

КОМПЛЕКСНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕОТЕРМАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ

Геотермальные ресурсы являются важнейшим источником развития энергетики, редкометальной и химической промышленности, санаторно-бальнеологического и агропромышленного комплексов. Россия обладает огромными запасами гидрогеотермальных, т.е. аккумулированных в подземных водах, и петротермальных, аккумулированных в горных породах, ресурсов. В то же время в России они используются далеко недостаточно. Быстрый рост энергопотребления, ограниченность и удорожание ресурсов невозобновляемого топлива, обострение экологических проблем заставляют мировую экономику широко использовать альтернативные источники энергии.

Ключевые слова: геотермальные ресурсы, геотермальная энергетика, гидроминеральное сырье, комплексное использование, устойчивое развитие.

Эффективное использование энергии является важным показателем научно-технического и экономического уровня развития страны. Сопоставление показателей энергоэффективности экономики России с другими странами показывает, что удельная энергоемкость нашего внутреннего валового продукта (ВВП) в несколько раз выше, чем в высокоразвитых странах. Так, уровень энергопотребления в расчете на единицу сопоставимого ВВП в России в 4 раза выше, чем в США, в 3,6 раза выше, чем в Японии, в 2,5 раза выше, чем в Германии. Резервы экономии энергоресурсов в России могут составить 40 – 50 % от уровня потребляемых топлива и энергии. Проблема эффективного использования энергоресурсов во многом может быть решена за счет использования альтернативных источников энергии.

1. Введение

Использование внутреннего тепла Земли насчитывает много столетий. Сначала оно применялось в бытовых и лечебных целях в местах наиболее активного проявления глубинной геотермальной активности, а затем уже в XX веке использование геотермальной энергии приобрело широкие промышленные масштабы (Svalova, 1998; 1999; 2000). Во многих развитых странах геотермальные ресурсы стали основой для развития высокотехнологичных отраслей индустрии.

В июле 2004 года геотермальная общественность широко отметила столетие геотермальной энергетики. 4 июля 1904 года в Лардерелло, Италия, Пьеро Джинори Конти (Prince Piero Ginori Conti (1865 – 1939)) провел первый в мире эксперимент по производству электроэнергии из геотермального пара (Рис. 1). А через 9 лет, в 1913 г. в Италии в Лардерелло была пущена в промышленную эксплуатацию первая геотермальная электрическая станция мощностью 250 кВт, действующая до сих пор (Рис.2).

Рис. 1. Устройство, использованное в Лардерелло в 1904 г. в первом в мире эксперименте по производству электроэнергии из геотермального пара, и его изобретатель Пьеро Джинори Конти.



В 2004 году отмечалось также 50-летие Российской геотермальной энергетики. 15 марта 1954 г. Президиум Академии Наук СССР принял решение создать Лабораторию по исследованию геотермальных ресурсов в Петропавловске-Камчатском. А уже в 1966 г. на Камчатке была построена и пущена в эксплуатацию первая геотермальная электрическая станция на реке Паужетка мощностью 5 МВт с традиционным циклом. К 1980 г. мощность Паужетской ГеоЭС была доведена до 11 МВт. Станция и сейчас успешно работает. В 1967 г. заработала Паратунская ГеоЭС с бинарным циклом, построенная на основе разработанной и запатентованной С. Кутателадзе и Л. Розенфельдом уникальной технологии бинарного цикла для получения электроэнергии. Патент у СССР был тогда куплен многими странами. Особенно преуспели в развитии этой технологии в Израиле, куда позже эмигрировала группа советских специалистов и основала компанию «Ормат».

Низкие цены на углеводородное сырье в 70-е годы и кризис 90-х надолго затормозили развитие геотермальной энергетики в России. Высокие цены на нефть и газ требуют незамедлительного развития альтернативной энергетики. Во-первых, невозобновляемые ресурсы быстро истощаются, особенно при нынешнем состоянии экспорта нефти и газа. Во-вторых, на внутреннем рынке цены на топливо неизбежно приближаются к мировым. Экономить энергию придется всеми возможными способами. Отягчающим обстоятельством для развития геотермальной энергетики явится также углеводородная ориентированность Российской экономики. Новые месторождения нефти и газа долго не разведывались и не осваивались, а вновь открытые в Арктике и на шельфе Дальнего Востока экономически малорентабельны. Их освоение потребует огромных затрат, а экономическая целесообразность эксплуатации сохранится только при высоком уровне цен на углеводороды. Даже небольшое снижение мировых цен на нефть и газ потребует от России огромного напряжения для выполнения взятых на себя международных обязательств по уровню продаж. Предвидя экономические риски, правительство может еще больше сосредоточиться на углеводородном сырье. Разведка, бурение, освоение потребуют новых капиталовложений в нефтегазовый сектор, а геотермальная энергетика может опять оказаться в стороне. Этого нельзя допустить. Создание стабильной экономики и устойчивого развития требует организа-



Рис. 2. Геотермальная электростанция в Лардерелло, Италия (Фото В. Сваловой).

ции многовекторной энергетики, способной обеспечить потребности промышленности и общества на разных уровнях: глобальном, региональном, локальном. Необходимо использовать имеющийся зарубежный опыт, когда страны с развитой экономикой и недостатком сырьевых ресурсов были вынуждены развивать инновационные технологии для освоения альтернативной энергии.

2. Геотермальные станции на Камчатке и Курилах

Наиболее ярких успехов в развитии геотермальной энергетики Россия достигла на Камчатке. Это неудивительно, т.к. это фантастический край с уникальными природными ресурсами и необыкновенной красоты проявлениями геотермальной активности в виде вулканов, гейзеров, горячих источников. Еще со времен Степана Крашенинникова (1711 – 1755), участника Второй Камчатской экспедиции (1733 – 1743), и его «Описания земли Камчатки» (1756) к этому притягательному месту приковано внимание как научной геологической общественности, так и любителей необычных природных явлений и путешествий.

Камчатская область обладает богатейшими геотермальными ресурсами, позволяющими полностью обеспечить энергетические потребности края на сто лет вперед. Наиболее перспективным является Мутновское геотермальное месторождение, разведанные запасы которого оцениваются в 300 МВт. Новейшая история освоения Мутновского месторождения пережила несколько этапов: от геологической разведки, оценки запасов, проектирования и строительства первых геотермальных станций Паужетской и Паратунской до строительства Верхне-Мутновской и Мутновской ГеоЭС мощностью 12 и 50 МВт, соответственно.

Для осуществления строительства была создана проектная компания ЗАО «Геотерм», зарегистрированная 30 августа 1994 г. в Петропавловске-Камчатском. Также в строительстве принимали участие АО «Камчатскэнерго», КУГИ (Комитет по управлению городским имуществом) Камчатской области, АО «Наука». Проект осуществлялся за счет кредита Европейского Банка Реконструкции и Развития (99,9 млн. US\$), а также средств Российских инвесторов, включая РАО «ЕЭС России». В 1999 году была пущена в эксплуатацию пилотная Верхне-Мутновская ГеоЭС. 21 декабря 2001 г. был пущен первый энергоблок Мутновской ГеоЭС мощностью 25 МВт. 17.09.2002 г. первый энергоблок был включен в сеть, а 27.09.2002 был введен в эксплуатацию второй энергоблок, что позволило довести общую мощность Мутновской ГеоЭС до 50 МВт (Рис. 3, 4).



Рис. 3. Мутновская ГеоЭС. (Фото из архива В.Сваловой).



Рис. 4. Мутновская ГеоЭС. Сепараторный зал. (Фото В. Сваловой).

Таким образом, общая мощность энергообъектов на Камчатке, включая Паужетскую ГеоЭС, оценивается в 73 МВт. Это составляет 25 % потребности региона в электроэнергии, что позволяет даже в случае прекращения поставок мазута на полуостров решить стратегическую задачу обеспечения электроэнергией жилого сектора и жизненно важных объектов.

На Курилах работают две ГеоЭС – мощностью 2,6 МВт (на о. Кунашир) и 6 МВт (на о. Итуруп). Таким образом, общая мощность ГеоЭС России составляет 81,6 МВт.

Интересно сравнить производство электроэнергии из геотермальных источников по странам (Табл.1) (данные International Geothermal Association – IGA (Huttrer, 2000)).

3. Геотермальные исследования в России

Систематические и целенаправленные геотермические и геотермальные научные исследования на территории нашей страны начались в середине XX века. Для координации этих работ в 1964 г. Отделением наук о Земле АН СССР был создан Научный Совет по геотермическим исследованиям, преобразованный затем в Научный Совет РАН по проблемам геотермии. Первым председателем его был один из крупнейших математиков мира академик А.Н. Тихонов.

С 30-х до начала 60-х годов прошлого столетия геотермальное теплоснабжение в СССР развивалось в основном по пути создания мелких объектов отопления, горячего водоснабжения и бальнеологии на базе термальных вод, полученных из нефтегазовых скважин. Важной вехой в развитии геотермального производства в СССР можно считать 1964 год, когда была создана Северокавказская разведочная экспедиция по бурению и реконструкции нефтегазовых скважин для геотермального теплоснабжения. В 1966 г. в Махачкале было создано Кавказское промышленное управление по использованию глубинного тепла Земли, а в 1967 г. – аналогичное Камчатское промышленное управление в Петропавловске-Камчатском в системе Мингазпрома.

Геотермические и геотермальные исследования ведутся в России более чем в 60 научных учреждениях, принадлежащих к различным ведомствам.

Геотермальные ресурсы России хорошо изучены (Вартанян и др., 1999; Кононов и др., 2005; Kononov et al., 2000) (Рис. 5). Еще в 1983 г. сотрудниками ВСЕГИНГЕО при участии региональных центров был составлен «Атлас ресурсов термальных вод СССР» с объяснительной запиской, содержащий 17 карт, в том числе «Карту термальных вод СССР», «Карту потенциальных запасов термальных вод СССР» (обе в масштабе 1:10 млн.), а также карты эксплуатационных запасов термальных вод основных водоносных комплексов по наиболее перспективным районам (Западная Сибирь, Пред-

Страна	1990, МВт	1995, МВт	2000, МВт	2005, МВт
Аргентина	0,67	0,67	0	0
Австралия	0	0,17	0,17	0,2
Австрия	0	0	0	1
Китай	19,2	28,78	29,17	28
Коста Рика	0	55	142,5	163
Сальвадор	95	105	161	151
Эфиопия	0	0	8,52	7
Франция (Гваделупа)	4,2	4,2	4,2	15
Германия	0	0	0	0,2
Гватемала	0	33,4	33,4	33
Исландия	44,6	50	170	322
Индонезия	144,75	309,75	589,5	797
Италия	545	631,7	785	790
Япония	214,6	413,71	546,9	535
Кения	45	45	45	127
Мексика	700	753	755	953
Новая Зеландия	283,2	286	437	435
Никарагуа	35	70	70	77
Папуа Новая Гвинея	0	0	0	39
Филиппины	891	1227	1909	1931
Португалия (Азорские о-ва)	3	5	16	16
Россия (Камчатка)	11	11	23	73
Тайланд	0,3	0,3	0,3	0,3
Турция	20,6	20,4	20,4	20,4
США	2774,6	2816,7	2228	2544
Всего	5831,72	6833,38	7974,06	9058,1

Табл. 1. Производство электроэнергии из геотермальных источников в мире.

Кавказе, Камчатка, Курилы) в масштабе 1:5 млн. и 1:1,5 млн.

В 1991 г. под редакцией Ю.Д. Дядькина была составлена в масштабе 1:10 млн карта петрогеотермальных ресурсов нашей страны на глубинах до 6 км. Практически везде имеются возможности для создания систем теплоснабжения с температурами 70 °С на входе и 20 °С на выходе, а примерно на 70% территории России – с температурным режимом 90/40 °С. Потенциал такой ресурсной базы в Российской Федерации составляет $1,77 \times 10^{15}$ т у.т.

В 2000 г. вышел Геотермический атлас России (электронная версия), составленный сотрудниками Санкт-Петербургского горного института (технического университета) и ФГУП НПО «Недра» под редакцией А.А. Смыслова.

По данным ВСЕГИНГЕО и ВНИИКТЭП (Вартамян и др., 1999) на территории России разведано 47 месторождений природных теплоносителей с запасами термальных вод 242,4 тыс. м³/сутки и парогидротерм 103,2 тыс. т/сутки. При этом запасы утверждены лишь по 12 месторождениям термальных вод (135,4 тыс. м³/сутки) и по 5 месторождениям парогидротерм (34,5 тыс. т/сутки в пересчёте на пар). Это крайне мало, учитывая огромные потенциальные гидротермальные ресурсы России.

Гидротермальные ресурсы используют преимущественно для теплоснабжения и обогрева городов и населённых пунктов на Северном Кавказе и Камчатке с общим числом населения около 500 000. В некоторых районах страны глубинным теплом обогреваются теплицы общей площадью около 465 000 м². Широко используются термоминеральные воды в бальнеологии и курортологии, но и здесь резервы еще очень велики. Наиболее перспективными регионами для практического использования геотермальных ресурсов на территории России являются Северный Кавказ, Западная Сибирь, Прибайкалье, Курило-Камчатский регион, Приморье, Охотско-Чукотский вулканический пояс. Практически повсеместно внутреннее тепло Земли может осваиваться с помощью тепловых насосов.

Использованием и усовершенствованием тепловых насосов для утилизации геотермальных ресурсов занимается целый ряд организаций. Пионерами их использования в России явились НПО «Недра» в Ярославле и Группа Компаний «ИНСОЛАР-ИНВЕСТ» в Москве. На тепловых насосах работают экспериментальная школа в деревне Филиппово Ярославской области, демонстрационный комплекс «Экопарк-Фили», энергоэффективный жилой дом в Москве на улице Академика Анохина. Использование тепловых насосов в России имеет очень большие перспективы.

Для сравнения приведем данные IGA по прямому использованию геотермальных ресурсов в мире (Табл. 2) (Lund & Freeston, 2000).

В области использования геотермальной энергии Россия тесно сотрудничает с Международной Геотермальной Ассоциацией (International Geothermal Association – IGA).

IGA – научно-образовательная, культурная, просветительская, негосударственная, неполитическая, некоммерческая организация, координирующая деятельность по использованию геотермальных ресурсов в мире, созданная в 1989 г. IGA управляется Советом Директоров в количестве 30 человек, избираемых на конкурсной основе один раз в 3 года. Согласно Уставу IGA, члены Совета Директоров не могут избираться больше двух сроков подряд. В разное время членами Совета Директоров от СССР и России избирались Г.И. Буачидзе, В.И. Кононов, Ю.Д. Дядькин, В.Б. Свалова, К.О. Поваров. В качестве коллективного члена от России в IGA входила Российская Геотермальная Ассоциация, а затем Геотермальное Энергетическое Общество, созданное в 2003 г. под рук. О.А. Поварова.

Каждые пять лет IGA проводит Всемирные Геотермальные Конгрессы (World Geothermal Congress - WGC), собирающие более тысячи участников. Российские ученые бывают представлены там большими делегациями. Так WGC-1995 состоялся в Италии (Флоренция), WGC-2000 – в Японии (Хьюсю-Тохоку), WGC-2005 – в Турции (Анталья). WGC-2010 состоится в Индонезии на острове Бали.

Успехи России в освоении тепла Земли на Камчатке придали импульс дальнейшему международному сотрудничеству в области геотермальной энергетики. В 2001 – 2002 гг. Всемирный Банк и Глобальный Экологический Фонд разработали стратегию развития геотермальной энергетики для стран Европы и Центральной Азии. Международная программа в рамках этой стратегии стимулировала подготовку и развитие новых проектов во многих регионах России. Было отобрано 5 первоочередных геотермальных проектов: 1) Камчатка: «Полное тепло- и электроснабжение Елизовского района на основе геотермальных ресурсов»; 2) Калининградская область: «Тепло- и электроснабжение на основе геотермальных ресурсов»; 3) Камчатка: «Расширение Верхне-Мутновской ГеоЭС. Создание энергоблока № 4 с бинарным циклом мощностью 6,5 МВт»; 4) Краснодарский край: «Геотермальное теплоснабжение г. Лабинска»; 5) Омская область: «Полное геотермальное теплоснабжение с. Чистово Оконешиковского района».

4. Комплексное использование геотермальных ресурсов

Термальные воды используются для многих целей: для выработки электроэнергии, для теплофикации и хладоснабжения, для горячего водоснабжения, в земледелии,

Страна	1995	1995	2000	2000
	Мощность, МВт	Энергия, Т Дж/год	Мощность, МВт	Энергия, Т Дж/год
Алжир	100	1657	100	1586
Аргентина			25.7	449
Армения			1	15
Австралия			34.4	351
Австрия	21.1	200	255.3	1609
Бельгия	3.9	101.6	3.9	107
Болгария	133.1	778.5	107.2	1637
Канада	1.68	47	377.6	1023
Карибские острова			0.1	1
Чили			0.4	7
Китай	1915	16981	2282	37908
Колумбия			13.3	266
Хорватия			113.9	555
Чехия			12.5	128
Дания	3.5	45	7.4	75
Египет			1	15
Финляндия			80.5	484
Франция	599	7350	326	4895
Грузия	245	7685	250	6307
Германия	32	303	397	1568
Греция	22.6	135	57.1	385
Гватемала	2.64	83	4.2	117
Гондурас			0.7	17
Венгрия	340	5861	472.7	4086
Исландия	1443	21158	1469	20170
Индия			80	2517
Индонезия			2.3	43
Израиль	44.2	1196	63.3	1713
Италия	307	3629	325.8	3774
Япония	319	6942	1167	26933
Иордания			153.3	1540
Кения			1.3	10
Корея			35.8	753
Литва			21	599
Македония	69.5	509.6	81.2	510
Мексика			164.2	3919
Непал			1.1	22
Нидерланды			10.8	57
Новая Зеландия	264	6614	307.9	7081
Норвегия			6	32
Перу			2.4	49
Филиппины			1	25
Польша	63	740	68.5	275
Португалия			5.5	35
Румыния	137	2753	152.4	2871
Россия	210	2422	308.2	6144
Словакия	99.7	1808	132.3	2118
Словения	37	761	42	705
Швеция	47	960	377	4128
Швейцария	110	3470	547.3	2386
Тайланд			0.7	15
Тунис			23.1	201
Турция	140	1987	820	15756
Великобритания			2.9	21
США	1874	13890	3766	20302
Венесуэла			0.7	14
Йемен			1	15
Югославия	80	2375	80	2375
Всего	8604	112441	15145	190699

Табл. 2. Прямое использование геотермальной энергии в мире.

животноводстве, рыбоводстве, в пищевой, химической и нефтедобывающей промышленности, в бальнеологии и курортологии, в рекреационных целях.

Термальные воды, особенно хлоридные рассолы, содержат в своем составе огромный комплекс металлических и неметаллических микрокомпонентов. Насыщенность рассолов микрокомпонентами находится в тесной зависимости как от генетической сущности самих рассолов, так и от литолого-структурных и геотермических особенностей вмещающих пород.

Термальные воды с высокой минерализацией (М) расположены на большей территории России и б. СССР. Они известны почти во всех районах. Рассолы с М выше 200 г/л известны в Пермской и Самарской областях, Татарии, Московской, Рязанской и других центральных областях. В Москве, например, на глубине 1650 м встречены хлоридные рассолы с М = 274 г/л. В Западной и Восточной Сибири существуют крупные месторождения рассолов с высокой температурой. Отдельные месторождения имеют М=400 – 600 г/л. Много термальных рассолов в Средней Азии, Казахстане, на Украине, Камчатке, Курильских островах, Сахалине.

Есть химические элементы, которые возможно извлекать только из подземных вод. Так йод добывается из рассолов, т.к. йодистые соединения хорошо растворимы и в породах йод не накапливается. В больших количествах йод концентрируется морскими водорослями, но добывать их как промышленное сырье эффективно лишь при большом их скоплении. Бром можно добывать из некоторых солей и водорослей, но традиционно бром также получают из сверхкрепких хлоридных рассолов (Антипов и др., 1999).

Значительная часть месторождений термальных вод высокоминерализована и представляет собой рассолы, содержащие от 35 до 400 и более г/л солей. Они являются минеральным сырьем на многие химические элементы. Многие рассолы, находящиеся на большой глубине, могут стать месторождениями ценнейших химических элементов: цезия, бора, стронция, тантала, магния, кальция, вольфрама и др. По дешевой технологической схеме из природных растворов в основном можно извлекать йод, бром, бор, хлористые соли аммония, калия, натрия, кальция, магния. Извлечение других химических элементов затруднено из-за дороговизны технологии. Перспективным методом является использование ионообменных смол для избирательного извлечения определенных компонентов из природных вод. В основе метода лежит принцип избирательной сорбции ионов полезных элементов или их комплексов со специально введенными в раствор соединениями.

В то же время в разряд актуальных проблем выдвигается задача наиболее эффективного использования природных сырьевых ресурсов, включая термоминеральные воды и рассолы. Вовлечение этих вод в хозяйственную деятельность может способствовать решению ряда социально-экономических и экологических проблем.

Работы ряда научных учреждений в России позволяют создать процессы химической переработки гидроминерального сырья и расширить сферы его хозяйственного применения. Большой объем лабораторных и натурных испытаний по извлечению ценных компонентов из термальных вод подтверждает необходимость и возможность комплексного использования этого нетрадиционного сырья.

Интерес к минерализованным водам и рассолам в ка-



Рис. 5. Геотермическое районирование России. а – районы пригодные для теплоснабжения зданий с помощью тепловых насосов; б – перспективные для «прямого» использования; с – районы современного вулканизма наиболее перспективные для «прямого» использования, выработки тепла и электроэнергии на бинарных установках, а также создания крупных ГеоЭС на парогидротермальных месторождениях. 1 – Северный Кавказ (платформенная провинция), 2 – Северный Кавказ (альпийская провинция), 3 – Западная Сибирь, 4 – Прибайкалье, 5 – Курило-Камчатский регион, 6 – Приморье, 7 – 8 – Охотско-Чукотский вулканический пояс.

чество минерального сырья связан с рядом преимуществ этого вида сырья перед твердыми источниками рассеянных элементов, металлов и минеральных солей. Промышленные подземные воды характеризуются широким региональным распространением и большими геологическими и эксплуатационными запасами (Бондаренко, 1999). Они являются поликомпонентным сырьем и могут одновременно использоваться в бальнеологии и теплоэнергетике. Добыча этого сырья требует проведения относительно небольших капитальных работ и осуществляется скважинными водозаборами, позволяющими извлекать гидроминеральное сырье с больших глубин.

Минерализованные воды и рассолы характеризуются большим разнообразием общей минерализации, химического состава, содержания полезных компонентов и коли-

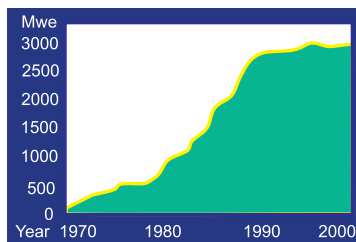


Рис. 6. Рост производства геотермальной энергии в США с 1980 по 1990 гг. вследствие принятия федеральных законов, заставляющих коммунальные предприятия покупать электроэнергию у независимых производителей.

чественного их соотношения, а также газового состава и температуры. Из всего многообразия минерализованных вод к числу наиболее распространенных типов гидроминерального сырья относятся: термальные рассолы межконтинентальных рифтовых зон; термальные воды и рассолы островных дуг и областей альпийской складчатости; воды и рассолы артезианских бассейнов; рассолы (рапа) современных эвапоритовых бассейнов морского или океанического происхождения и континентальных озер; морские воды.

Рентабельность промышленного получения тех или иных компонентов из гидроминерального сырья определяется не только их концентрацией, но и глубиной залегания подземных вод и эксплуатационных скважин, фильтрационными свойствами водовмещающих отложений, дебитами и т.д. На экономические показатели эксплуатации

существенно влияет способ сброса отработанных вод, что определяет затраты на охрану природной среды.

Исходя из общих условий и закономерностей распространения подземных минерализованных вод и рассолов, содержащих редкие элементы, а также с учетом опыта использования таких вод в качестве гидроминерального сырья в России и за рубежом установлены следующие пределы концентраций элементов, при которых воды представляют промышленный интерес (мг/л): I – 10, Li – 10, цезий – 0.5, Ge – 0.5, Br – 200, рубидий – 3, стронций – 300.

Еще перед второй мировой войной за рубежом, в частности, в США, была разработана технология извлечения из гидроминерального сырья одного из его компонентов – лития. В 70-х годах около 85% мировой добычи Li осуществлялось именно таким способом (Кременецкий и др., 1999).

В Японии из термоминеральных подземных рассолов в промышленных масштабах добываются I, Br, B, Li, As, Ge, W и ряд минеральных солей, а в Израиле из рассолов Мертвого моря – карналлит, бром, хлориды магния и кальция, а также сырье для производства лекарственных препаратов и парфюмерии. В 80-е годы из гидроминерального сырья получали 30% мировой добычи лития, 31% – цезия, 8% – бора, 5% – рубидия, а также в значительных масштабах Ca, Mg, Na, K, S, Cl, U, Ra, Cu.

Огромные запасы редкометалльного сырья заключены в минерализованных подземных водах и рассолах на территории России и СНГ – в них содержится свыше 55% общих запасов лития, 40% рубидия и 35% цезия.

В зависимости от состава и свойств термальных вод выделяются два основных направления использования геотермальных ресурсов: теплоэнергетическое и минерально-сырьевое.

Теплоэнергетическое направление является основным для пресных и слабоминерализованных вод, когда ценные компоненты в промышленных концентрациях практически отсутствуют, а общая минерализация не препятствует нормальной эксплуатации системы. Если высокопотенциальные воды характеризуются повышенной минерализацией и склонностью к солеотложениям, то утилизация минеральной составляющей рассматривается как попутный процесс, способствующий эффективному теплоснабжению.

Минерально-сырьевое направление является основным для геотермальных вод и парогидротерм, содержащих ценные компоненты в промышленных количествах. При этом обоснование промышленных концентраций обусловлено уровнем технологий. Для таких вод теплота является попутным продуктом, использование которого может повысить эффективность процесса получения ос-



Рис. 7. «Дом возобновляемой энергии» в Брюсселе, Бельгия. (Фото В. Сваловой).

новой продукции и даже сэкономить топливо.

Доминирующим при проектировании таких систем должен быть процесс выделения ценных компонентов. Комплексное использование термальных вод в минерально-сырьевом направлении экономически может быть значительно эффективней, чем в теплоэнергетическом. Выбор направления комплексного использования термальных вод должен определяться не только их составом и свойствами, но и уровнем развития комплексных технологических процессов добычи и переработки гидроминерального сырья и технологией теплоэнергетических процессов. Решающую роль при этом играет наличие потребителей и потребности в термальной воде (Свалова, 2005; 2007; Svalova, 2006 a, b, c).

5. Проблемы и перспективы использования геотермальных ресурсов в России

Доля нетрадиционных и возобновляемых источников энергии в энергобалансе России ничтожно мала – меньше 1%. Более интенсивное использование возобновляемых источников энергии предусмотрено в «Энергетической стратегии РФ»: к 2010 г. их доля должна возрасти до 3–4%, а к 2020 – до 6–7%. Однако развитие альтернативной энергетики зависит от поддержки государства.

Существует много препятствий, мешающих увеличению использования геотермальных ресурсов. Наибольшие препятствия связаны с управлением геологическими рисками. Инвесторы готовы взять на себя экономические, финансовые и технологические риски. Однако часто они не обладают специальными знаниями, которые требуются для оценки и управления геологическими рисками, что снижает возможность инвестиций в дорогостоящие геотермальные проекты. Без гарантий государства здесь не обойтись.

Опыт ведущих промышленно развитых стран показывает, что использование возобновляемых источников энергии на промышленном уровне невозможно без государственной поддержки со стороны законодательной и исполнительной власти. Так в Германии в 2003 г. был принят закон о стимулировании развития геотермальной энергетики, в соответствии с которым для всех геотермальных электрических станций устанавливается стоимость 1 кВт/ч в 15 Евроцентов, при этом все местные энергетические компании обязаны забирать всю вырабатываемую этими электростанциями электроэнергию. В США был принят ряд федеральных законов, заставляющих коммунальные предприятия покупать электроэнергию у независимых производителей, что привело к интенсивному росту производства геотермальной энергии с 1980 по 1990 гг. (Рис. 6).

Европейская директива по возобновляемым источникам энергии, которая возведена в статус закона, демонстрирует подход к структуре энергетики будущего со стороны ведущих европейских держав. Уже к 2010 году Европа планирует увеличить долю возобновляемых источников энергии в общем энергопотреблении до 12%.

Стимулировать развитие малой и альтернативной энергетики в России можно путем создания соответствующей законодательной базы. РАО «ЕЭС России» разрабатывало закон «О возобновляемых источниках электроэнергии», который должен был определить права собственности на различные виды соответствующих ресурсов, а также разделить полномочия федеральной и региональной властей по их управлению. Необходимо принятие такого закона и

соответствующих постановлений Правительства РФ, предусматривающих стимулирующие мероприятия на государственном и региональном уровнях. Стимулом для производителей нетрадиционной энергии могли бы стать поправки в Налоговый кодекс, предоставляющие налоговые льготы для производителей оборудования, используемого в малой и возобновляемой энергетике. Также необходимо соответствующее финансирование Федеральной целевой программы «Энергоэффективная экономика» в подпрограмме «Энергообеспечение регионов России, в том числе северных и приравненных к ним территорий на основе использования нетрадиционных возобновляемых источников энергии и местных видов топлива».

Необходима большая просветительская и научно-образовательная работа по пропаганде использования экологически чистых инновационных технологий для освоения альтернативных источников энергии, включая геотермальные ресурсы (Свалова, 2002; 2003; 2004; Svalova, 2002 a, b; 2005). Широкая общественность зачастую плохо информирована о возможностях и перспективах использования внутреннего тепла Земли на федеральном, региональном и локальном уровне, включая индивидуальное строительство и теплоснабжение. В этом плане интересным примером, достойным подражания, может служить создание «Дома возобновляемой энергии» в Брюсселе, Бельгия (Рис. 7).

В 2000 г. несколько энергетических ассоциаций решили разместить свои офисы в одном здании – так и родилась идея «Дома возобновляемой энергии» (ДВЭ). В ДВЭ находятся следующие организации:

- **EREC** – Европейский совет по возобновляемой энергии;
- **AEBIOM** – Европейский биотопливная ассоциация;
- **EGEC** – Европейский совет по геотермальной энергии;
- **EPIA** – Европейский ассоциация фотоэлектрической промышленности;
- **ESTIF** – Европейская федерация производителей солнечных теплоустановок;
- **EUBIA** – Европ. ассоциация производителей биомассы;
- **EUREC Agency** – Европейское агентство по возобновляемой энергетике;
- **EWEA** – Европейская ассоциация ветроэнергетики;
- **EUFORES** – Европейский форум по ВИЭ;
- **GWEG** – Всемирный совет по ветроэнергетике.

«Дом возобновляемой энергии» – это не просто офисное здание. Это действующая выставка энергосберегающих технологий и технологий ВИЭ в черте города. ДВЭ демонстрирует существенное сокращение потребления энергии на отопление, освещение и кондиционирование за счет энергосберегающих мер, а также максимально возможное использование ВИЭ для удовлетворения энергетических потребностей. В здании реализованы следующие технические решения по энергосбережению: теплоизоляция фасада и крыши; двойное остекление; экономичные системы освещения; вентиляция с рекуперацией тепла; система отопления на паллетах; система солнечного теплоснабжения и адсорбционная система солнечного кондиционирования; геотермальное теплоснабжение и кондиционирование.

Демонстрационный комплекс «Экопарк-Фили» в Москве близок по идеологии к «Дому возобновляемой энергии» в Брюсселе. И подобную работу следует всячески поддерживать и развивать.