

В. П. Евстафьев, Э. З. Пен, Ю. И. Федькушов

ИНЖЕНЕРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ В БАЛЬНЕОТЕХНИКЕ



МОСКВА
СТРОЙИЗДАТ
1984

**В.П. Евстафьев, Э.З. Пен.
Ю.И. Федькушов**

ИНЖЕНЕРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ В БАЛЬНЕОТЕХНИКЕ

**МОСКВА
СТРОЙИЗДАТ
1984**

ББК 38.76
Е 26
УДК 628.1.036.4/.5+696.1

Печатается по решению секции литературы по инженерному оборудованию редакционного совета Стройиздата.

Рецензент — канд. техн. наук *Г.И.Николадзе*.

Главы I, III—X написаны *В.П.Евстафьевым* и *Ю.И.Федькушовым* совместно, глава II и п. 4 главы VI написаны *Э.З.Пеном*.

Евстафьев В.П. и др.

Е 26 Инженерное оборудование в бальнеотехнике /В.П.Евстафьев, Э.З.Пен, Ю.И.Федькушов. — М.: Стройиздат, 1984. — 280 с., ил.

Рассмотрены технологические схемы использования минеральных вод и пелоидов (лечебных грязей). Освещены вопросы проектирования комплексных систем минерального водоснабжения, включая оборудование оголовков скважин, насосных станций, систем резервирования и термоподготовки минеральных вод, наружных и внутренних сетей минерального водоснабжения, гидротранспорта и подготовки вязкопластичных сред — лечебных грязей. Приведены рекомендации по монтажу арматуры, фасонных частей и оборудования из антикоррозионных, в первую очередь полимерных материалов.

Для инженерно-технических и научных работников проектных и научно-исследовательских организаций.

Е $\frac{3206000000 - 336}{047(01) - 84}$ 25 — 84

ББК 38.76
6С9.3

© Стройиздат, 1984

ПРЕДИСЛОВИЕ

XXVI съезд КПСС призвал претворить в жизнь планы технического перевооружения во всех отраслях народного хозяйства. Это относится в равной мере и к медицинской технике в такой области здравоохранения, как курортология. В материалах июньского (1983 г.) Пленума ЦК КПСС отмечается, что вопросы здравоохранения будут занимать все большее место в социальной политике нашего государства. Особого внимания заслуживает предупреждение заболеваний.

Успехи советского здравоохранения за годы Советской власти неразрывно связаны с широким проведением массовых видов лечебно-профилактических мероприятий, со строительством и модернизацией санаторно-курортных комплексов в нашей стране. Так, еще в 1919 г. был опубликован декрет "О лечебных местностях общегосударственного значения", а в 1921 г. — декрет "Об управлении лечебными местностями (курортами) общегосударственного значения". Оба декрета подписаны В.И. Лениным. В 1923 г. была создана особая курортная комиссия, которая приняла решение о финансировании работ по реконструкции бальнеологических сооружений и установок. Впервые в общегосударственном масштабе была поставлена задача рационального научно обоснованного использования природных лечебных ресурсов и инженерно-технического оснащения бальнеотерапии. Это техническое направление в курортологии получило твердо установившееся за ним наименование — бальнеотехника.

Широкие масштабы строительства санаторно-курортных и лечебно-профилактических учреждений в течение последних пятилеток и дальнейшие планы этого строительства с учетом развития сети санаторно-профилактических учреждений, максимально приближенных к промышленным и сельскохозяйственным регионам страны, придают бальнеотехнике все большее значение. Важные задачи, которые призвана решать бальнеотехника, вытекают также из принятого 7 января 1982 г. постановления ЦК КПСС, Совета Министров СССР и ВЦСПС "О мерах по дальнейшему улучшению санаторно-курортного лечения и отдыха трудящихся и развитию сети здравниц профсоюзам". Этим постановлением предусматривается в период до 1990 г. осуществить широкую программу, направленную на дальнейшее улучшение санаторно-курортного лечения, охрану и рациональное использование всех месторождений минеральных вод и лечебных грязей, разрабатываемых и эксплуатируемых санаториями, бальнеолечебницами, санаториями-профилакториями и другими лечебными учреждениями.

Решение актуальных задач современной бальнеотехники возможно лишь при тесном содружестве организаций и специалистов ряда отраслей науки и техники.

В настоящей монографии освещены основные теоретические и практические проблемы инженерного обеспечения санаторно-курортных учреждений при использовании природных лечебных ресурсов. Обобщен отечественный и зарубежный опыт в области бальнеотехники за последние годы. С особой полнотой изложены результаты научно-исследовательских, опытно-конструкторских, проектных и монтажных работ, выполненных за последнее десятилетие Бальнеотехнической экспедицией Гидрогеологического управления Геоминвод ЦНИИ курортологии и физиотерапии (БТЭ), являющейся головной организацией Министерства здравоохранения СССР в области бальнеотехники минеральных вод и лечебных грязей.

Авторы — ведущие специалисты по бальнеотехнике в нашей стране — сумели в жатой и доходчивой форме изложить основы проектирования, строительства и эксплуатации бальнеотехнических систем различного назначения. В книге подчеркивается, что вследствие многообразия свойств минеральных вод и лечебных грязей решение этих вопросов связано с систематическими комплексными научно-исследовательскими работами по созданию специального оборудования, приборов, установок и ус-

роЙств для бальнеотерапии, изучению влияния технологических параметров на изменение лечебных свойств природных ресурсов, изысканию методов проектирования и расчета систем для добычи, резервирования, транспортировки и использования минеральных вод и лечебных грязей.

В книге рассмотрены и такие практически важные вопросы, как техническое оснащение существующих и принципиально новых видов бальнеотерапевтических процедур, проектирование и монтаж бальнеотехнических систем с использованием коррозионностойких материалов, создание устройств и приспособлений для эффективных методов монтажа технологических сетей преимущественно из полимерных материалов, разработка и внедрение автоматических устройств и систем диспетчеризации, проблемы охраны окружающей природной среды и т.п.

Данная монография позволит широкому кругу специалистов, работающих в области бальнеотехники, более обоснованно подходить к вопросам проектирования, монтажа и эксплуатации бальнеотехнических систем на курортах и здравницах СССР, будет способствовать сохранению природных ресурсов и рациональному их использованию.

С.В.Яковлев, засл. деят. науки и
техники РСФСР, чл.-корр. АН СССР

Глава I. ПРИРОДНЫЕ ЛЕЧЕБНЫЕ РЕСУРСЫ

Основой курортного лечения является использование природных лечебных ресурсов: месторождений минеральных вод и лечебных грязей (пелоидов) различных групп и типов, нафталан и глин, выходов паров и газов, прибрежных частей водоемов, ландшафтно-климатических условий и т.д.

Главнейшие из природных лечебных ресурсов — минеральные воды и пелоиды, относящиеся к категории полезных ископаемых и к активным лечебным средствам, широко распространены в мире. Наша страна обладает огромными запасами этих ресурсов: выявлены многие тысячи минеральных источников различного химического состава, свыше 700 месторождений лечебных грязей и около 450 районов с особенно благоприятными климатическими условиями для санаторно-курортного лечения.

1. МИНЕРАЛЬНЫЕ ВОДЫ

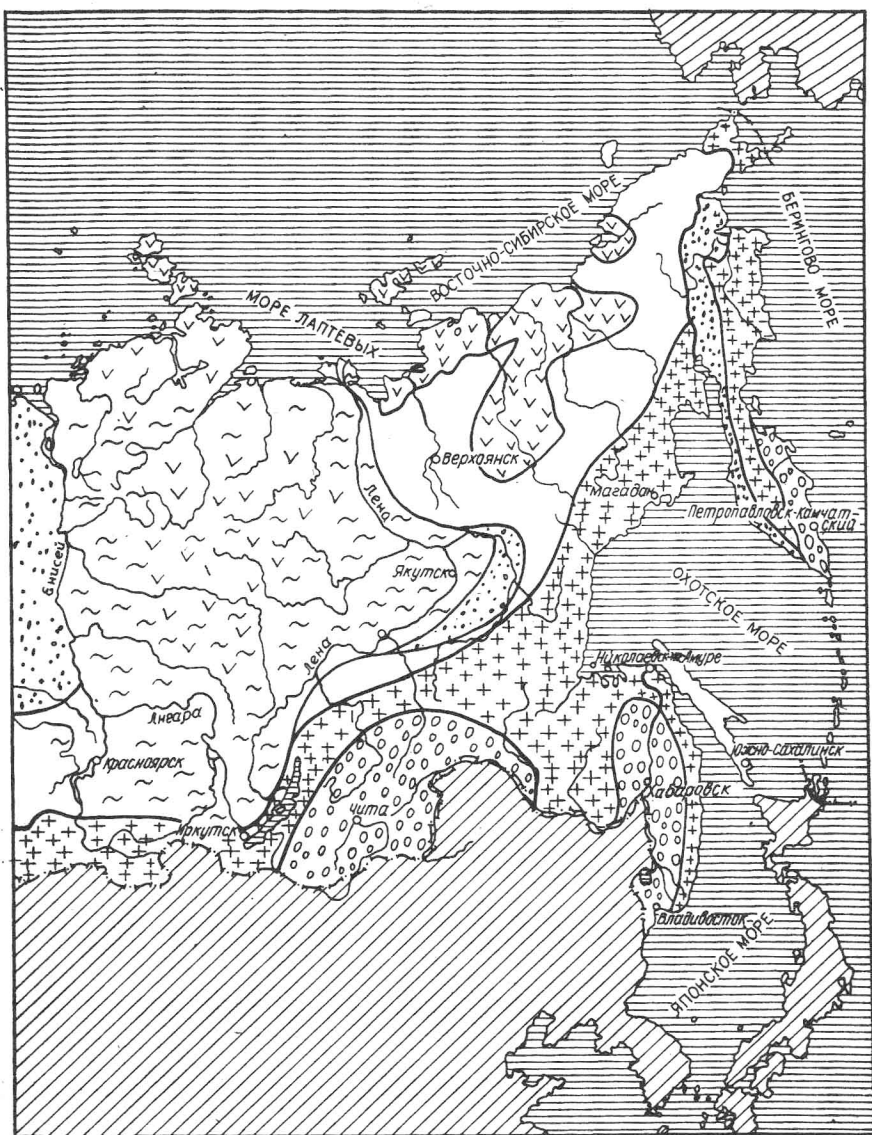
Формирование и состав минеральных вод определяются сочетанием геологических факторов и геохимических процессов. Эти процессы проявляются в разных масштабах в отдельных областях страны, определяя закономерности распространения минеральных вод различных типов, создавая их горизонтальную и вертикальную гидрохимическую зональность, получившую отражение на карте подземных минеральных вод СССР*. Карта имеет подробный каталог, содержащий основные характеристики различных районов.

На рис. I.1 показаны главные области (провинции) распространения минеральных вод, где развивается санаторно-курортное строительство.

В основу классификации минеральных вод в разных странах положены различные принципы. В нашей стране наибольшее распространение получила классификация, базирующаяся на теории электролитической диссоциации.

К основным показателям минеральных вод, имеющим бальнеотерапевтическое значение, относятся общая минерализация, основной ионный состав, газовый состав, газонасыщенность и газовый фактор, содержание биологически активных компонентов, наличие органических веществ, радиоактивность, активная реакция (pH), температура.

* Иванов В.В. Основные закономерности распространения и образования минеральных вод на территории СССР. Минеральные воды СССР. Пояснительная записка к карте минеральных вод СССР масштаба 1:4000000. М., ЦНИИКиФ, 1974.



Общая минерализация — это сумма растворенных в воде химических веществ (без газов), выражаемая в граммах на литр (г/л). По минерализации лечебные воды принято разделять на слабоминерализованные, маломинерализованные, среднеминерализованные, высокоминерализованные, рассольные, крепкие рассольные и очень крепкие (ультракрепкие) рассольные (см. далее табл. I.2).

В настоящее время в ЦНИИКиФ предложено следующее разделение лечебных вод по минерализации: пресная — при содержании в воде до

1 г/л химических веществ; слабоминерализованная — 1–5 г/л, маломинерализованная — 5–10 г/л, среднеминерализованная 10–15 г/л, высокоминерализованная — 15–35 г/л, слаборассольная — 35–70 г/л, рассольная — 70–150 г/л, крепкорассольная — выше 150 г/л.

Для внутреннего применения пригодны воды с минерализацией до 10 г/л. Для наружного применения (в ваннах, бассейнах) оптимальной является минерализация 35–50 г/л, поэтому при наличии вод с большей минерализацией их разбавляют. Например, хлоридные натриевые воды пригодны как для наружного, так и для внутреннего применения. Клинические и экспериментальные исследования, проведенные в ЦНИИКиФ, показали, что минимальная пороговая концентрация хлорида натрия составляет 10 г/л, оптимальная концентрация 20–40 г/л.

Основной ионный состав. Химический состав минеральной воды выражают в ионной форме. К основным ионам в минеральных водах принято относить Cl , SO_4 , HCO_3 (анионы), Na , Mg , Ca (катионы), реже Fe , Al , NH_4 , H , K и др.

Содержание различных ионов в воде выражают в граммах на литр (г/л) или в молях на литр (моль/л).

В соответствии с предложениями отечественных и зарубежных специалистов при определении типа минеральных вод по их ионному составу учитывают все ионы с концентрацией не менее 20%.

В зависимости от числа содержащихся в минеральных водах ионов их относят к простым (один анион и один катион), например хлоридные натриевые, или сложным (два-три аниона или катиона), например хлоридные кальциево-натриевые.

Газовый состав, газонасыщенность и газовый фактор. Минеральные воды всегда содержат в том или ином количестве природные газы — спонтанные либо растворенные. Для медицинских целей наибольшее значение имеют минеральные воды, содержащие угольный ангидрид CO_2 и сероводород H_2S .

Для отнесения минеральной воды к определенному типу по газовому составу учитывают газы, содержание которых превышает 10% общего объема спонтанных и растворенных в данной воде газов. При этом отдельные газы учитывают в порядке нарастания их содержания.

Большое значение для бальнеотерапии имеет газонасыщенность минеральных вод, т.е. общее содержание газов в 1 л воды при 0°C и атмосферном давлении. Зависимость газонасыщенности от температуры приведена в табл. I.1.

Таблица I.1

Растворимость газов, см^3 на 1 л воды

Температура, $^\circ\text{C}$	CO_2	H_2S	CH_4	H_2	Ar	He	N_2
0	1713	4370	55,6	21,4	56,0	...	23,5
10	1194	3590	41,8	19,3	40,5	8,9	18,6
20	878	2910	33,1	17,8	33,6	8,8	15,4
30	665	2330	27,6	16,3	28,8	8,6	13,4
40	530	1860	23,7	15,3	25,2	8,4	11,8
50	436	...	21,3	14,1	22,3	...	10,9
60	359	...	19,5	12,9	...	...	10,2
80	...	...	17,7	8,5	...	...	9,6
100	...	...	17,0	0,0	...	...	9,5

Важным показателем минеральных вод является также газовый фактор, как отношение дебита спонтанного газа к дебиту воды в объемных долях. Газовый фактор изменяется от нуля в глубоких горизонтах до больших величин при выходе воды на дневную поверхность. По величине газового фактора минеральные воды подразделяют на слабогазирующие, среднегазирующие, сильногазирующие и очень сильногазирующие (см. далее табл. I.2). При газовом факторе, превышающем 1, возникает явление газлифта, обеспечивающее интенсивный приток вод к скважинам и образование газоводяных фонтанов. Это необходимо учитывать при расположении статического уровня минеральных вод ниже поверхности земли.

Явление газлифта характерно для углекислых минеральных вод, когда при выходе их на дневную поверхность количество выделяющегося газа превышает количество растворенного. Растворимость углекислого газа в воде резко уменьшается с повышением температуры (см. табл. I.1). Для наружного лечебного применения пригодны углекислые воды с содержанием CO_2 не менее 1,4 г/л. Для питья достаточна концентрация углекислого газа 0,5 г/л. Минерализация лечебно-столовых и лечебных углекислых питьевых вод должна составлять 2–15 г/л.

Существенную роль при бальнеотерапевтических процедурах играет содержание в воде гидросульфидного иона HS и молекулярного сероводорода H_2S . Растворимость сероводорода в воде более чем вдвое превышает растворимость углекислого газа (см. табл. I.1). Нижней границей содержания в лечебной воды сульфидов принято считать 10 мг/л. В зависимости от концентрации сульфидов минеральные воды подразделяют на слабосульфидные, среднесульфидные, крепкие сульфидные, очень крепкие сульфидные и ультракрепкие сульфидные (см. далее табл. I.2)*. Соотношение между молекулярным сероводородом и гидросульфидным ионом зависит от pH воды. При $\text{pH} \leq 5$ почти все сульфиды находятся в форме молекулярного сероводорода, а при $\text{pH} \geq 8$ — в виде гидросульфидного иона. В бальнеологии наиболее широко применяют среднесульфидные и крепкие сульфидные воды. Очень крепкие и ультракрепкие сульфидные воды перед использованием разбавляют. Оптимальная минерализация сульфидных вод 35–50 г/л.

Содержание биологически активных компонентов. Фармакологически активными веществами являются йод, бром, железо, мышьяк и др. При отсутствии этих микроэлементов нередко определяется бальнеологическая ценность минеральных вод, особенно питьевых.

Минеральные воды, содержащие не менее 5 мг/л йода, относят к йодным, не менее 25 мг/л брома — к бромным. Повышенное содержание брома нередко наблюдается в хлоридных натриевых водах. Многие высокоминерализованные минеральные воды содержат одновременно йод и бром.

Минеральные воды, содержащие не менее 0,7 мг/л элементарного мышьяка и 1,3 мг/л мышьяковой кислоты, относят к мышьяковистым. В этих же минеральных водах часто наблюдается повышенное содержание железа. При содержании в минеральных водах не менее 20 мг/л железа их относят к особой группе железистых вод.

Наличие органических веществ. Во всех природных минеральных водах, в первую очередь в маломинерализованных, присутствуют органические вещества, количество которых варьирует в различных пределах. По харак-

* В ЦНИИКиФ такие воды относят к сероводородным.

теру содержащихся органических веществ минеральные воды делят на два типа: 1) воды, в которых органические вещества представлены битумами, нафтеновыми кислотами и фенолами; 2) воды, в которых основная масса органических веществ представлена гуминами, жирными кислотами и фенолами. По количеству органических веществ различают воды с высоким содержанием органики и с очень высоким ее содержанием.

Радиоактивность минеральных вод. Природные минеральные воды обладают радиоактивностью при содержании в них радона Rn или радия Ra . Лечебное действие оказывают короткоживущие продукты распада радона, в основном α -излучение. Радиоактивность минеральных вод варьирует в значительных пределах. Принято различать воды слаборадоновые, радоновые и высокорадонные (см. далее табл. I.2).

На некоторых курортах (например, Цхалтубо) температура природных радоновых вод такова, что их можно использовать в проточных бассейнах без предварительного подогрева. В этих условиях на коже человека образуется активный налет даже при содержании в воде незначительных количеств радона (110–185 Бк), что позволяет бальнеологам относить такие воды к радиоактивным.

Активная реакция (рН). В зависимости от концентрации водородных ионов минеральные воды могут быть кислыми, нейтральными и щелочными (см. далее табл. I.2). Кислотность или щелочность минеральных вод определяются условиями их формирования. Действие кислых и щелочных вод на кожу и слизистые оболочки человека различно.

Температура. В зависимости от глубины формирования и условий циркуляции минеральные воды могут иметь самую различную температуру, в том числе ниже 0 и выше 100°C (в областях активного вулканизма). Принято подразделять минеральные воды на холодные, теплые, или слаботермальные, горячие, или термальные, и очень горячие, или высокотермальные (см. далее табл. I.2). Температура минеральной воды влияет на

Таблица I.2

**Основные показатели минеральных вод и принципы
наименования их типов**

Основные показатели	Типы минеральных вод
Общая минерализация М, г/л: < 2 2–5 5–10 10–35 35–150 150–350 > 350	Слабоминерализованные Маломинерализованные Среднеминерализованные Высокоминерализованные Рассольные Крепкие рассольные Очень крепкие (ультракрепкие) рассольные
Основной ионный состав, %: $Cl > 20$, $Na > 20$, другие ионы < 20 $Cl > 20$, $SO_4 > 20$, $Na > 20$, $SO_4 > Cl$, другие ионы < 20 $HCO_3 > 20$, $Mg > 20$, $Ca > 20$, $Ca > Mg$, другие ионы < 20 Газовый состав (растворенные + спонтанные газы), %: $CO_2 > 10$, другие газы < 10 $N_2 > 10$, $CH_4 > 10$, $CH_4 > N_2$, другие газы < 10	Хлоридные натриевые Хлоридно-сульфатные Гидрокарбонатные магниевые-кальциевые Углекислые Азотно-метановые

Основные показатели	Типы минеральных вод
$H_2S > 10$, $CO_2 > 10$, $CH_4 > 10$, $CH_4 > CO_2 > H_2S$, другие газы < 10 Газонасыщенность Г, мг/л: < 50 50–100 100–1000 1000–5000 > 5000 Газовый фактор Гф: $< 0,1$ 0,1–1 1–5 > 5 Содержание специфических газов: угольный ангидрид CO_2 растворенный, г/л: 0,5–1,4 1,4–2,5 $> 2,5$ сульфиды $H_2S + HS$ мг/л: 10–50 50–100 100–250 250–500 > 500 Содержание биологически активных компонентов, мг/л: йод I: 5–20 > 20 бром Br: 25–100 100–1000 > 1000 мышьяк As: 0,7–5 5–10 > 10 железо $Fe^{2+} + Fe^{3+}$: 20–40 40–100 > 100 Наличие органических веществ Сорг, мг/л: 10–20 20–30 Радиоактивность (содержание Rn), Бк/л.* 185–750 750–1500 1500–7500 > 7500 Активная реакция (pH) $> 3,5$ 3,5–5,5 5,5–6,8 6,8–7,2	Сероводородно-углекисло-метановые С очень низкой газонасыщенностью С низкой газонасыщенностью Со средней газонасыщенностью С высокой газонасыщенностью С очень высокой газонасыщенностью Слабогазирующие Среднегазирующие Сильногазирующие Очень сильногазирующие Слабоуглекислые Углекислые Сильноуглекислые Слабосульфидные Среднесульфидные Крепкие сульфидные Очень крепкие сульфидные Ультракрепкие сульфидные Йодные Йодные высокой концентрации Бромные Бромные высокой концентрации Бромные очень высокой концентрации Мышьяковистые Крепкие мышьяковистые Очень крепкие мышьяковистые Железистые Крепкие железистые Очень крепкие железистые С высоким содержанием Сорг С очень высоким содержанием Сорг Очень слаборадоновые Слаборадоновые Радоновые Высокорадоновые Сильнокислые Кислые Слабокислые Нейтральные

* Соотношение единицы системы СИ Бк (Беккерель) с единицами, подлежащими изъятию: 1 Бк/л = 0,027 нКи/л = 0,27 эман = 0,074 махе.

Основные показатели	Типы минеральных вод
7,2–8,5 8,5–9,5 > 9,5	Слабощелочные Щелочные Сильнощелочные
Температура, °C: < 0 0–4 4–20 20–35 35–42 42–100 > 100	Исключительно холодные (переохлажденные) Очень холодные Холодные Теплые (слаботермальные) Горячие (термальные) Очень горячие (высокотермальные) Исключительно горячие (перегретые)
Содержание кремниевой кислоты $H_2SiO_3 + HSiO_3$, мг/л: 50–100 100–150 > 150	Кремнистые Высокремнистые Очень высококремнистые

ее химический состав и имеет большое значение в организации лечебного процесса. Так, теплые воды используют с незначительным подогревом, горячие — без подогрева, воды с температурой выше 42°C требуют сложных охлаждающих устройств, а холодные — специального нагрева. Во всех случаях главной и наиболее сложной технической задачей является сохранение лечебных свойств воды.

В ЦНИИКиФ принята следующая классификация минеральных вод: очень холодная — ниже 4°C, холодная 4–20°C, прохладная 20–34°C, индифферентная 34–37°C, теплая 37–39°C, горячая 39–45°C, очень горячая — свыше 45°C.

Критерии оценки минеральных вод приведены в табл. I.2. Анализ таблицы свидетельствует, что для определения типа минеральной воды необходимо составить ее комплексную характеристику.

Полное представление о минеральных водах дают также формулы их ионного и газового составов:

формула ионного состава

Специфические компоненты (г/л)	М (г/л)	Состав вод	$\frac{\text{анионы}}{\text{катионы}}$ (экв.%) рН Т (°C)
--------------------------------	---------	------------	--

формула газового состава

Специфические газы (г/л)	Г	$\frac{\text{спонтанные}}{\text{растворенные}}$ (мг/л)	Состав газов	$\frac{\text{спонтанные}}{\text{растворенные}}$ (%) Т (°C)
--------------------------	---	--	--------------	--

Для газифицируемых минеральных вод после газонасыщенности Г указывается газовый фактор Г_ф.

2. ПЕЛОИДЫ

В соответствии с современной классификацией, все изученные месторождения лечебных грязей (пелоидов) разделены на несколько генетических групп: торфяные, сапропелевые, сульфидные иловые, пресноводные глинистые илы, сопочные и гидротермальные грязи.

По условиям формирования, внешнему виду и составу пелоиды разных групп существенно различаются, но ряд свойств (гомогенность массы, адсорбционная способность, тепловые качества и др.), в значительной мере обуславливающих эффект грязелечения, объединяет их в один вид природных образований.

В настоящее время ЦНИИКиФ предложено группу торфяных грязей разделять на четыре типа: 1) пресноводная бессульфидная; 2) пресноводная сульфидная; 3) низкоминерализованная слабосульфидная; 4) средне- и высокоминерализованная сильноокислая купоросная.

На четыре типа разделяется также группа сапропелевых грязей: 1) пресноводная бессульфидная; 2) пресноводная сульфидная; 3) низкоминерализованная слабосульфидная; 4) низко- и среднеминерализованная сульфидная.

По предложению ЦНИИКиФ группа иловых минеральных сульфидных грязей в зависимости от минерализации грязевого раствора разделяется на пять типов: 1) низкоминерализованная (1–15 г/л); 2) среднеминерализованная (15–35 г/л); 3) высокоминерализованная (35–150 г/л); 4) насыщенная солями (150–300 г/л); 5) перенасыщенная солями (более 300 г/л).

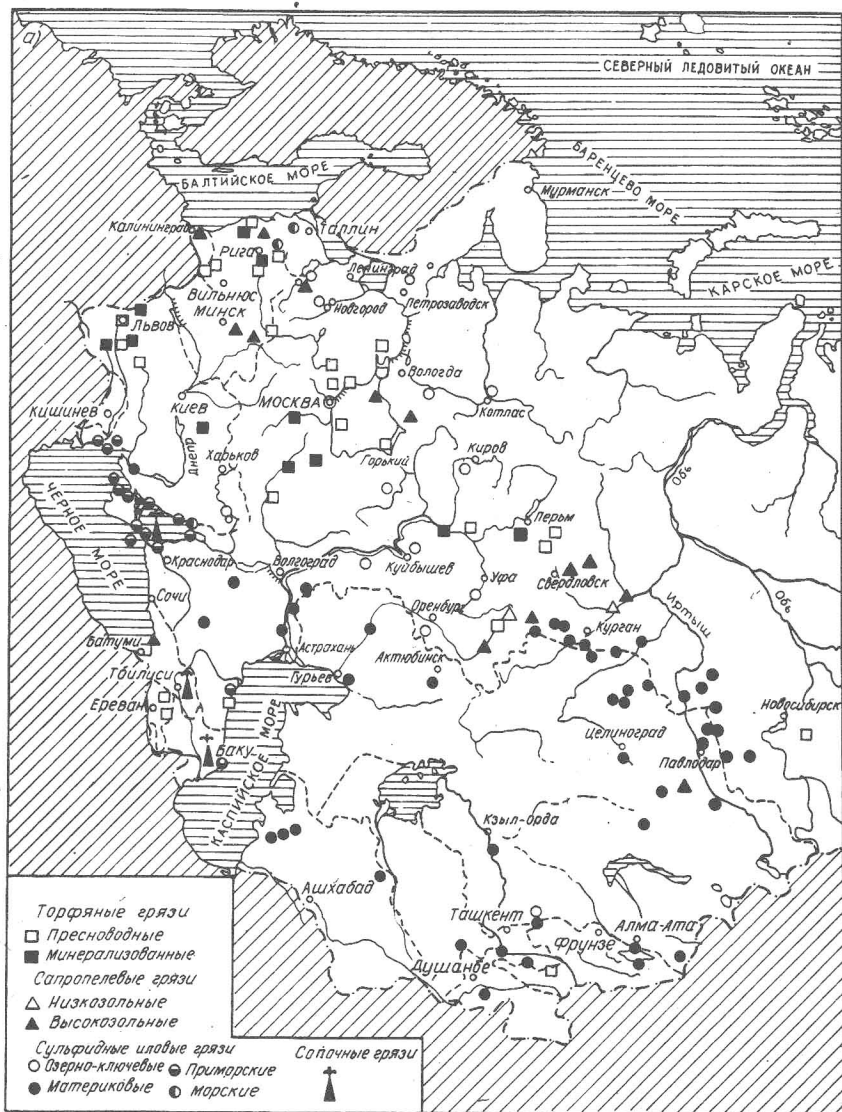
Группа сопочных грязей подразделяется на два типа: 1) низко- и среднеминерализованная и 2) высокоминерализованная.

На территории СССР в настоящее время разведано более 600 месторождений пелоидов: 1) торфяных более 160; 2) сапропелевых более 150; 3) иловых минеральных сульфидных более 260; 4) сопочных более 30. Наиболее часто эксплуатируются сульфидные иловые грязи (рис. 1.2)*.

Торфяные грязи — болотные отложения, богатые органическими веществами (более 50% сухого вещества), образовавшиеся от неполного разложения высших растений в условиях обильного увлажнения и недостатка кислорода. Рассматриваемые грязи представляют собой плотную тестообразную массу коричневого либо черно-бурого цвета с нейтральной или слабокислой реакцией.

По характеру водно-минерального питания торфяные болота подразделяются на верховые и низинные: верховые приурочены к водоразделам и питаются атмосферными осадками, низинные питаются грунтовыми и поверхностными водами. Торф верховых болот отличается более высокой теплоемкостью и пластичностью, низкой зольностью, высоким содержанием гуминовых кислот и битумов. Минерализация торфяного раствора верховых болот не превышает 1 г/л, поэтому их торф считают пресноводным, а торф низинных болот с минерализацией более 1 г/л — минерализованным. По содержанию минеральных веществ различают торф низкозольный (менее 5% золы), среднезольный (5–20% золы) и высокозольный (более 20% золы). Минерализованный торф высокозольный. Он подразделяется на купоросный (кислый) и сероводородный (гипсовый). Купоросному торфу свойственны накопления продуктов окисления пиритов, кислая реакция ($\text{pH}=1 \dots 3$), высокая зольность, наличие в растворе сульфатов железа, алюминия, серной кислоты. Минерализация раствора кислого торфа может превышать 250 г/л. Сероводородный торф содержит в растворе до 50 мг/л сероводорода, образовавшегося в результате микробиологического восстановления сульфатов. Реакция раствора нейтральная, минерализация до 3 г/л.

* Карта составлена специалистами ЦНИИКиФ Минздрава СССР в 1969 г.



Подготовка торфяных грязей к бальнеологическому использованию состоит в удалении или размельчении крупных растительных остатков, смешивании с водой и нагревании.

Сапропелевые грязи — иловые отложения, как правило, пресноводных водоемов, состоящие из органических и небольшого количества минеральных веществ (разложившиеся растительные и животные остатки). Рассматриваемые грязи имеют оливковую, коричневую, светло-серую, розовую или черную окраску. Минерализация грязевого раствора менее 1, но иногда достигает 10 г/л. По активной реакции раствор близок к нейтральному. Для лечебных целей используют верхний 1–2-метровый слой. Полная мощ-

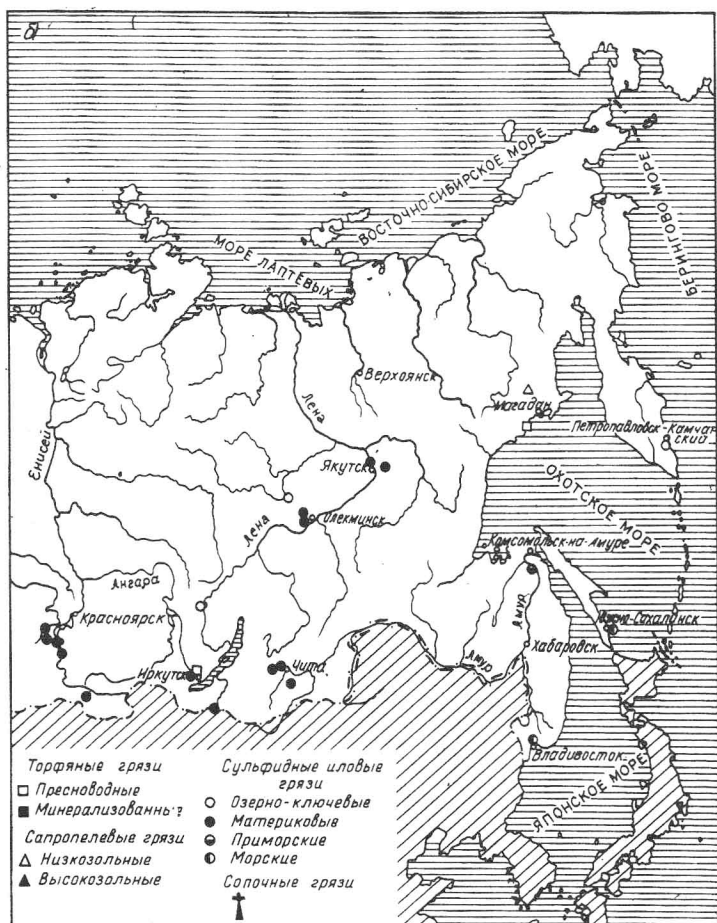


Рис. I.2. Карта месторождений лечебных грязей СССР

ность отложений в водоемах с интенсивной растительностью может достигать 10–30 м.

Низкозольные сапропели содержат до 30% минеральных веществ, среднезольные — 30–60%; высокозольные — более 60%. Низкозольные подразделяются на водорослевые, зоогенные, торфянистые и гумусовые; высокозольные — на известковистые и глинистые.

Сульфидные иловые грязи — органогенно-минеральные тонкодисперсные иловые отложения минеральных озер, лиманов и других подобных водоемов, содержащие менее 10% органических веществ, сероводород и сернистые соединения железа. Сернистое железо придает рассматриваемым грязям темно-серую или черную окраску.

В зависимости от характера водоемов выделяют несколько типов этих грязей: **материковые** — грязи соляных озер, большая минерализация которых достигается в результате многовекового накопления солей при испа-

рении маломинерализованных питающих озера вод в условиях засушливого климата; *приморские*, которые формируются в водоемах, отделившихся от моря (лиманах); *морские*, образующиеся на дне морских и океанических заливов; *озерно-ключевые*, которые формируются в водоемах, питающихся подземными минеральными водами.

Сульфидные иловые грязи (блестящая мазеподобная масса, бархатистая на ощупь, с запахом сероводорода) представляет собой систему, состоящую, как правило, из двух фаз: твердой (силикатные частицы, кристаллы солей, органические вещества, гидраты окислов железа, алюминия, сернистое железо и др.) и жидкой (вода с растворенными в ней солями и органическими веществами), находящихся между собой в равновесии. Однако часто в иловых грязях содержатся в растворенном виде и биологически активные газы — третья фаза (H_2S , N_2 , CO_2 , CH_4), образование которых связано с жизнедеятельностью микроорганизмов в анаэробных условиях при наличии легко усвояемых органических веществ.

Твердую фазу подразделяют на грубодисперсную часть — кристаллический остов (силикатные частицы крупнее 1 мкм, кристаллы гипса, карбонаты кальция, магния и другие соли, не полностью разложившиеся органические остатки и т.п.) и тонкодисперсную часть — гидрофильный коллоидный комплекс (силикатные частицы мельче 1 мкм, сернистое железо, гидроокись железа, алюминия, марганца, сера, органические вещества, поглощенные ионы и т.п.). Содержание органических веществ в иловых грязях существенно (в 5–100 раз) меньше, чем в торфяных и сапропелевых.

Сульфидные иловые грязи, как правило, характеризуются небольшой глубиной залегания и малой мощностью пласта (табл. I.3). Это обстоятель-

Таблица I.3

**Характеристика мелкозалежных месторождений
сульфидных иловых грязей**

Параметры	Число месторождений грязей			
	материковых	приморских	морских	озерно-ключевых
Глубина залегания, м:				
от 0,0	66	5	2	3
” 0,1	27	13	1	4
” 0,2	22	1	—	6
” 0,3	8	2	—	2
до 0,2	16	1	—	—
” 0,3	14	2	—	—
” 0,4	7	—	—	2
” 0,5	12	4	—	2
Мощность пласта, м:				
средняя:				
до 0,4	110	15	3	14
” 0,6	133	19	4	16
максимальная				
до 0,4	71	3	1	5
” 0,6	104	4	3	9
Площадь месторождения до 0,2 км ² и площадь эксплуатационных участков до 0,1 км ²	36	3	—	8
Эксплуатационные запасы до 30 тыс.м ³	10	6	2	7

Примечание. Таблица составлена на основании данных Каталога грязевых месторождений СССР (ЦНИИКиФ, М., 1970).