

ГЕОЛОГИЯ, ПОИСКИ И РАЗВЕДКА ТВЁРДЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ, МИНЕРАГЕНИЯ

УДК 553.6 (470.54)

Физико-механические свойства гипсового камня и инженерно-геологические условия Селищенского месторождения строительного гипса

А.К. Алванян, К.А. Алванян

Пермский государственный национальный исследовательский университет
614990, Пермь, ул. Букирева, 15. E-mail: iqeon@psu.ru

(Статья поступила в редакцию 16 августа 2019 г.)

Проанализированы морфология, состав, строение месторождения, представлена качественная характеристика полезного ископаемого, определены физико-механические свойства гипсового камня, дана оценка инженерно-геологическим условиям месторождения.

Ключевые слова: гипсовый камень, геолого-литологический разрез, физико-механические свойства, инженерно-геологические условия, минеральный состав, ангидрит, Пермский край.

DOI: 10.17072/psu.geol.18.4.386

Сульфатные гипсоангидритовые отложения, формирующиеся в испарительных (эвапоритовых) бассейнах, из-за весьма специфических условий и повышенной растворимости довольно редко обнажаются на земной поверхности и нечасто встречаются. Однако в Пермском крае эти породы, слагающие толщи пермского возраста, развиты весьма широко, что позволяет их не только изучать, но и использовать в промышленности.

Общие запасы строительного гипса на территории Пермского края составляют порядка 90 млн т. Гипс и ангидрит, пригодные для строительных целей, представлены в 36 проявлениях и месторождениях, сложенных сульфатными отложениями кунгурского яруса, развитыми в Добрянском, Кунгурском, Кишертском, Октябрьском и Ординском районах (Минерально-сырьевые..., 2006).

Гипс и ангидрит используются в производстве портландцемента, гипсовых вяжущих (строительный, формовочный и высокопрочный гипс), в медицинских целях, в изготовлении лепных и поделочных изделий, облицовочной плитки. Государственным балансом учитываются девять месторождений гипса и ангидрита: Ергачинское, Дейковское, Шубинское, Чумкаское, Соколино-

Саркаевское, Богомоловское, Селищенское, Егоршины Ямы, Одиновское, Полазненское, Зуевское.

В 2015 г. экспертной комиссией по запасам Министерства природных ресурсов Пермского края утверждены запасы Селищенского месторождения строительного гипса по категориям В+ С₁ – 1726 тыс. т, в том числе по категориям В – 821 тыс. т, С₁ – 905 тыс. т, разведанные за счет собственных средств ООО «АЛМИ». Месторождение расположено на правом берегу р. Селищной, являющейся притоком р. Усьвы, в 4,0 – 4,5 км на северо-запад от с. Утес (ст. Утес Свердловской железной дороги), в 1,0 км юго-западнее д. Восход. Районный центр г. Чусовой находится в 20 км к югу от месторождения (рис. 1).

С целью определения качественного состава, физико-механических свойств гипсового камня и оптимизации потерь при разработке месторождения проведены полевые, лабораторные и камеральные работы, которые позволили всесторонне оценить его инженерно-геологические условия.

Инженерно-геологические условия во многом определяют технологию разработки месторождений твердых полезных ископаемых.



Рис. 1. Обзорная карта района работ (цифровая модель ПГГСП «Геокарта»). Масштаб 1:200 000)

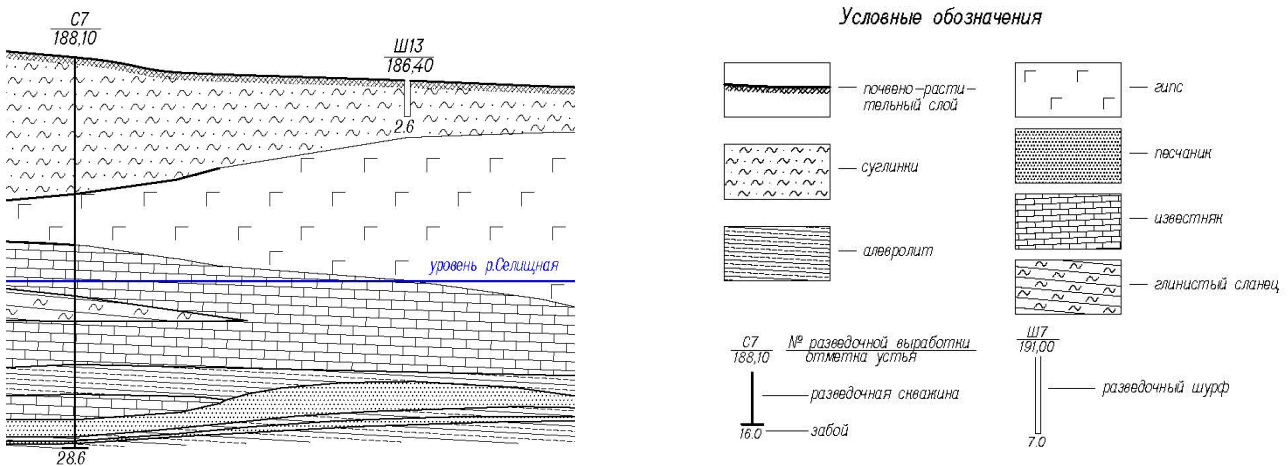


Рис. 2. Геолого-литологический разрез

При этом глубина залегания продуктивной толщи, состав и физико-механические свойства слагающих продуктивную толщу и перекрывающих (вскрышных) горных пород являются наиболее важными геологическими признаками, определяющими параметры разработки месторождений.

Селищенское месторождение гипса занимает часть небольшой возвышенности, протягивающейся с севера на юг и окаймлённой с востока речкой Селищной и с запада – её правым притоком. Абсолютные отметки возвышенности +174,0 – +192,0 м. На поверхности встречены многочисленные карстовые воронки глубиной до 7 м и более, шириной до 50 м.

В геологическом отношении район месторождения характеризуется развитием осадочных образований девонского, каменно-

угольного и пермского возраста (рис. 2). Более молодыми являются отложения среднего и верхнего девона, которые слагают узкие полосы, оконтуривающие отложения ещё более молодого возраста – каменноугольной системы.

Четвертичные отложения представлены элювиальными, делювиальными и аллювиальными рыхлыми отложениями.

С поверхности гипсы перекрыты делювиальными глинами. Глина желтовато-серая, желтая, плотная, вязкая. На контакте с гипсом песчанистая, тугопластичная. Мощность вскрышных отложений колеблется от 0,1 до 11,7 м.

Подстилающими гипс породами являются в большинстве случаев известковистые песчаники и алевролиты.

Песчаники представляют собой мелкозернистую слоистую породу зеленовато-серого цвета. Цемент обычно известковый или известково-глинистый. В верхних горизонтах, вблизи гипсовой толщи, появляются песчаники того же состава, но на гипсовом цементе.

Минералогический состав алевролитов тот же, что и у песчаников, отличается только крупностью зёрен и большим содержанием глинистых минералов.

Глинистые сланцы имеют синевато-серую окраску и характеризуются тонкой слоистостью, иногда мелкой скорлуповатой отдельностью.

По данным скважины 7, пробуренной в западной части месторождения, гипсовая залежь имеет мощность всего 3,5 м и подстилается известняком серым скрытокристаллическим с мелкими порами и кавернами выщелачивания. Известняк переслаивается с песчаником, алевролитом и сланцем.

Частая смена литологического состава вмещающих гипсовую залежь горных пород как в вертикальном, так и в горизонтальном направлении, говорит о том, что в момент образования этих осадков происходила быстрая и многократная смена фациальных обстановок. Поэтому чётко выраженных и прослеживаемых маркирующих слоёв на площади месторождения не обнаружено.

Наибольшее погружение линза имеет в своей центральной части, где по скважинам 11, 12 подошва её имеет отметку +164,4 м – +166,0 м и мощность 17–18 м.

Несмотря на значительный объём проведённых разведочных работ на месторождении, границы распространения гипсовой залежи в северном, южном и восточном направлениях точно не установлены. Западная граница выклинивания линзы проходит несколько восточнее скважин 5, 6, 9.

Северная, южная и восточная границы проводятся условно там, где отсутствует карстовый рельеф. В северном направлении она отмечается примерно в 40–50 м севернее шурфов 31, 10, 30, восточная и южная границы располагаются по левобережью р. Селищной. Простираение вмещающих пород на месторождении составляет 0–30°, падение на восток и юго-восток под углом 15–7°.

Поверхность гипсовой залежи весьма неровная, что объясняется в основном карстовыми образованиями (рис. 3). Карстовые явления выражены на поверхности в виде воронок, на глубине – карстовыми полостями.



Рис. 3. Поле карстовых воронок на территории месторождения (снимок из общелоступной карты, Yandex. Карты)

О значительном развитии карста на месторождении свидетельствует цифра закарстованности, равная 28% (по данным 1957 г.), определена она статистическим путём (с учётом поверхностного и внутреннего карста). При пересчете запасов на 01.01.2015 установлено, что часть их отработана и в подсчете запасов не участвует. Процент закарстованности изменился, составил 26,2 с учетом поверхностного и внутреннего карста. Поверхностный карст отнесен к вскрыше. В расчете качества и подсчете запасов учитывался только процент внутреннего карста.

Карстовые воронки разбросаны по всей площади месторождения. Форма воронок в плане обычно неправильная. Несмотря на неравномерность расположения воронок, всё же можно отметить, что большая их часть располагается по периферийным частям месторождения. Склоны воронок обычно задернованы, сами воронки бывают иногда сплошь заполнены песчано-глинистым материалом (шурфы 8, 8а), максимальные глубины воронок 5–7 м. Шурфами 21 и 25 в стенках вскрыты открытые узкие карстовые воронки глубиной 5 и 6 м. Диаметр воронок не превышает 2–2,5 м.

Подземные карстовые образования – полости, поноры – вскрыты скважинами 10 и 2, шурфами 29 и 38а. Все они заполнены глинистым материалом с обломками гипса. В стенках действующего карьера имеется

большое количество карстовых полостей. Форма полостей в разрезе самая разнообразная – от неправильно - шарообразной до щелевидной. Полости – «щели» – вертикальные, почти всегда полые, шириной обычно несколько сантиметров и длиной 1–2 м. Шарообразные полости, встреченные в стенках карьера, по словам проходчиков, достигают больших (до 1 м) размеров.

В толще гипсов встречаются многочисленные прослои известково-глинистых сланцев мощностью от 0,10 до 0,50 см. Эти прослои имеют весьма непостоянную мощность и быстро выклиниваются. Содержание таких прослоев в гипсовой залежи, определённое статистическим способом, составляет 5%.

Данные по разведочным выработкам свидетельствуют о незначительном количестве прослоев известково-глинистых сланцев в верхней части гипсовой залежи, в нижней же части их встречается значительно больше. Особенно часто они встречаются ближе к подошве залежи, одновременно увеличивается их мощность. Так, по шурфам 12, 21 и 25 мощность их достигает 1,0–2,5 м.

По структурным и текстурным признакам среди гипсов Селищенского месторождения можно выделить четыре разновидности: 1 – плотный гипс, 2 – сетчатый гипс, 3 – гипс тонкослоистый, 4 – селенит.

Плотный гипс – обычно средне- или тонкокristаллический, сахаровидной структуры, белого цвета, иногда с розоватым или сероватым оттенком. Образует довольно мощные пласты. Известково-глинистые сланцы встречаются в нём в виде редких прослоев незначительной мощности.

Описываемая разновидность развита почти повсеместно и располагается преимущественно в верхней части гипсовой толщи.

В гипсах наблюдается вторичная перекристаллизация, выраженная в наличии шпатового гипса, размером от 1 до 4 см. Последние рассеяны в массе тонкокristаллического белого гипса и выделяются стекляннм блеском и серым цветом.

При микроскопическом изучении этой разновидности гипса оказалось, что он состоит из призматических зёрен гипса размером от 0,01 до 0,1 см и редких тонких включений глинистого вещества в виде прожилков.

По химическому составу эта разновидность гипса отличается наибольшей частотой встречаемости и самым высоким содержанием $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, равным в среднем 96,68%.

Сетчатый гипс макроскопически представляет собой кристаллическую плотную породу серого и серовато-белого цвета с многочисленными прожилками и тончайшими прослойками мергеля. Гипс в этой разновидности образует отдельные скопления разной формы, которые сцементированы мергелем, выполнившим все мельчайшие трещины.

Мергель, заполняющий пространство между отдельными зёрнами, в свою очередь содержит включения гипса в виде отдельных мелких зёрен или тончайших прожилков селенита, что хорошо видно под микроскопом.

Описанные две разновидности гипса имеют различие только в текстурном отношении, зависящем в основном от степени развития карста.

В химическом отношении эти две разновидности мало отличаются. Так, содержание $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ в сетчатом гипсе достигает 94%, составляя в среднем 92,16%, что всего на 4,5% меньше чистого плотного гипса.

Сетчатый гипс является самой распространённой разновидностью и вместе с плотным гипсом составляет свыше 90% всей массы полезного ископаемого.

Гипс тонкослоистый представляет собой тонкослоистую породу серого цвета, состоящую из прослоев гипса белого или серого цвета, чередующихся с прослойками мергеля тёмно-серого цвета. Толщина отдельных слоёв колеблется от 0,05 до 0,5 см. Границы между слоями гипса и мергеля представляют собой извилистые линии, но в общем параллельные между собой.

При макроскопическом определении эта разновидность гипса содержит 40–60% гипса. В действительности содержание $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, согласно проведённым химическим анализам, значительно выше и в отдельных случаях достигает 82,3%. Это обстоятельство объясняется тем, что прослойки мергеля содержат в себе также до 60–70% гипса в виде отдельных зёрен и их агрегатов или мельчайших прослоев селенита, невидимых невооружённым глазом.

По химическому составу эта разновид-

ность гипса обычно относится к IV сорту. Среднее содержание $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ в нём составляет 74,4%.

Тонкослоистый гипс развит на всём месторождении в виде тонких пропластков мощностью от 0,05 до 2,0 м и более и составляет около 7–10% всей массы полезного ископаемого.

Селенит – волокнистая разновидность гипса – встречается на месторождении сравнительно редко в виде толстых пропластков незначительной мощности от 1 до 50 мм и поэтому не имеет никакого промышленного значения.

По генезису месторождение совершенно аналогично всем месторождениям пермского возраста Кунгурского и Красноуфимского районов и может быть отнесено к типу месторождений, образовавшихся в районе непосредственного отложения сульфата кальция в выпаривающихся водоёмах или в виде гипса, или в виде безводной сернокальциевой соли – ангидрита, с последующей его гидратацией в поверхностных зонах в гипс.

Согласно схеме гидрогеологического районирования Л.А. Шимановского, участок недр относится к гидрогеологической области трещинных и карстовых вод Соликамской впадины Предуральяского прогиба.

Рыхлые отложения, покрывающие гипсовую залежь, практически не водоносны. При проходке шурфов грунтовые воды в большинстве случаев не отмечались даже в тех шурфах, которые проходились в провальных воронках, где мощность наносов иногда достигает 5–10 м (шурфы 42, 16с, 18, 40).

По своему характеру и типу циркуляции, с учетом закарстованности, гипсы можно отнести к трещинно-карстовым. Воды, циркулирующие в гипсовой залежи, приурочены к её нижней части, верхняя же основная часть залежи, находясь в зоне естественного дренажа, является практически необводнённой. Подземные воды в пределах месторождения были встречены несколькими наиболее глубокими шурфами.

В южной части месторождения отметки появления подземных вод в шурфах соответствуют уровню р. Селищной (шурф 12) или даже ниже его (шурф 25) (табл. 1).

Химический состав вод сульфатно-кальциевый с высокой минерализацией (2,5–3,0 г/л). Воды жесткие (до 30 мг-экв).

Таблица 1. Глубина подземных вод в шурфах с отметками ниже уровня р. Селищной

№ шурфов	Отметки появления воды, м	Отметки уровня р. Селищной, м
10	+175,0	+174,70
16 ^с	+180,7	
11	+176,5	174,10 – 173,40
8 ^а	+174,7	
12	+171,2, забой сухой	
25	+171,0	+171,0

Внутренний карст развит внутри полезной толщи, он вскрыт разведочными скважинами и в карьере. Проявления карста незаполненные (пустоты) и заполненные карстовым материалом различного состава. Часто встречаются карстовые пустоты. Все эти осложняющие моменты учтены при переходе от объемов блоков к объемам полезного ископаемого через коэффициенты закарстованности и некондиционности.

Коэффициент закарстованности определен как отношение суммарных мощностей незаполненного и заполненного карста к общей мощности гипса, вскрытого всеми скважинами блока. Также определен коэффициент закарстованности по блокам и в целом по месторождению, в этом случае в расчете участвуют все скважины месторождения.

Коэффициент некондиционности определен как отношение суммарной мощности некондиционных пород, рассчитанных по сортовому интервалу на полуступа карьера, к суммарной мощности вскрытого гипса по блоку и по месторождению.

По химическому составу гипс месторождения отвечает требованиям промышленности. Из 52 имеющихся данных химических анализов содержание $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ более 90% отмечалось в 38 пробах, что составляет 73%.

Как правило, наиболее чистой является разновидность плотного гипса, отличающаяся высоким содержанием $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, что видно из табл. 2.

Содержание двуводного гипса в сетчатой разности меньше, чем в плотном гипсе, но в большинстве случаев не ниже 90% (табл. 3).

Содержание глинистого материала увеличивается за счёт SiO_2 , а в общем гипс остаётся довольно чистым и вместе с разновидностью плотного гипса составляет основную массу полезного ископаемого, отвечающего требованиям ГОСТ 4013-48.

Гипс тонкослоистый по содержанию $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ относится ко 2 сорту (табл. 4).

Содержание посторонних примесей в этой разновидности по сравнению с плотным и сетчатым гипсом значительно больше, колеблется от 1,88 до 18,28% и объясняется наличием глинистых прослоек и включением песчаного материала. Для изучения физико-

механических свойств пород на месторождении были отобраны пробы из керна скважин. Результаты средних значений по основным физико-механическим показателям пород месторождения приводятся в табл. 5.

Оценка качества гипса выполнена в соответствии с ГОСТ 4013-82. Гипсовый камень по содержанию гипса и гипсоангидритовый камень по суммарному содержанию гипса и ангидрита в пересчете на гипс подразделяются на сорта, указанные в табл. 6.

Таблица 2. Результаты химических анализов плотного гипса

№ горных выработок	Глубина отбора пробы, м	SiO_2 , %	R_2O_3 , %	CaO , %	MgO , %	SO_3 , %	Потери при прокаливании, %	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, %
Ш.8-а	7,8-9,4	2,04	0,42	31,8	0,46	44,6	21,16	95,7
Ш.17-а	6,9-7,4	0,96	0,54	31,9	0,007	44,39	20,76	96,25
Ш.17-а	0,2-5,1	0,72	0,43	31,92	0,02	45,21	20,60	97,0
Ш.18-а	0,1-4,5	1,20	0,20	31,96	0,64	44,79	21,0	96,1
Ш.26	0,1-5,0	1,0	0,20	32,02	0,11	45,56	20,84	97,8
Ш.27	0,1-5,2	1,76	0,18	31,97	0,54	44,78	21,71	96,2
Ш.34-а	2,7-7	1,40	0,60	31,71	0,60	45,31	21,0	97,42
Ш.38	0,2-9,4	2,26	1,54	31,07	0,56	44,67	20,0	96,05
Ш.42	5,1-8,2	1,60	0,70	32,00	0,20	45,72	20,38	98,31
Скв.10	13,5-17,7	0,66	0,52	32,17	1,12	45,96	19,55	98,82
Скв.11	0-3,9	0,56	0,40	31,80	0,28	45,43	20,94	97,68
Скв.11	5,1-7,0	1,02	0,88	31,41	0,41	44,88	20,91	96,50

Таблица 3. Результаты химических анализов сетчатого гипса

№ горных выработок	Глубина отбора пробы, м	SiO_2 , %	R_2O_3 , %	CaO , %	MgO , %	SO_3 , %	Потери при прокаливании, %	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, %
Ш.3	0,10-7,50	1,40	0,28	31,82	1,30	43,25	22,0	93,0
Ш.8а	3,20-5,20	1,72	0,26	31,86	0,98	43,75	21,58	93,9
Ш.11	0,70-4,20	2,34	0,60	31,23	0,58	42,95	21,34	92,2
Ш.11	10,50-11,4	3,84	0,44	31,28	0,10	43,08	20,86	92,5
Ш.12	0,10-4,90	0,12	0,48	31,87	0,28	43,60	21,00	93,6
17а	6,20-6,60	2,0	1,08	31,98	0,007	42,47	20,54	91,1
17а	6,70-6,80	2,88	1,36	31,70	0,05	41,79	21,04	89,7
Ш.22	0,10-3,10	2,68	0,28	31,36	1,16	42,49	21,88	91,2
Ш.33	0,20-5,0	2,08	2,78	30,91	0,89	42,87	20,46	92,19
Ш.33	5,0-9,7	2,42	2,24	30,41	1,23	42,31	21,29	90,97
Скв.8	7,5-13,8	2,56	1,84	31,15	1,06	42,65	21,13	91,71
Скв.8	14,1-17,4	2,30	1,76	31,03	0,97	42,79	21,14	92,00

Таблица 4. Результаты химических анализов тонкослоистого гипса

№ горной выработки	Глубина отбора пробы, м	SiO ₂ , %	R ₂ O ₃ , %	CaO, %	MgO, %	SO ₃ , %	Потери при прокаливании, %	CaSO ₄ ·2H ₂ O, %
Ш.11	7,80–8,20	18,28	1,88	26,77	0,35	32,05	20,22	68,9
P.17–a	5,70–6,10	6,08	3,12	30,20	0,20	38,34	20,10	82,4
P.17–a	5,20–5,60	10,26	4,52	29,02	0,18	33,70	20,56	72,3
Ш.35–a	2,50–3,0	7,36	7,30	28,50	0,96	35,78	19,55	76,93
Ш.35–a	5,30–6,10	8,95	10,38	28,60	1,01	31,19	19,77	67,07

Таблица 5. Физико-механические свойства пород месторождения

Литология	Объемная масса, г/см ³			Удельный вес, г/см ³ , среднее	Пористость объемная, %, среднее	Пористость истинная, %, среднее	Предел прочности в сухом состоянии, МПа		
	Мин.	Макс.	Сред.				Предел прочности в водонасыщенном состоянии, МПа		
							Мин.	Макс.	Сред.
Песчаник (вскрыша)	2,26	2,41	2,33	2,37	0,79	1,69	29,8 17,0	43,7 43,7	36,3 30,8
Гипс	2,27	2,30	2,28	2,31	0,48	1,30	14,4 13,9	21,6 19,5	18,5 17,1
Гипсоангидрит	2,89	2,91	2,90	2,91	0,14	0,34	- 55,7	- 73,3	- 65,8
Ангидрит	2,87	2,90	2,89	2,90	0,17	0,35	- 55,7	- 106,4	- 71,0

Таблица 6. Сортность гипсового камня

Сорт	Содержание в гипсовом камне, %, не менее		Содержание в гипсоангидритовом камне, %, не менее	
	гипса CaSO ₄ ·2H ₂ O	кристаллизационной воды	гипса и ангидрита в пересчете на CaSO ₄ ·2H ₂ O	серного ангидрита SO ₃
1	95	19,88	95	44,18
2	90	18,83	90	41,85
3	80	16,74	80	37,20

Результаты исследований состава и физико-механических свойств горных пород показали, что на месторождении присутствует гипс I, II, III сортов, но преобладает гипс I сорта (Даровских, Кудряшов, 2001).

На основании анализа инженерно-геологических условий можно сделать следующие выводы:

1. Месторождение характеризуется благоприятными горно-геологическими и горно-техническими условиями эксплуатации: сравнительно неглубокое залегание, большая мощность и высокая устойчивость пород полезного слоя определяют открытый способ разработки.

2. Отработка вскрышных пород и полезного слоя возможна горизонтальными уступами сверху вниз и исходя из физико-механических свойств горных пород со следующими параметрами системы отработки: средняя высота уступа до 10 м; углы откосов уступов по вскрыше и по полезной толще 45°.

3. Вскрыша на месторождении представлена выветрелыми породами, которые могут разрабатываться без применения буровзрывных работ, а продуктивная толща – с их применением.

Библиографический список

Даровских Н.А., Кудряшов А.И. Геология и поиски месторождений поделочного гипса / Ги УрО РАН. Пермь, 2001. 161с.

Ибламинов Р.Г., Алванян А.К. Региональная минерагения общераспространенных полезных ископаемых зоны сочленения Восточно-Европейской платформы и Уральской складчатой области (на примере Пермского края) // Вопросы современной науки и практики / Крымский федер. ун-т им. В.И. Вернадского. 2009. Вып. 9. С. 152 – 161.

Ибламинов Р.Г., Алванян А.К. Минерагеническая зональность общераспространенных полез-

ных ископаемых Пермского края // Геология и полезные ископаемые Западного Урала: матер. регион. науч.-практ. конф./ Перм. гос. ун-т. Пермь, 2010. С. 96–98.

Ибламинов Р.Г., Алванян А.К. Региональная минерагения общераспространенных полезных ископаемых (на примере Пермского края): монография. Пермь, 2018. 120с.

Минерально-сырьевые ресурсы Пермского края: энциклопедия / под ред. А.И. Кудряшова. Пермь: Книжная площадь, 2006. 463 с.

Шимановский Л. А., Шимановская И. А. Пресные подземные воды Пермской области. Пермь: Перм. кн. изд-во, 1973. 273 с.

Physical and Mechanical Properties of Gypsum stone. Engineering and Geological Conditions of Selishchenskoe Deposit of Construction Gypsum

A.K. Alvanian, K.A. Alvanian

Perm State University

15 Bukireva Str., Perm 614990, Russia. E-mail: iqeon@psu.ru

The morphology, composition, structure of Selishchenskoe gypsum deposit are analyzed. The qualitative characteristic of the mineral is given. The physical and mechanical properties of the gypsum stone were determined. The engineering and geological conditions of the deposit are estimated.

Keywords: *minerals; geological and lithological section; physical and mechanical properties; engineering and geological conditions; mineral composition; gypsum stone; anhydrite; Perm region.*

References

Darovskikh N.A., Kudryashov A.I. 2001. Geologiya i poiski mestorozhdeniy podelochnogo gipsa [Geology and prospecting of deposits of ornamental gypsum]. Perm, p. 161. (in Russian)

Iblaminov R.G., Alvanyan A.K. 2009. Regionalnaya minerageniya obshcherasprostranennykh poleznykh iskopaemykh zony sochleneniya Vostochno-Evropeyskoy platform i Uralskoy skladchatoy oblasti (na primere Permskogo kraja) [Regional mineralogy of common minerals of the joint zone of the East European platform and the Ural folded region (on the example of the Perm region)]. *Voprosy sovremennoy nauki i praktiki. Univ., im. V.I. Vernadskogo.* 9:152 – 161. (in Russian)

Iblaminov R.G., Alvanyan A.K. 2010. Minera-genicheskaya zonalnost obshcherasprostra-nennykh

poleznykh iskopaemykh Permskogo kraja [Mineragenetic zoning of the minerals of the Perm region]. *Geologiya i poleznye iskopaemye Zapadnogo Urala.* Perm. State Univ., Perm, p. 96-98. (in Russian)

Iblaminov R.G., Alvanyan A.K. 2018. Regionalnaya minerageniya obshcherasprostra-nyonnykh poleznykh iskopaemykh na primere Permskogo kraja [Regional Minerageny of common minerals (on the example of Perm Krai)]. Perm, p. 120. (in Russian)

Kudryashov A.I. 2006. Mineralnye resursy Permskogo kraja: Entsiklopediya [Mineral resources of Perm Krai: encyclopedia]. Perm, Knizhnaya ploshchad, p. 463. (in Russia)

6. *Shimanovskiy L.A., Szimanowskaya I.A.* 1973. Presnye podzemnye vody Permskoy oblasti [Fresh groundwater of the Perm region]. Perm Publ. House, Perm, p. 273. (in Russia)