

ОСОБЕННОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ СУЛЬФАТНЫХ ПОРОД И ПРИУРОЧЕННЫХ К НИМ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ГИПСА НА ТЕРРИТОРИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ХУДЕНЬКИХ К. О.

Рассмотрены особенности распространения сульфатных карстующихся пород, которые одновременно являются полезными ископаемыми, и месторождений гипса на территории Российской Федерации. Показано, что наибольшие ареалы распространения сульфатных пород установлены в Приволжском и Сибирском федеральных округах Российской Федерации. Добыча гипса наиболее развита в Приволжском федеральном округе, где расположено абсолютное большинство месторождений гипса. Рассмотрены особенности геологического строения сульфатных и сульфатосодержащих толщ в субъектах Российской Федерации, в пределах которых имеются месторождения гипса и ангидрита. Полученные данные позволили составить новую карту распространения сульфатных пород на территории Российской Федерации с нанесенными месторождениями гипса и определить перспективные районы для пополнения минерально-сырьевой базы гипсовой отрасли на территории Северо-Западного федерального округа, Сибири и Дальнего Востока.

Ключевые слова: карстующиеся породы; сульфаты; месторождения гипса и ангидрита; приуроченность; ареал распространения.

Все карстующиеся породы (в том числе сульфатные) слагают геологические тела разных размеров (пласты, линзы и др.) и используются как полезные ископаемые [1]. В Российской Федерации разрабатываются месторождения всех известных карстующихся пород, являющихся полезными ископаемыми: известняков, доломитов, гипсов и ангидритов, каменной и калийной солей. Добыча гипса является перспективной отраслью российской экономики.

Гипс – широко распространенный материал состава $\text{CaSO}_4 \times 2 \text{H}_2\text{O}$ (CaO – 32,6 %; SO_3 – 46,5 %; H_2O – 20,9 %). Цвет гипса – белый, серый, голубовато-серый, розовый, желтый; окраска бывает пятнистой и линзовидно-полосчатой. Гипс как полезное ископаемое представляет собой мономинеральную породу, называемую гипсовым камнем. Основное свойство гипса, определяющее его промышленное значение, это способность терять при нагревании кристаллизационную воду и давать при затворении водой пластичную массу, постепенно твердеющую на воздухе и превращающуюся в прочный искусственный камень.

Месторождения гипса расположены на земном шаре неравномерно, что напрямую связано с распространением сульфатных пород (рис. 1). Наиболее крупными запасами располагают Россия, Германия, США, Канада, Испания, Мексика, Китай, Франция, Италия, Греция. Также добыча гипса ведется в Чехии, Великобритании, Японии, Иране, Австралии, Бразилии и ряде других стран [3].

В настоящее время в России нет специализированных карт, посвященных распространению сульфатных полезных ископаемых. Однако гипс и ангидрит явля-

ются карстующимися породами, и в этом ключе о сульфатных породах имеется довольно обширный массив информации. Здесь необходимо обратиться к такой научной дисциплине, как региональное карстоведение – один из разделов науки о карсте, предмет исследования которого – карстовые процессы и формы в пределах регионов мира, стран и т. д. [4]. Именно это направление карстоведения изучает особенности распространения карстующихся пород (в числе которых гипс и ангидрит) на территориях субъектов Российской Федерации, а также за ее пределами.

В XX в. появляются первые обзорные карты, на которых проявления карста показаны внемасштабными знаками. В качестве примера можно привести карту распространения карста на территории России, составленную Г. А. Максимовичем [5] (рис. 2, а). В 1982 г. в СНиП 2.01.01-82 «Строительная климатология и геофизика» опубликована схематическая карта распространения карста на территории СССР (рис. 2, б). Первая схема распространения сульфатных пород на территории СССР (рис. 2, в), а также первое детальное описание сульфатного карста в некоторых регионах страны были опубликованы в учебном пособии К. А. Горбуновой «Карст гипса СССР» [6]. В 1992 г. В. Н. Дублянский и Г. Н. Дублянская предложили новые принципы картографирования, типизации и районирования карста [7], руководствуясь которыми составили карту распространения типов карста России по литологии (рис. 2, з) [4].

Анализ перечисленных карт показал, что сульфатные породы наиболее широко распространены в пределах Приволжского, Северо-Западного и Сибирского федеральных округов, присутствуют в Центральном, Южном, Северо-Кавказском и Дальневосточном округах и практически отсутствуют в Уральском федеральном округе.

Также и география месторождений гипса довольно широка – от Магаданской до Псковской области. Согласно Государственному кадастру месторождений России, в нашей стране насчитывается 234 месторождения гипса, которые присутствуют во всех Федеральных округах (таблица).

Имеющиеся карты и схемы распространения карстующихся пород были наложены друг на друга методом суперпозиции, что позволило оконтурить участки распространения сульфатных пород (гипса и ангидрита) на территории Российской Федерации. На эту же карту был нанесен слой с месторождениями гипса, что позволило выявить их приуроченность к конкретным ареалам сульфатов, а также к территориальным округам. В целом месторождения гипса тяготеют к выделенным ареалам распространения сульфатных пород, а в Центральном, Северо-Кавказском, Дальневосточном и Сибирском федеральных округах появились новые участки проявления сульфатных пород (рис. 3).

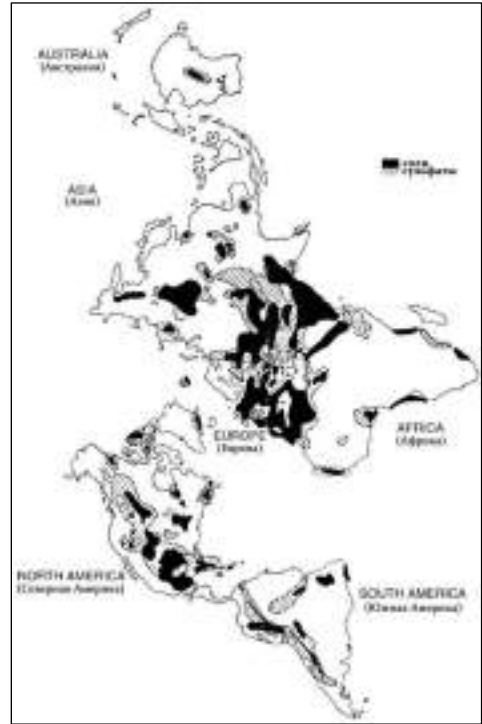


Рис. 1. Распространение солей и сульфатных пород на земном шаре [2]

Месторождения гипса приурочены к отложениям различных геологических систем, в частности к верхнему кембрию, девону, перми, верхней юре, мелу. Однако, во-первых, распределены они на территории страны неравномерно, а во-вторых, своей мощностью и промышленной ценностью среди них резко выделяются месторождения пермского возраста [8].

Далее приводится краткое описание распространения гипсов и их месторождений в границах административных регионов Российской Федерации.

Дальневосточный федеральный округ. На территории Якутии гипсы и ангидриты широко распространены на западе, где они встречаются в долинах рек Лена, Олекма, Вилюй и их притоков, на севере – в бассейне р. Оленек и правых притоков р. Лены, а на востоке – в бассейне р. Восточная Хандыга и в других районах. Стратиграфически месторождения гипсов и ангидритов приурочены к кембрийским, ордовикским, силурийским, девонским и каменноугольным отложениям. Среди них гипсы залегают в виде отдельных пластов, линз и линзовидных прослоев, мощности которых изменяются от долей до первых десятков метров. Мощности гипсоносных отложений достигают иногда 350–400 м [9].

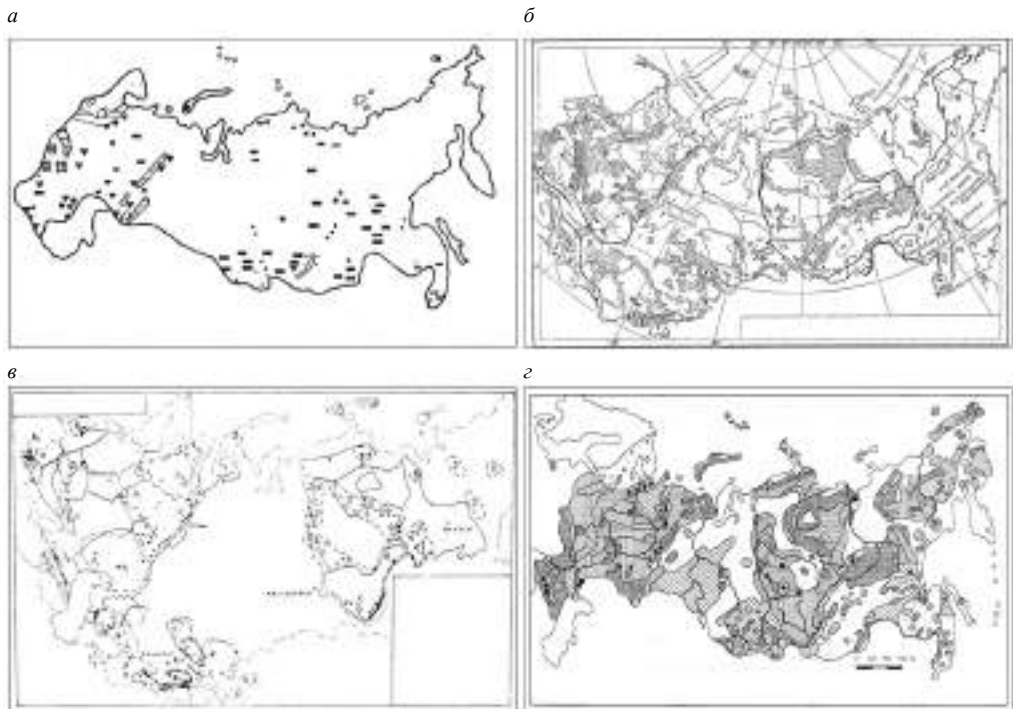


Рис. 2. Карты распространения карста на территории России

Единственное месторождение гипсов в Магаданской области связано с регрессивными осадками девонских пород, представленных известняками, доломитами, пестроцветными мергелями, гипсами, ангидритами. Мощность гипсоносных отложений может изменяться от 50 до 700 м (в среднем 200–300 м) [10, 11].

Сибирский федеральный округ. Наибольшее количество месторождений гипса Сибирского ФО разведано в Иркутской области (24 месторождения). Гипс в Иркутской области начали добывать еще в XIX в.: «В Балаганском округе, в районе Унгинского инородческого ведомства, из горы Красный Яр достается до 30 000 пудов гипса» [12].

Месторождения гипсов приурочены в основном к усольской свите ленского яруса нижнего кембрия. Свита характеризуется чередованием каменной соли с пластами и пачками сульфатно-карбонатных пород (доломитов, гипсов, ангидритов)

Месторождения гипса в пределах федеральных округов и субъектов Российской Федерации

Федеральный округ	Количество месторождений гипса в пределах ФО	Субъект РФ	Количество месторождений гипса в пределах субъекта РФ
Дальневосточный	4	Республика Саха (Якутия)	3
		Магаданская область	1
Сибирский	49	Иркутская область	23
		Красноярский край	14
		Алтайский край	10
		Республика Хакасия	2
Уральский	8	Свердловская область	4
		Челябинская область	4
Приволжский	112	Республика Башкортостан	39
		Самарская область	26
		Пермский край	21
		Оренбургская область	14
		Нижегородская область	7
		Республика Татарстан	2
		Республика Чувашия	1
		Республика Марий Эл	1
Северо-Западный	16	Кировская область	1
		Псковская область	7
		Архангельская область	7
Центральный	6	Республика Коми	2
		Тульская область	4
		Калужская область	1
Южный	27	Рязанская область	1
		Краснодарский край	10
		Ростовская область	8
		Республика Адыгея	4
		Астраханская область	3
Северо-Кавказский	10	Республика Калмыкия	2
		Республика Карачаево-Черкесия	6
		Республика Кабардино-Балкария	2
		Республика Дагестан	1
Крым	2	Республика Чечня	1
		Республика Крым	2
<i>Всего</i>	234		234

с очень редкими мергелистыми прослоями. Мощность переслаивания сульфатных и карбонатных пород может достигать более 200 м [13]. Отмечено образование карстово-суффозионных провалов в породах ленского яруса, выходящих на дневную поверхность в периферийных частях Иркутского региона [14, 15].

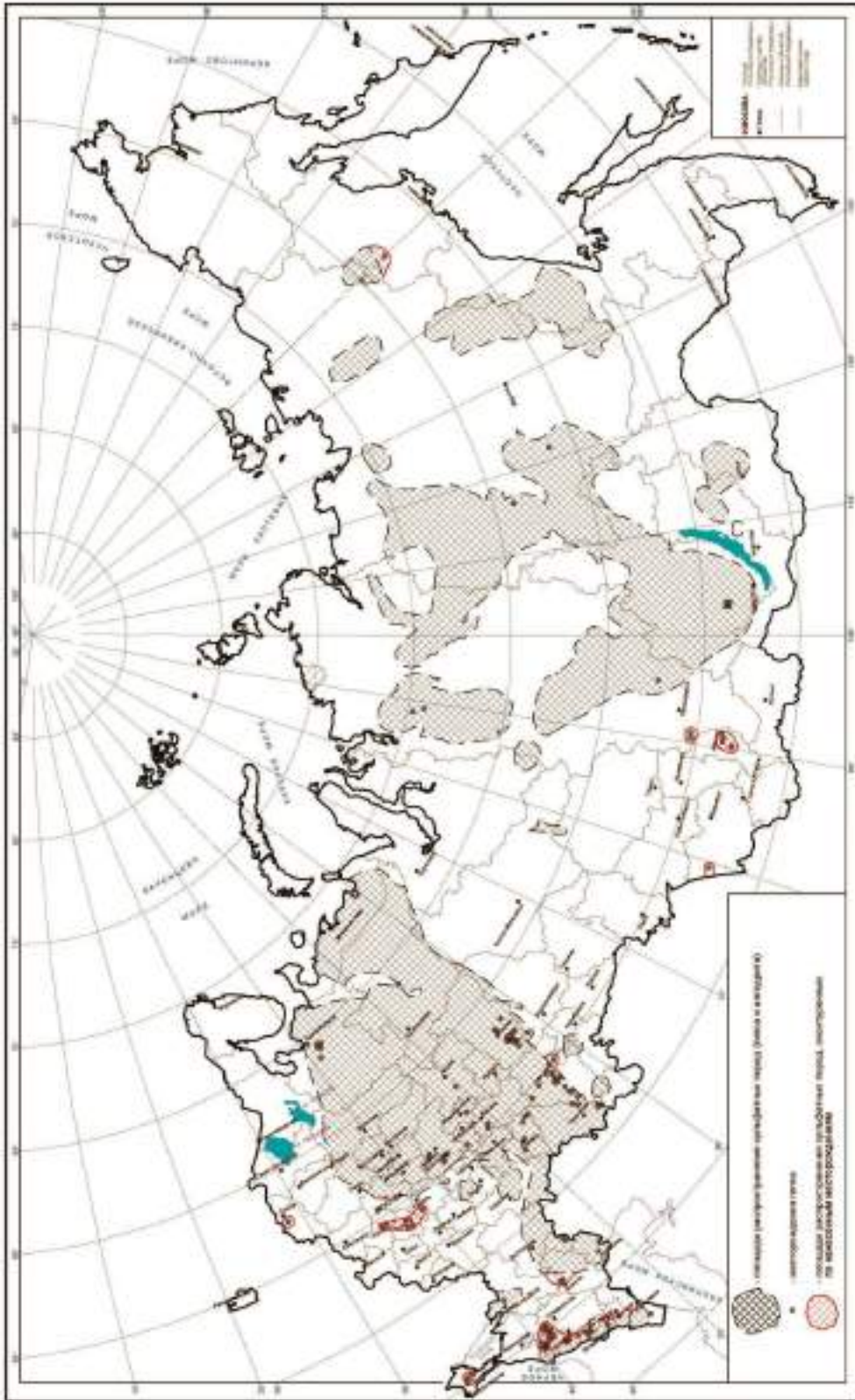


Рис. 3. Карта распространения сульфатных пород и месторождений гипса на территории РФ

На территории Красноярского края «над каменноугольными песчаниками проходят широкой полосой триасовые известняки со слоями гипса» [12]. Гипсы верхнего кембрия встречены в нижнем и среднем течении р. Подкаменной Тунгуски (Сибирская платформа), в пределах Анабарской антеклизы в отложениях нижнего и среднего ордовика встречаются прослои гипса в известняках, загипсованность пород среднего ордовика отмечена в центральной части Сибирской платформы. В бассейне р. Котуй, в междуречье Мойерокана и Верхней Томбы широко развиты гипсоносные пестроцветные породы верхнего силура, в которых мощность пластов гипса может достигать 8 м. В долине среднего и нижнего течения р. Тарей имеется гипсоносная нижнедевонская пачка мощностью 100–120 м. На севере, в Норильском и Имагдинском районах отмечены нижнедевонские пачки гипсов мощностью до 10 м и более. Выходы среднедевонских белых и серых, однородных и полосчатых, мелко- и крупнозернистых гипсов установлены на площади юго-восточной окраины Таймырского полуострова. Они обнажаются на сопке Серой (южный склон возвышенности Кирыка-Тас), на сопке Белой (верховье р. Сеньки, стекающей в Хатаганский залив). Мощность среднедевонских гипсов 85–100 м. Верхнедевонские гипсы мощностью 7–8 м встречены в истоках рек Амбардаах и Маймечи в окрестностях г. Норильска [16].

Месторождения гипса на Алтае связаны с современными осадками озер и с девонскими толщами в горном Алтае. Также отмечается загипсованность неогеновых и ниже-среднечетвертичных толщ в разных районах Алтая. Особое внимание уделяется озерным месторождениям гипса, связанным с современными хемогенными осадками. Мощности таких залежей не превышают 1,5 м, но площади их могут быть весьма значительными – до 10 км² (Джиринское месторождение) [17].

В Республике Хакасия пласты гипса приурочены к верхней части отложений бейской свиты среднего девона. Мощность пластов 0,5–2,5 м. Отмечена загипсованность нижнедевонских алевролитов в районе ст. Хараджуль. В бассейне р. Абакан присутствуют озерные осадки олигоцена, содержащие в верхней части маломощные линзы гипса [18].

Уральский федеральный округ. Месторождения гипса Свердловской и Челябинской областей приурочены к восточному склону Урала. На месторождениях Свердловской области добывают гипсы среднедевонского возраста, в Челябинской области гипсоносная толща приурочена к среднекаменноугольным отложениям. Мощность гипсоносных пачек месторождений Свердловской области достигает 80 м, на месторождениях Челябинской области – 99 м [19].

Северо-Западный федеральный округ. На территории Псковской области месторождения гипсов находятся в Печерском и Порховском районах и приурочены к верхнечудовским слоям франского яруса верхнего девона. Глубина залегания гипсовых пачек мощностью от 2 до 4 м варьирует от 2 до 11 м. Гипсы часто закарстованы [20].

Месторождения Архангельской области связаны с нижнепермскими отложениями. Одно из старейших месторождений гипса – Звозское – эксплуатируется с конца XVIII в. Выходы гипсовой толщи месторождения прослежены по берегам р. Северной Двины на расстояние 25 км; с поверхности породы гипсовой толщи сильно закарстованы. Мощность гипсовой толщи может достигать 30 м [21].

Центральный федеральный округ. Сульфатные отложения в пределах Тульской, Калужской и Рязанской областей приурочены к среднему девону (наровский горизонт живетского яруса, мощность слоев гипса достигает 15 м), нижнему карбону (озерская толща заволжского горизонта турнейского яруса, мощность толщи – от 20 до 39 м) [22]. Месторождениями эксплуатируются залежи гипса

озерских отложений. Гипсы наровского горизонта залегают на глубинах от 390 до 1200 м, пласты маломощны, поэтому разработка этих залежей экономически нецелесообразна [23].

Залежи гипса мощностью от 4 до 45 м выявлены в Вязниковском и Гороховецком районах Владимирской области. Они отнесены к отложениям верхней и нижней перми [23]. Однако во Владимирской области на данный момент ни одного месторождения не зарегистрировано.

Южный федеральный округ. На территории Краснодарского края и Республики Адыгея месторождения гипса распространены в бассейне р. Кубань. Мощная толща гипсов (до 630 м) приурочена к титонским отложениям верхней юры. Гипсоносная толща сильно закарстована [24]. В пределах Волгоградской и Астраханской областей гипсом представлены кунгурские отложения нижней перми. Обнажаются гипсы только около оз. Баскунчак (Баскунчакское месторождение, Астраханская обл.) [25]. Мощность гипсовой толщи на Баскунчакском месторождении может достигать 92 м [26].

Ростовская область располагает значительными запасами природного гипсового камня, но гипс представлен не в чистом виде. Разведаны месторождения гипсо-содержащих пород (или глиногипса), которые обычно представляют собой землистую породу, состоящую из гипса с песчано-глинистыми и известково-глинистыми примесями. Химический и минералогический состав глиногипса часто заметно колеблется даже в пределах одного месторождения. Количество двуводного сернокислого кальция в глиногипсе составляет от 30 до 60 % [27]. Аналогичная ситуация отмечена в Республике Калмыкия. Глиногипсы как в Ростовской области, так и в Калмыкской республике четвертичного возраста, залегают в виде узких полос, длина которых достигает 3,5 км, ширина – 300 м, мощность – 6,2 м.

Северо-Кавказский федеральный округ. В восточной и центральной частях Кавказа месторождения гипса приурочены к титонским отложениям верхней юры. Мощность этих отложений варьирует в широких пределах. На территории Южного Дагестана (бассейн р. Самур) мощность титона колеблется от 40 м в районе горы Шалбуз-даг до 80–85 м в районе горы Шаг-даг. Далее на северо-запад мощность постепенно увеличивается, достигая 340–350 м в бассейнах рек Андийское Койсу (район с. Гигатли-Урух) и Хорочой и 690 м по р. Шаро-Аргун. К западу от последней наблюдается сокращение мощности, от 540 м в бассейне р. Чанты-Аргун до 480 м по р. Гехи.

Одновременно с изменением мощностей с юго-востока на северо-запад наблюдается изменение литологического состава пород в сторону насыщения разреза грубообломочными брекчиями. Максимальная мощность гипсов (450 м) наблюдается в бассейне р. Шаро-Аргун [28].

Крым. Промышленное значение залежи гипса имеют только на Керченском полуострове. Гипс залегают в толще глин, мергелей и песков караганского горизонта среднего миоцена. Мощность пластов гипса изменяется от 0,8 до 5,3 м. Выходы гипса известны также в 3,5 км к югу от д. Ячменная, на Парпачском гребне и в 9 км к северо-востоку от ж.-д. ст. Владиславовка, у с. Фронтное. За пределами Керченского полуострова гипс имеется среди четвертичных покровных суглинков в районе с. Ивановка в 8 км к юго-западу от ж.-д. ст. Саки [29].

Приволжский федеральный округ. Почти половина месторождений гипса (112) находится в Приволжском Федеральном округе (таблица). Наибольшее их количество (39) разведано в Башкирии. Гипс месторождений приурочен к иренскому горизонту кунгурского яруса нижней перми. Мощность гипсовых толщ может достигать 200 м [30]. Отложения гипса развиты в бассейнах нижних течений р. Белой и ее притоков: Уфы, Демы, Сима, Уршака. Это юго-восточный склон

Русской платформы, Предуральский краевой прогиб, южное и западное погружение Пермско-Башкирского свода. Также гипс встречается в северо- и юго-восточных частях Бугульминско-Белебеевской возвышенности, соответствующих окраинам Татарского свода, а также на западе Приайской равнины [31].

Месторождения гипса Самарской, Нижегородской, Кировской областей, республик Марий Эл, Татарстана и Чувашии приурочены к сакмарскому ярусу нижней перми. Отложения сакмарского яруса представлены толщей гипсов и ангидритов с прослоями тонкозернистых и пелитоморфных доломитов. Мощность яруса обычно не более 40 м, участками до 78 м. Толща образований яруса местами сильно и глубоко закарстована. В пределах Нижегородской области мощность сакмарского яруса может достигать 118 м. На территории Самарской области также разрабатываются месторождения гипса, приуроченные к отложениям казанского яруса верхней перми [32].

В Оренбургской области добыча гипса приурочена к иренскому горизонту кунгурского яруса нижней перми. Разрез кунгурского яруса характеризуется наличием терригенных пород и мощной гипсовой толщи (до 100 м и более) [30].

Большая часть месторождений гипса Пермского края размещена на территории Кунгурского и Ординского районов. Месторождения имеются также в Кишертском, Добрянском и Чусовском районах. Все месторождения приурочены к кунгурскому ярусу нижнепермской системы. В большинстве случаев добывают гипсы лунежской и демидковской пачек иренского горизонта.

Как правило, залежи гипса, выходящие на дневную поверхность или перекрытые карбонатными породами кунгурского яруса, сменяются ангидритом. Эта смена происходит постепенно, через переходную толщу мощностью от 3 до 5 м. В гипсовых толщах интенсивно развиты всевозможные проявления карста. Мощность лунежской пачки может достигать 60 м, демидковской – 30 м [19].

Поводя итоги, необходимо сделать следующие выводы. Сульфатные отложения разновозрастные – от кембрия до четвертичной системы. В большей степени они распространены в пределах Приволжского, Северо-Западного и Сибирского федеральных округов, присутствуют в Центральном, Южном, Северо-Кавказском и Дальневосточном округах и практически отсутствуют в Уральском федеральном округе. Наибольшее количество месторождений гипса разрабатывается в Приволжском федеральном округе. В Сибири гипс добывают в основном в южной части региона, хотя имеются перспективные участки и на остальной части территории. Это же самое можно сказать о Северо-Западном федеральном округе и Дальнем Востоке.

Тем не менее гипсовая отрасль не стоит на месте, геологи продолжают разведывать новые месторождения, и возможны новые открытия на названных перспективных территориях.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Дублянский В. Н., Дублянская Г. Н. Карстоведение. Ч. 1. Общее карстоведение: учеб. пособие. Пермь: ПГУ, 2004. 308 с.
2. Ford D., Williams P. Karst geomorphology and hydrology. London, 1989. 601 p.
3. Романович И. Ф. Месторождения неметаллических полезных ископаемых: учеб. пособие для вузов. М.: Недра, 1986. 366 с.
4. Дублянский В. Н., Дублянская Г. Н. Карстоведение. Ч. 2. Региональное карстоведение: учеб. пособие. Пермь: ПГУ, 2008. 267 с.
5. Максимович Г. А. Районирование карста СССР: докл. 4-го Всеур. совещ. по физ.-геогр. и эконом.-геогр. районированию. Пермь, 1958. 8 с.
6. Горбунова К. А. Карст гипса СССР: учеб. пособие. Пермь: ПГУ, 1977. 84 с.
7. Дублянская Г. Н., Дублянский В. Н. Карстографирование, районирование и инженерно-геологическая оценка закарстованных территорий. Новосибирск: Ротапринт, 1992. 144 с.
8. Курс месторождений неметаллических полезных ископаемых / В. Ф. Дыбков [и др.]. М.: Недра, 1969. 472 с.

9. Геология СССР. Т. XVIII. Якутская АССР. Полезные ископаемые. М.: Недра, 1979. 411 с.
10. Инженерная геология СССР. Т. III. Дальний Восток. М.: МГУ, 1977. 502 с.
11. Геология СССР. Т. XXX. Северо-Восток СССР. Книга 1. М.: Недра, 1970. 548 с.
12. Азанчеев Ю. Каменоломни и разработки простых полезных ископаемых. С.-Петербург: Типо-литография и фототипия В.И. Штейна, 1894. 346 с.
13. Геология СССР. Т. XVII. Иркутская область. М.: Недра, 1962. 514 с.
14. Гидрогеология СССР. Т. XIX. Иркутская область. М.: Недра, 1968. 495 с.
15. Инженерная геология СССР. Т. III. Восточная Сибирь. М.: МГУ, 1977. 657 с.
16. Геология СССР. Т. XV. Красноярский край. М.: Недра, 1961. 815 с.
17. Рычков В. М. Некоторые аспекты континентального соленакпления на Алтае // Наука. Культура. Образование. Вып. 3. Горно-Алтайск: ГАГУ, 1999. С. 148–151.
18. Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1:200000 / А. Н. Федотов [и др.]. Изд. второе. Сер. Минусинская. Лист N-46XXV (Аскиз). М., СПб., 2003. 240 с.
19. Геология СССР. Т. XII. Пермская, Свердловская, Челябинская и Курганская области. Полезные ископаемые. М.: Недра, 1973. 632 с.
20. Гидрогеология СССР. Том III. Ленинградская, Псковская и Новгородская области. М.: Недра, 1967. 328 с.
21. Промышленные типы месторождений неметаллических полезных ископаемых: учебник для вузов / А. Е. Карякин [и др.]. М.: Недра, 1985. 286 с.
22. Геология СССР. Т. IV. Центр Европейской части СССР. Геологическое описание. М.: Недра, 1971. 742 с.
23. Гидрогеология СССР. Т. I. Московская, Калининская, Ярославская, Владимирская, Рязанская, Тульская, Калужская, Смоленская области. М.: Недра, 1966. 423 с.
24. Геология СССР. Т. IX. Северный Кавказ. Ч. 1. Геологическое описание. М.: Недра, 1968. 760 с.
25. Геология СССР. Т. XLVI. Ростовская, Волгоградская, Астраханская области и Калмыцкая АССР. Геологическое описание. М.: Недра, 1969. 666 с.
26. Гидрогеология СССР. Т. XIII. Поволжье и Прикамье. Ч. 1. М.: Недра, 1970. 800 с.
27. Шемшур Е. А. К вопросу о применении строительных материалов в дорожно-транспортном комплексе // Инженерный вестник Дона: электронный научн. журн. 2012. № 4.
28. Геология СССР. Т. IX. Северный Кавказ. Ч. 1. Геологическое описание. М.: Недра, 1968. 760 с.
29. Геология СССР. Т. VIII. Крым. Полезные ископаемые. М.: Недра, 1974. 208 с.
30. Геология СССР. Т. XIII. Башкирская АССР и Оренбургская область. Геологическое описание. М.: Недра, 1964. 655 с.
31. Карст Башкортостана: монография / Р. Ф. Абдрахманов [и др.]. Уфа: Информреклама, 2002. 385 с.
32. Геология СССР. Т. XI. Поволжье и Прикамье. Геологическое описание. М.: Недра, 1967. 872 с.

Поступила в редакцию 29 декабря 2017 года

FEATURES OF DISTRIBUTION OF SULPHATE ROCKS AND THEIR ASSOCIATED DEPOSITS OF GYPSUM IN THE TERRITORY OF THE RUSSIAN FEDERATION

Khuden'kikh K. O. – LLC Ergach, Ergach village, Kungur district, Perm region, the Russian Federation. E-mail: ms002@ergach0.ru

The article examines the features of the distribution of sulfate karst rocks, which are both minerals, and deposits of gypsum in the territory of the Russian Federation. It is shown that the largest areas of distribution of sulphate rocks are set in the Volga and Siberian Federal districts of the Russian Federation. Production of gypsum is the most developed in the Volga Federal district, where the vast majority of gypsum deposits is situated. The peculiarities of the geological structure of sulfate and sulfate-based sequences in the constituent entities of the Russian Federation are examined, within which there are deposits of gypsum and anhydrite. The data obtained have allowed to draw a new map of the distribution of sulfate species on the territory of the Russian Federation with gypsum deposits plotted on it, and to identify promising areas for the replenishment of mineral resource base of gypsum industry in the territory of the Northwestern Federal district, Siberia and the Far East.

Key words: karst rocks; sulfates; gypsum and anhydrite deposits; confinedness; the area of distribution.

REFERENCES

1. Dublianskii V. N., Dublianskaia G. N. *Karstovedenie. Ch. 1. Obshchee karstovedenie: ucheb. posobie* [School book "Karst phenomena studies. Part 1. General karst phenomena studies"]. Perm, PSU Publ., 2004. 308 p.
2. Ford D., Williams P. *Karst geomorphology and hydrology*. London, 1989. 601 p.
3. Romanovich I. F. *Mestorozhdeniia nemetallicheskih poleznykh iskopaemykh: ucheb. posobie dlia vuzov* [School book for institutes of higher education "The deposits of non-ferrous minerals"]. Moscow, Nedra Publ., 1986. 366 p.
4. Dublianskii V. N., Dublianskaia G. N. *Karstovedenie. Ch. 2. Regional'noe karstovedenie: ucheb. posobie* [School book "Karst phenomena studies. Part 2. Regional karst phenomena studies"]. Perm, PSU Publ., 2008. 267 p.
5. Maksimovich G. A. *Raionirovanie karsta SSSR: dokl. 4-go Vseur. soveshch. po fiz.-geogr. i ekonom.-geogr. raionirovaniu* [Proc. 4th All-Ural Conf. on physical-geographical and economic-geographical zoning "USSR karst zoning"]. Perm, 1958. 8 p. (In Russ.)

6. Gorbunova K. A. *Karst gipsa SSSR: ucheb. posobie* [School book “USSR gypsum karst”]. Perm, PSU Publ., 1977. 84 p.
 7. Dublianskaia G. N., Dublianskii V. N. *Karstografirovanie, raionirovanie i inzhenerno-geologicheskaia otsenka zakarstovannykh territorii* [Karstography, zoning, and engineering-geological estimation of karst limestone territories]. Novosibirsk, Rotaprint Publ., 1992. 144 p.
 8. Dybkov V. F., and others. *Kurs mestorozhdenii nemetallicheskich poleznykh iskopaemykh* [Non-metalliferrous minerals deposits course]. Moscow, Nedra Publ., 1969. 472 p.
 9. *Geologiya SSSR. T. XVIII. Iakutskaiia ASSR. Poleznye iskopaemye* [USSR geology. Vol. 18. Yakut ASSR. Minerals]. Moscow, Nedra Publ., 1979. 411 p.
 10. *Inzhenernaia geologiya SSSR. T. III. Dal'nii Vostok* [USSR engineering geology. Vol. 3. The Far East]. Moscow, MSU Publ., 1977. 502 p.
 11. *Geologiya SSSR. T. XXX. Severo-Vostok SSSR. Kniga 1* [USSR geology. Vol. 30. The northeast of the USSR. Book 1]. Moscow, Nedra Publ., 1970. 548 p.
 12. Azancheev Iu. *Kamenolomni i razrabotki prostykh "poleznykh" iskopaemykh* [Stone quarries and the development of simple minerals]. St. Petersburg, Tipolitoografiia i fototipiia V. I. Shteina Publ., 1894. 346 p.
 13. *Geologiya SSSR. T. XVII. Irkutskaiia oblast'* [USSR geology. Vol. 17. Irkutsk region]. Moscow, Nedra Publ., 1962. 514 p.
 14. *Gidrogeologiya SSSR. T. XIX. Irkutskaiia oblast'* [USSR hydrogeology. Vol. 19. Irkutsk region]. Moscow, Nedra Publ., 1968. 495 p.
 15. *Inzhenernaia geologiya SSSR. T. III. Vostochnaia Sibir'* [USSR engineering geology. Vol. 3. Eastern Siberia]. Moscow, MSU Publ., 1977. 657 p.
 16. *Geologiya SSSR. T. XV. Krasnoiar'skii krai* [USSR geology. Vol. 15. Krasnoyarsk krai]. Moscow, Nedra Publ., 1961. 815 p.
 17. Rychkov V. M. [Some aspects of continental saline accumulation in the Altai]. *Nauka. Kul'tura. Obrazovanie* [Science, Education and Culture]. Issue 3. Gorno-Altaysk, GASY Publ., 1999, pp. 148–151. (In Russ.)
 18. Fedotov A. N., and others. *Gosudarstvennaia geologicheskaia karta Rossiiskoi Federatsii mashtaba 1:200000. Izd. vtoroe. Ser. Minusinskaia. List N-46XXV (Askiz)* [National geologic map of the Russian Federation. Scale 1:200000. Issue 2. Minusinsk ser. Sheet N-46XXV (Askiz)]. Moscow, St. Petersburg, 2003. 240 p.
 19. *Geologiya SSSR. T. XII. Permskaia, Sverdlovskaiia, Cheliabinskaiia i Kurganskaiia oblasti. Poleznye iskopaemye* [USSR geology. Vol. 12. Perm, Sverdlovsk, Chelyabinsk, and Kurgan regions. Minerals]. Moscow, Nedra Publ., 1973. 632 p.
 20. *Gidrogeologiya SSSR. Tom III. Leningradskaia, Pskovskaia i Novgorodskaiia oblasti* [USSR hydrogeology. Vol. 3. Leningrad, Pskov, and Novgorod regions]. Moscow, Nedra Publ., 1967. 328 p.
 21. Kariakin A. E., and others. *Promyshlennye tipy mestorozhdenii nemetallicheskich poleznykh iskopaemykh: uchebnik dlia vuzov* [School book for the institutions of higher education “Industrial types of non-metalliferrous minerals deposits”]. Moscow, Nedra Publ., 1985. 286 p.
 22. *Geologiya SSSR. T. IV. Tsentri Evropeiskoi chasti SSSR. Geologicheskoe opisanie* [USSR geology. Vol. 4. The centre of the European part of the USSR. Geological description]. Moscow, Nedra Publ., 1971. 742 p.
 23. *Gidrogeologiya SSSR. T. I. Moskovskaia, Kalininskaia, Iaroslavskaiia, Vladimirskaia, Riazanskaia, Tul'skaia, Kaluzhskaiia, Smolenskaiia oblasti* [USSR hydrogeology. Vol. 1. Moscow, Kalininsky, Yaroslavl, Vladimir, Ryazan, Tula, Kaluga, and Smolensk regions]. Moscow, Nedra Publ., 1966. 423 p.
 24. *Geologiya SSSR. T. IX. Severnyi Kavkaz. Ch. 1. Geologicheskoe opisanie* [USSR geology. Vol. 9. The North Caucasus. Part 1. Geological description]. Moscow, Nedra Publ., 1968. 760 p.
 25. *Geologiya SSSR. T. XLVI. Rostovskaiia, Volgogradskaiia, Astrakhanskaiia oblasti i Kalmytskaia ASSR. Geologicheskoe opisanie* [USSR Geology. Vol. 46. Rostov, Volgograd, Astrakhan region, and Kalmyk ASSR. Geological description]. Moscow, Nedra Publ., 1969. 666 p.
 26. *Gidrogeologiya SSSR. T. XIII. Povolzh'e i Prikam'e. Ch. 1* [USSR hydrogeology. Vol. 13. The Volga region and Prikamye. Part 1]. Moscow, Nedra Publ., 1970. 800 p.
 27. Shemshura E. A. [On the question of using materials of construction in road-transport system]. *Inzhenernyi vestnik Dona: elektronnyi nauchn. zhurn – Engineering Journal of Don. Electronic scientific journal*. 2012, no. 4. (In Russ.)
 28. *Geologiya SSSR. T. IX. Severnyi Kavkaz. Ch. 1. Geologicheskoe opisanie* [USSR geology. Vol. 9. The North Caucasus. Part 1. Geological description]. Moscow, Nedra Publ., 1968. 760 p.
 29. *Geologiya SSSR. T. VIII. Krym. Poleznye iskopaemye* [USSR geology. Vol. 8. Crimea. Minerals]. Moscow, Nedra Publ., 1974. 208 p.
 30. *Geologiya SSSR. T. XIII. Bashkirskaia ASSR i Orenburgskaia oblast'. Geologicheskoe opisanie* [USSR geology. Vol. 13. Bashkir ASSR and Orenburg region. Geological description]. Moscow, Nedra Publ., 1964. 655 p.
 31. Abdrakhmanov R. F., and others. *Karst Bashkortostana: monografiia* [Bashkortostan karst: monograph]. Ufa, Informreklama Publ., 2002. 385 p.
 32. *Geologiya SSSR. T. XI. Povolzh'e i Prikam'e. Geologicheskoe opisanie* [USSR geology. Vol. 9. The Volga region and Prikamye. Geological description]. Moscow, Nedra Publ., 1967. 872 p.
-