

5. Кашковский В. И., Войновский В. В. Сточные воды свалок твердых бытовых отходов: проблемы решения. // 5-я Международная конференция «Сотрудничество для решения проблемы отходов». // Харьков. // 2009 г. // с. 39-45.
6. Ахмедова Н. Р. Защита грунтовых вод от загрязнения инфильтратом свалок в Калининградской области // Диссертация. Калининград. 2010. – С.165

УДК 550.822

Ващенко В.Н. (Украина, Киев)

ДОБЫЧА ГЛУБИННЫХ ИСКОПАЕМЫХ БЕЗ ШАХТ И КАРЬЕРОВ

Глубинные земные недра, ниже глубинных горизонтов 10-15 км, являются геоастрофизическим пространством, в пределы которого непосредственный контактный доступ для исследовательских приборов и иных устройств пока невозможен. В результате, современные представления о свойствах глубинных земных недр формируются на базе косвенных данных.

Надежные экспериментальные данные о свойствах глубинных недр Земли могли бы давать прямые контактные исследования глубинного вещества с последующей доставкой его проб на поверхность Земли. А список фундаментальных и прикладных проблем и задач, которые могут решить только контактные глубинные исследования достаточно объемный. Однако, не смотря на существенный прогресс в технологии глубинного бурения, до сих пор ученым не удалось получить образцы мантийного вещества для контактных исследований.

На глубинах около 10 км температура земных недр достигает 300-350 °С, а на глубинах около 12 км в скважинах можно ожидать температуру свыше 530 °С. Любые буровые растворы непригодны для использования при таких температурах.

Ещё одним ограничением глубинного бурения является высокое давление, которое приводит к блокированию и разрушению буровых механизмов. Кроме того, в трещиноватых породах на стенках скважины вследствие динамических нагрузок образуются каверны, которые мешают бурению, но методов по их предотвращению не существует.

Опыт Кольской сверхглубокой скважины показал, что даже при наличии самого современного бурового оборудования проходка скважины глубиной до 15 км займет более 20 лет и потребует сотен миллионов долларов.

Альтернативными традиционному бурению в условиях высоких температур и давлений являются методы термического проплавления пород с помощью автономных устройств-геозондов, содержащих мощные теплогенераторы. При этом высокая температура теряет свои ограничительные свойства и, наоборот, становится рабочим параметром. Упрощается также проблема защиты от высоких давлений. Возможность и необходимость создания в ближайшем будущем автономных буровых устройств диктуется высокой эффективностью получения с их помощью принципиально новой научной информации о сверхглубинных недрах [1].

Среди известных на сегодня генераторов тепловой энергии самыми мощными являются атомные реакторы, способные обеспечить высокую тепловую мощность на протяжении очень длительного времени. Разогретый ядерным теплом прочный и тугоплавкий корпус геозонда-термобура будет расплавлять контактирующую с ним породу. Под собственной тяжестью атомный геозонд-термобур будет опускаться вглубь недр сквозь расплавляемую им породу. При этом в твердых породах можно обеспечить такой заданный тепловой режим термобурения, при котором стенки скважины будут самоупрочняться стекловидным слоем остывающего расплава.

До конца XX столетия отсутствовал детальный, теоретический, физико-математический анализ проблемы сверхглубинного проникновения, с помощью атомного термобура при тепловых параметрах, которые ему может обеспечить реальный малогабаритный атомный реактор.

Главной целью настоящей работы является не разработка конкретных конструкций геозонда, а детальное теоретическое исследование принципиальной возможности создания сверхглубинных автономных геозондов для проникновения в глубинные недра Земли и получение алгоритмов оценки основных инженерных параметров процесса тепломассопереноса при контактном плавлении [2].

Задача о вертикальном движении геозонда в горных породах или ледяных толщах в результате проплавления сводится к рассмотрению самосогласованного процесса распространения тепла через расплав от геозонда к породе, для ее прогревания и плавления, а также к гидродинамической задаче о течении расплава от лобовой части зонда в направлении, противоположном его движению. Необходимость комплексного рассмотрения совокупности теплофизического и гидродинамического аспектов задачи обосновывается наличием общего параметра - скорости движения источника. Для создания математической модели, адекватной процессам тепломассопереноса при контактном плавлении, используемую систему уравнений необходимо замкнуть уравнением распространения тепла в породе. Эту систему уравнений можно решить путем ввода малого параметра отношения наименьшей толщины слоя расплава к характерному размеру геозонда, значение которого может изменяться от 10^{-3} до 10^{-4} .

Далее методом численного компьютерного интегрирования можно получить с заранее заданной степенью точности основные исходные инженерные параметры - скорость движения геозонда, толщину слоя расплава, поле скоростей и температур расплава, температуру нагревающей поверхности геозонда.

Для условного геозонда с реально возможной плотностью теплового потока 1 МВт/м^2 в направлении движения, значение оценки скорости проникновения для реальных горных пород составляет до 10 м/ч, что в десятки раз превосходит скорость проходки традиционными буровыми методами. При такой скорости для прохождения всей толщины земной коры, составляющей примерно 30-40 км, требуется около 100 кг ядерного горючего типа U^{235} , что соответствует характеристикам современных малогабаритных ядерных реакторов.

Следует также подчеркнуть большую роль формы «теплоактивной» рабочей поверхности для оптимизации процесса термобурения. Основными оценочными критериями данного процесса являются скорость движения и коэффициент полезного действия (КПД), определяющийся как отношение минимальной мощности, расходуемой на обеспечение вертикального движения геозонда с заданной скоростью, ко всей мощности, снимаемой с рабочей поверхности геозонда. Расчеты конструкций геозондов с изотермической поверхностью одинаковой мощности дали наилучшие показатели для параболической поверхности нагрева.

Результаты теоретических исследований показывают, что возможность сверхглубинного термического проникновения теоретически обосновывается с достаточной степенью корректности. Более того, уже сегодня проблема создания сверхглубинного геозонда сводится к принципиально решаемым научно-техническим и инженерно-физическим задачам. Создание геозонда, способного работать при давлении 7000 бар и температурах 1600°C , позволит осуществить транскоровое проникновение в недра Земли, для чего понадобятся специальные термоустойчивые управляюще-измерительные приборы, способные работать в экстремальных температурных условиях и будут востребованы в других отраслях науки.

Рассматриваемый термический метод бурения не имеет альтернативы среди других известных методов бурения по скорости и глубине проникновения в земные недра. Ограничения термобурения определяются, в основном, количеством ядерного горючего, термостойкостью конструкционных материалов и прочностными характеристиками самой конструкции геозонда.

Важным этапом при создании геозонда является выбор конструкционных материалов для основных систем зонда - теплогенератора, тепловыделяющих элементов, корпуса, оболочки и коронки зонда. Необходимы многофункциональные материалы, сочетающие высокую прочность, химическую стойкость, теплопроводность, термостойкость, заданный уровень электропроводности и ряд других свойств. Современные конструкционные материалы способны обеспечить работу геозонда при температурах до 1600°C , тогда как температура плавления большинства реальных пород, входящих в состав земной коры, не превышает 1100°C . Кроме этого материал должен быть устойчив к высоким давлениям при таких температурах, а также иметь высокую химическую и радиационную стойкость. Установлено, что для конструкции термозонда приемлемы материалы из карбидной и нитридной керамики.

Нитридокремниевые материалы по электрическим свойствам относятся к диэлектрикам, а карбидокремниевые - к полупроводникам. Наряду с керамическими материалами для создания лабораторных моделей зондов и проведения с ними исследовательских испытаний, могут быть использованы графитовые материалы. Будучи доступными и недорогими, они уступают керамике лишь по химической стойкости и механической прочности.

В настоящее время в Антарктиде осуществляется Европейский буровой проект EPICA по выбурированию глубинных ледяных кернов. Выполняется этот проект совместно Бельгией, Францией, Голландией, Германией, Италией, Норвегией, Швецией, Швейцарией и Великобританией. Проходка ледовой скважины глубиной до 4-х километров в условиях Антарктиды требует очень значительных ресурсов. В будущем новые автономные термомолдобуры должны исключать применение экологически опасных незамерзающих жидкостей, использующихся в современных методах ледового термобурения.

Прикладное промышленное применение термозондов может быть самым разнообразным и неожиданным. Автономные промышленные термобуры делают возможными геотехнологии, которые не требуют присутствия горняков под землей и не наносят значительного экологического вреда окружающей среде, не сопровождаются гигантскими терриконами и отвалами породы.

Современное подземное предприятие только за сутки поглощает под землю до 200 кубометров крепежного отборного лесоматериала, до 250 тысяч кубометров воздуха, 200 тысяч киловатт часов электроэнергии, 2 500 тонн взрывчатки. Под землю доставляются трубы, рельсы, металлоконструкции, бытовое оборудование и материалы. Кроме того, в угольных бассейнах с каждой тонной угля на поверхность откачивается несколько десятков тонн воды.

Увеличение глубин добычи ископаемых заметно снижает качественные показатели добычи. Легкодоступные для разработки пласты уже выработаны или движутся к этому пределу, поэтому развитие горнодобывающей подземной промышленности требует новых вложений. Подземные разработки ископаемых углубились до 600 и более метров. Однако на таких глубинах в условиях повышения давления горных пород человек с традиционной техникой уже не способен управлять подземными ситуациями и процессами, и быть хозяином подземного мира.

Глубинные геотехнологии – это принципиально новая концепция экологизации процесса добычи полезных ископаемых и уже сегодня пригодны для разработки бедных и глубоких рудных горизонтов, для которых нецелесообразно или невозможно сооружение шахт.

В недра Земли можно перенести весь литейный процесс без разрушения поверхностных слоев и сохранения экологического равновесия поверхности. А перечень полезных ископаемых, которые можно добывать геотехническими методами, обширный.

Современные геотехнологии являются продуктом геологии, физики, химии и других наук. Такой прогрессирующий конгломерат наук в будущем обязательно предложит новые, востребованные практикой, методы добычи, которые вовлекут в сферу геотехнологий и традиционные, и новые полезные ископаемые. Можно прогнозировать, что в будущем произойдет определенный отказ от шахт и карьеров, а также и от других методов добычи.

Иным перспективным применением является возможность развития новых методов доступа к неисчерпаемым источникам геотермальной энергии, используя разных видов и агрегатного состояния энергоносителей, а также комбинированных циклов гео- и энергетических технологий.

Таким образом, автономные зонды геонавты, запускаемые в сторону, диаметрально противоположную космическим вертикалям, а именно - в геокосмические недра нашей Земли, являются поистине геокосмической техникой. И чем быстрее будет создана такая принципиально новая техника, тем быстрее горнодобывающая промышленность обретет новые максимально экологические методы получения полезных ископаемых без шахт и карьеров.

Используя ядерный реактор под Землей в качестве теплогенератора, можно обеспечить необходимый диапазон рабочих температур и закачивать под Землю холодные реагенты для их нагревания «на месте» до эффективных рабочих температур.

Уже существует возможность создания безопасных ядерных реакторов работающих на самом распространенном в природе и дешевом изотопе ^{238}U . В основу создания таких реакторов положена концептуальная идея Феокистова-Тэллера, суть которой в том, что главным "тормозом" и абсолютной защитой против взрывного развития ядерной реакции в ядерных конструкциях должен быть физический закон - не автоматика, не багатоступенчатые барьеры безопасности, и даже не оператор-человек, который в системе управления ядерным объектом есть наиболее слабым и опасным звеном, а непреодолимые законы физики, законы Большой Природы.

Реакторы с внутренней безопасностью в соответствии с точным высказыванием известного физика-ядерщика Л. П. Феокистова - это "...ядерные установки, которые никогда не взрываются". Новые безопасные реакторы можно использовать в любых тяжело доступных местах планеты. Создание таких абсолютно безопасных, и практически неисчерпаемых источников энергии решительным образом может повлиять на развитие и изменение многих материальных и духовных ценностей в обществе, кардинально изменить будущие технологии Ядерный реактор Феокистова - Тэллера, в отличие от традиционных реакторов, не требует над критической загрузки ядерного топлива, а значит, принципиально не может взорваться. В нем исключается участие оператора, поэтому он относится к реакторам с высокой внутренней безопасностью [3-6].

Этот новый тип реактора позволяет исключить из топливно-ядерного цикла процедуру обогащения ядерного топлива и использовать в нем природный и даже технический ^{238}U . В нем отсутствует система регулирования реактивности реактора, а степень выгорания топлива может достигать 30-50% и выше в зависимости от поставленных задач.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вашенко В.Н. Очаги глубокофокусных землетрясений. Издательство научной книги, Киев – 1995. – 95с.
2. Vaschenko V., Vachev B., Pisarenko T. Physical, Technical and Engineer Concept of Ultradeep Nuclear Geoprobes. Bulgarian Nuclear Society Annual Conference "Nuclear Power for the People", BgNS TRANSACTIONS, Vol.13, No, 2009.
3. Феокиситов Л.П. Нейтронно-делительная волна, ДАН СССР, 1989, Т. 309,с. 864.
4. Rusov V.D., Pavlovich V.N., Vaschenko V.N. et al. Geantineutrino Spectrum and Slow Nuclear Burning on the Boundary of the Liquid and Solid Phases of the Earth's core // arXiv:hep-ph/0402039
5. V.D.Rusov, V.N.Pavlovich, V.N.Vaschenko, V.A.Tarasov, T.N.Zelentsova, V.N.Bolshakov, D.A.Litvinov, S.I.Kosenko, O.A.Byegunova. Geantineutrino spectrum and slow nuclear burning on the boundary of the liquid and solid phases of the Earth's core // J.Geophys.Res., 112, B09203, doi: 10.1029/2005JB004212
6. Raghavan R.S. et al. // Phys. Rev. Lett., 1998, Vol.80, P635.

УДК 550.34:504.05

**Вашенко В.М. (Україна, Київ), Гордієнко Ю.О. (Україна, Макарів) Бабій С.О. (Україна, Київ),
Злочевський В.В. (Україна, Київ), Толчонов І.В. (Україна, Макарів).**

НОВІ ПЕРСПЕКТИВИ ЕКОСЕЙСМІЧНОЇ БЕЗПЕКИ УКРАЇНИ

Основними напрямками державної політики з питань національної безпеки, у тому числі в екологічній сфері, є зосередження діяльності усіх відповідальних державних установ на прогнозуванні, своєчасному виявленні, упередженні і нейтралізації зовнішніх і внутрішніх загроз національній безпеці України. До загроз екологічній безпеці України відносяться природні та техногенні сейсмічні явища, як можливі чинники