

# Латинская Америка: Применение изотопов для оценки геотермальной энергии

Роберто Гонфьянтини

Одно из первых мероприятий, организованных в рамках новой Программы координированных исследований по применению изотопных и геохимических методов в геотермальных исследованиях, которое Агентство начинает в Латинской Америке при финансовой поддержке правительства Италии, состоялось недавно в Морелиа, Мексика\*.

Программа организуется в Латинской Америке в связи с тем обстоятельством, что многие страны в этом регионе имеют блестящие перспективы по использованию геотермальных источников для производства электроэнергии. Ведущей страной в этом регионе является Мексика, которая находится в одном ряду среди главных производителей геотермальной электроэнергии в мире\*\*. В настоящее время Сальвадор также производит геотермальную электроэнергию, и в будущем предусматриваются геотермальные установки в Коста-Рике, Гватемале и Никарагуа.

Поддержка Италией этой программы обусловлена тем обстоятельством, что она была первым производителем электроэнергии за счет геотермальных источников и обладает большим опытом в геотермальных исследованиях и эксплуатации геотермальных установок.

Геохимические и изотопные исследования являются наиболее экономичными и эффективными, выполняемыми на первой стадии геотермальных исследований. Значительная информация может быть получена при наблюдении природных проявлений (таких как горячие источники, фумаролы и мофеты), присутствующих в новых, неэксплуатируемых геотермальных областях. За этими исследованиями могут последовать, а могут и не последовать другие более дорогостоящие исследования (например, геофизические) и в конце концов поисковые бурения. Даже когда геотермальные источники уже эксплуатируются, изотопы представляют важный инструмент для контроля функционирования и предсказания поведения геотермальных источ-

ников, что может повлиять на стратегию эксплуатации.

## Ожидаемые предложения от девяти государств

В Морелиа присутствовало много исследователей, которые будут участвовать в рамках различных исследовательских проектов, включенных в программу МАГАТЭ, в качестве руководителей или исполнителей. Ожидается, что предложения по исследовательским проектам от девяти стран под эгидой МАГАТЭ будут представлены в недалеком будущем. Этими странами являются Аргентина, Боливия, Венесуэла, Гватемала, Колумбия, Коста-Рика, Мексика, Перу, Эквадор.

На семинаре были прочитаны заказные лекции о геохимических и изотопных исследованиях, выполненных во многих геотермальных районах мира, таких как Кампи Флегрей, Монте Амиата, Лардерелло (все в Италии); Бродлэндс и Вейракей (Новая Зеландия); Гейзерс, Лассен Парк и Йеллостоун (США); Серро Прието и Лос Азуфрес (Мексика); Маникаран (Индия).

Несколько общих лекций более теоретического характера касались изменений содержания изотопов в воде, процессов взаимодействия воды с породами, состава геотермальных жидкостей и геохимического равновесия и кинетики (включая реакции с газом и фракционирование изотопов).

Обсуждались также проблемы, касающиеся сбора проб и их репрезентативности. В действительности пробы геотермальных жидкостей не являются исчерпывающим показателем из-за влияния высокой температуры и большой доли газообразной компоненты и пара. Дискуссии были посвящены также так называемым геотермометрам, т.е. тому зависящему от температуры изотопному и химическому равновесию, которое может быть использовано для оценок температуры геотермальных полей на глубине.

Относительно проблемы повторного закачивания для удаления загрязняющих вод, извлекаемых из геотермальных источников, было отмечено, что изотопы помогают определить модели распределения и самораспределение закаченной воды в геотермальных полях.

В дополнение к этим лекциям представителями Мексики были сделаны сообщения о ряде геохимических и изотопных исследований, выполненных или находящихся в стадии выполнения в геотер-

Р. Гонфьянтини — сотрудник Секции изотопной гидрологии Отдела исследований и лабораторий МАГАТЭ.

\* Семинар официально назывался „Региональный семинар для стран Латинской Америки по применению изотопных и геохимических методов в исследовании геотермальных ресурсов” и состоялся 11–22 июня 1984 г.

\*\* Другими ведущими производителями являются США, Италия, Япония, Новая Зеландия и Филиппины. См., например, „Изотопы в исследованиях геотермальной энергии”, Бюллетень МАГАТЭ, т.25, № 2, июнь 1983 г.



Геотермальный район Лос Азуфрес вблизи Морелиа, Мексика, является одним из многих всемирно известных районов, в котором в помощь инженерам для определения потенциала термальных источников энергии Земли были проведены изотопные исследования. В недалеком будущем МАГАТЭ ожидает получить предложения по исследованиям от девяти латиноамериканских стран, заинтересованных в применении изотопов в геотермальных исследованиях.

мальных районах страны. Другие участники в основном обсуждали текущее состояние дел по геотермальным проектам в своих странах.

В рамках семинара была также организована экскурсия в геотермальный район Лос Азуфрес, расположенный приблизительно в 100 километрах восточнее Морелиа, где был показан отбор проб.

В целом семинар вызвал большой интерес, о чем свидетельствуют количество и характер вопросов участников; он проходил в неформальной дружественной атмосфере и отличался гостеприимством со стороны организатора, Федеральной комиссии по электрической энергии.

Многие участники семинара перед этим прошли курсы повышения квалификации, ежегодно орга-

низующиеся в Пизе, Италия, в Международном институте по геотермальным исследованиям, который относится к Национальному совету по исследованиям. На курсы, которые организуются совместно итальянским правительством и ЮНЕСКО, ежегодно приглашается штатный сотрудник МАГАТЭ для чтения лекций об использовании изотопов в гидрологии, включая геотермальные приложения, и для ознакомления с тем, как государства-члены могут получать помощь в этой области со стороны МАГАТЭ, в частности по программе технического сотрудничества.

