых коронок с гидроструйным эффектом разрушения горных пород приведены в табл.1.

Таблица 1 – Данные отработки серийных алмазных буровых коронок и алмазных коронок с гидроструйным эффектом разрушения горных пород

Типы алмазных буровых коронок	Пробурено, м	Режимы бурения скважин			Механическая скорость бурения, м/час	Выход керна, %	Затраты энергии, кВт/час
		Осевая нагрузка, кгс	Частота вращения, об/мин	Расход промывочной жидкости, л/мин			
1.Серийные КБ-ИЗАТ диаметром 95,6 мм	242	2200-2500	500-600	80-90	2,8-3,0	93	2,1-2,4
2.С гидроструйным эффектом разрушения пород диаметром 95,6 мм	181	700-900	300-400	60-70	2,5-2,7	98	1,2-1,5

На рис.3 видеосъемки стенок гидрогеологической скважины, пробуренные шарошечным долотом Ш-190,5 СТ и алмазной бурильной головкой диаметром 190,5 мм с гидроструйным эффектом разрушения горных пород.



а



б

Рисунок 3 - Состояние стенки гидрогеологической скважины: а – пробуренные шарошечным долотом Ш-190,5СТ; б – пробуренные алмазной бурильной головкой гидроструйным эффектом разрушения пород диаметром 190,5 мм

На рис.4 показаны состояния отобранных керновых проб при бурении скважин алмазными буровыми коронками диаметром 95,6 мм с гидроструйным эффектом разрушения пород и серийными алмазными коронками КБ-ИЗАТ диаметром 95,6 мм.



а



б

Рисунок 4 – Состояние отобранных керновых проб : а – алмазными буровыми коронками Ø95,6 мм с гидроструйным эффектом разрушения пород; б – серийными алмазными коронками КБ-ИЗАТ Ø95,6 мм

По состоянию удельной кусковатости керна на погонный метр бурения скважин в сопоставимых геолого-технических условиях видно, насколько эффективны алмазные коронки с гидроструйным эффектом разрушения горных пород.

Обсуждение результатов. При существенно меньших значениях режима бурения скважин (осевая нагрузка, частота вращения и расход промывочной жидкости), по основным показателям – выход керна и затраты энергии, алмазные буровые коронки с гидроструйным эффектом разрушения горных пород, значительно превосходят серийные аналоги.

Это выражается в снижении энергозатрат на 40-50%, выхода керна до 98%, сохранением структурной цельности последнего, чем достигается высокая достоверность и информативность сведений о геологическом строении геотермальных месторождений, возможности выбора рациональной схемы циркуляционной системы.

В силу конструктивных особенностей алмазных буровых коронок с гидроструйным эффектом разрушения пород, потенциальная энергия промывочной жидкости в процессе углубки скважин будет направлена на забой скважины, где вид разрушения разрыхления совмещенное с резанием, оказанием меньшего гидродинамического воздействия на стенки скважин, чем дробяще-скалывающее действие шарошечных долот, передающееся на стенки скважин.

Это наглядно видно на рис.3 видеосъемки стенки гидрогеологической скважины, где применением алмазных бурильных головок

обеспечивается сохранение формы и поперечного размера скважины, гладкоствольность стенки обработанной турбулизатором-расширителем.

Тем самым, исключаются появления водоворотных зон, образующие условия для размыва и разрушения стенок скважин, особенно в промежуточном стволе циркуляционной системы.

Выводы. Выработаны исходные геологические и технические предпосылки сооружения циркуляционной системы вскрытия и извлечения геотермальных вод из недр земли для производства электрического тока и получения тепла.

На начальной стадии освоения геотермальных месторождений циркуляционной системой скважин с принудительным самоизливом, наиболее перспективны Илийские, Сырдарьинские артезианские бассейны низкоминерализованных (до 1,0 г/литр) вод, обладающие огромными запасами.

К примеру, использование Илийского артезианского бассейна в качестве источника энергии и тепла города Алматы, позволило бы эффективно решить проблему очищения воздушного пространства города от вредных выделений ископаемых видов топлива – нефтепродукты, уголь и газ, существенным снижением стоимости тепла и горячей воды, электричество.

В Казахстане назрела настоятельная необходимость перевода экономики от углеводородов на возобновляемые источники энергии, в первую очередь геотермальной.

Список литературы

- 1 Зыков Е.А., Вальцева А.И., Вальцев Н.В. Геотермальная энергетика: история и перспективы развития // Международная научно-практическая конференция «Энерго- и ресурсосбережение. Энергообеспечение. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии. Атомная энергетика. Даниловские чтения — 2020», г.Екатеринбург, 2020. [Zykov E.A., Valtseva A.I., Valtsev N.V. Geothermal energy: history and prospects of development //International Scientific and Practical conference “Energy and resource conservation. Energy supply. Non-traditional and renewable energy sources. Nuclear power engineering. Danilovsky Readings — 2020”, Yekaterinburg, 2020].
- 2 Жеваго В.С. Геотермия и термальные воды Казахстана //«Наука», 1972,-С.225. [Zhevago V.S. Geothermy and thermal waters of Kazakhstan //“Science”, 1972,-p.225].
- 3 Суксова С.А., Долкан А.А., Тимофеева Ю.В., Усольцева Л.А. Способы разработки геотермальной энергии //Вестник Евразийский науки, Том 12, №3, 2020, -С.1-9. [Suksova S.A., Dolkan A.A., Timofeeva Yu.V., Usoltseva L.A. Methods of geothermal energy development //Bulletin of Eurasian Science, Volume 12, No. 3, 2020, -pp.1-9].
- 4 Jan-Erik Rosberg, Mikael Erlström. Evaluation of deep geothermal exploration drillings in the crystalline basement of the Fennoscandian Shield Border Zone in south Sweden // Geothermal Energy 9, 20 (2021), <https://doi.org/10.1186/s40517-021-00203-1>.
- 5 Алишаев М.Г. Оценки показателей циркуляционной системы добычи геотермальной энергии в случае маломощного пласта //Известия Российской академии наук. Энергетика, 1. –С.140-158. <https://doi.org/10.1134/S0002331019010047>. [Alishaev M.G. Estimates of the indicators of the circulation system of geothermal energy extraction in the case of a low-power reservoir //Proceedings of the Russian Academy of Sciences. Power Engineering, 1. – p.140-158].
- 6 Шулюпин А.Н., Варламова Н.Н. Современные тенденции в освоении геотермальных ресурсов //Научно-технический журнал «Георесурсы», Т.22, №4, 2020. –С.113-122. <https://doi.org/10.18599/grs.2020.4.113-122>. [Shulyupin A.N., Varlamova N.N. Modern trends in the development of geothermal resources //Scientific and Technical Journal “Georesources”, vol.22, No.4, 2020. –pp.113-122].
- 7 Hejuan Liu, Qi Li, Yang Gou, Liwei Zhang, Wentao Feng, Jianxing Liao, Zhengwen Zhu, Hongwei Wang, Lei Zhou. Numerical modelling of the cooling effect in geothermal reservoirs induced by injection of CO2 and cooled geothermal water// Oil & Gas Science and Technology - Rev.IFP Energies nouvelles,Vol.75, 15(2020), <https://doi.org/10.2516/ogst/2020005>.
- 8 Гореликов В.Г. Конструктивные особенности алмазных коронок для бурения трещиноватых горных пород //Записки горного института. Санкт-Петербург, 2012, Т.197, -С.29-33. [Gorelikov V.G. Design features of diamond crowns for drilling fractured rocks //Notes of the Mining Institute. St. Petersburg, 2012, Vol.197, -p.29-33].
- 9 Мендебаев Т.Н., Изаков Б.К., Каламбаева А.С. Ресурсосберегающая технология бурения скважин забойной компоновкой с гидрораспределителем и тонкостенными алмазными коронками //Разведка и охрана недр, №3, 2018, Москва. -С.41-43. [Mendebaev T.N., Isakov B.K., Kalambaeva A.S. Resource-saving technology of drilling wells with a downhole layout with a hydraulic distributor and thin-walled diamond crowns //Exploration and Protection of Mineral Resources, No. 3, 2018, Moscow. -Pp.41-43].
- 10 A. Berle, V. Adestal. Advances in Instrumented Coring /European Association of Geoscientists&Engineers. 2018, Vol.2018, p.1-5. <https://doi.org/10.3997/2214-4609.201801554>.
- 11 Thomas Stoxreiter, Robert Wenighofer, Gary Portwood, Simone Pallesi, Alessandro Bertini, Robert Galler, Stephan Grafinger. Rock fracture initiation and propagation by mechanical and hydraulic impact //From the journal Open Geosciences, N0 14. 2019 <https://doi.org/10.1515/geo-2019-0061>.
- 12 Yabin Gao, Xin Xiang, Ziwen Li, Xiaoya Guo, Peizhuang Han. An experimental and simulation study of the flow pattern characteristics of water jet impingements in boreholes //Energy Exploration & Exploitation, 2021, Vol.40(6), pp.1-21 <https://doi.org/10.1177/01445987211052063>.
- 13 Бреннер В.А., Жабин А.Б., Пушкарев А.Е. Перспективы развития гидроструйных технологий в горно-добывающей промышленности и подземном строительстве //Горные машины и автоматика, 2002, №5. – С.2-10 [Brenner V.A., Zhabin A.B., Pushkarev A.E. Prospects for the development of hydrojet technologies in the mining industry and underground construction //Mining machines and automation, 2002, No. 5. – pp.2-10].
- 14 Бреннер В.А., Жабин А.Б., Пушкарев А.Е. Разрушение горных пород при помощи гидроструйных технологий //Научные работы Донецкого национального технического университета, выпуск 99, 2005 [Brenner V.A., Zhabin A.B., Pushkarev A.E. Destruction of rocks using hydrojet technologies //Scientific works of Donetsk National Technical University, issue 99, 2005].

15 Мендебаев Т.Н., Смашов Н.Ж. Конструктивные особенности и технология изготовления алмазных породоразрушающих инструментов с отдельной системой промывочных каналов //Новости науки Казахстана, №4(142), 2019. –С.105-113. [Mendebaev T.N., Smashov N.J. Design features and manufacturing technology of diamond rock-breaking tools with a separate system of flushing channels //Kazakhstan Science News, №4(142), 2019. – Pp.105-113].

16 T. Mendebaev, N. Smashov. Design of diamond drill heads with a hydrojet effect of rock destruction//“Eastern-European Journal of Enterprise Technologies”, 5/1(119) 2022, pp.36-43.

17 Реготунов А.С. О влиянии некоторых факторов на величину показателя энергоёмкости разрушения горных пород в процессе шарошечного бурения взрывных скважин //Сетевое периодическое научное издание «Проблемы недропользования». №3, 2020. –С.41-51. DOI:10.25635/2313-1586.2020.03.041 [Regotunov A.S. On the influence of some factors on the value of the energy intensity index of rock destruction in the process of ball drilling of blast wells //Network periodical scientific publication “Problems of subsoil use”. No. 3, 2020. –pp.41-51].

Т.Н. Мендебаев. ГЕОТЕРМАЛДЫҚ КЕН ОРЫНДАРЫН ИГЕРУ ТИІМДІЛІГІН АРТТЫРУ МӘСЕЛЕСІН ШЕШУДІҢ ЖАҢА ТӘСІЛІ

Түйіндеме. Геотермалдық кен орындарын тиімді игерудің бастапқы алғышарттары әзірленді.

Геологиялық-термалды су кен орындарының геологиялық құрылымы, құрамы, “су-тау жынысы” жүйесіндегі тау жыныстарының физикалық-механикалық қасиеттері туралы сенімді мәліметтер.

Техникалық-тау-кен ортасының жағдайларына сәйкес келетін ұңғымаларды салу құралдары, құрылымдық ерекшеліктері мен технологиялық мүмкіндіктері, өзек түрінде жоғары ақпараттық геологиялық материал алуды қамтамасыз ету, ұңғымалар қабырғаларының құлау мен төгілуден тұрақтылығын сақтау. Ыстық бұлақтарды ашу шарттарына сәйкес келетін тау жыныстарын жоюдың гидрожарғыш әсері бар алмас бұрғылау тәждерінің сериясы Ұңғымаларды бұрғылау тәжірибесінде әзірленді және сыналды.

Геотермалдық кен орындарын ашу мен игерудің циркуляциялық жүйесінің сызбасы ұсынылған, олар аралық оқпанның тегіс иілуімен байланысты тігінен айдау және көлбеу көтерілу ұңғымаларынан тұрады.

Әлемдегі геотермалдық кен орындарын игерудің барлық белгілі схемаларынан ерекшеленетін схеманың идеялық жаңалығы геотермалдық кен орындарын игерудің тиімділігін арттыруға бағытталған Жер қойнауы мен термалды горизонттың ішкі энергиясының көрінісі үшін жағдай жасау мүмкіндігін қарастырады.

Схеманың құрылымдық ерекшеліктері жылу горизонты бойынша сүзгі бағанымен қапталған тік айдау ұңғымасы су беру кезінде жоғары және төмен қысымды соққы толқындары пайда болатын, су ағынын орталық ядроға және бүйірлік компоненттерге бөлетін жиектермен жасалады. Нәтижесінде термалды горизонт өзгермелі гидроимпульстердің әсерін, тау жыныстарының өткізгіштігінің жоғарылауын және ұңғымаға су ағынының үдеуін сезінеді.

Бұл ретте аралық оқпанмен ұңғымалар жүйесінің байламымен және көлбеу орнатылған сүзгі бағанымен көтерілетін ұңғыманы төсеумен термалды горизонтты қамту көлемі, үздіксіз пайдалану мерзімін ұлғайту қамтамасыз етіледі, мұнда айналым арнасы төменгі жиектен контейнерге кіреберіске дейін тегіс иілу қосылыстарымен бір диаметрмен орындалады. Осылайша, жергілікті қысым шығындары алынып тасталады.

Тау жыныстарын қатайта отырып, аралық оқпанның қабырғасын Тегістеу арқылы судың ағуы және айналым арнасының ұзындығы бойынша қысымның жоғалуы жойылады.

Айналым схемасының маңыздылығы – ыстық суды алу сыртқы энергияны тартпай, мәжбүрлі түрде жүзеге асырылады.

Түйінді сөздер: геотермал, схема, айналым, ұңғыма, импульстар, энергия.

T.N. Mendebaev. A NEW APPROACH TO SOLVING THE PROBLEMS OF INCREASING THE EFFICIENCY OF GEOTHERMAL FIELD DEVELOPMENT

Abstract. The initial prerequisites for the effective development of geothermal deposits have been developed.

Geological – reliable information about the geological structure of thermal water deposits, compositions, physical and mechanical properties of rocks in the “water-rock” system.

Technical – means of well construction, design features and technological capabilities corresponding to

the conditions of the mining environment, ensuring the production of highly informative geological material in the form of a core, maintaining the stability of the walls of wells from collapse and shedding. A series of diamond drill bits with a hydrojet effect of rock destruction, corresponding to the conditions of opening hot springs, have been developed and tested in practice for drilling wells.

A scheme of a circulation system for the opening and development of geothermal deposits consisting of a vertically injection and an obliquely ascending well connected by a smooth bend of an intermediate shaft is proposed.

The ideological novelty of the scheme, which differs from all known schemes for the development of geothermal deposits in the world, provides for the possibility of creating conditions for the manifestation of the internal energy of the earth's interior and the thermal horizon, aimed at improving the efficiency of the development of geothermal deposits.

The structural features of the scheme are that a vertical injection well lined with a filter column in the section of the thermal horizon is made with ledges, where shock waves of increased and decreased pressure are generated when water is supplied, by dividing the water flow into a central core and lateral components. As a result, the thermal horizon is affected by alternating hydraulic impulses, an increase in rock permeability and an acceleration of water inflow into the well.

At the same time, by linking the borehole system with an intermediate trunk, and laying an ascending well with an obliquely cased filter column, the volume coverage of the thermal horizon is provided, increasing the uninterrupted operation period, where the circulation channel from the lower ledge to the entrance to the tank with smoothly bending joints is made with one diameter. This eliminates local pressure losses.

By grinding the wall of the intermediate shaft with rock hardening, water leaks and pressure losses along the length of the circulation channel are eliminated.

The significance of the circulation scheme – the extraction of hot water is carried out by forced self-discharge, without attracting energy from outside.

Keywords: geothermal, circuit, circulation, well, pulses, energy.

Сведения об авторе

Мендебаев Токтамыс Нусипхулович, доктор технических наук, заслуженный деятель и заслуженный изобретатель РК, главный научный сотрудник ТОО «НВЦ Алмас», г.Алматы, проспект Абая, дом 153, офис 43-44, 8 (727) 394-34-36, 394-31-91, e-mail: nvc_almas@mail.ru