

ПЕРСПЕКТИВНАЯ ОЦЕНКА РЕСУРСОВ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ВИДОВ АЛЮМОСИЛИКАТНОГО ОГНЕУПОРНОГО СЫРЬЯ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО РЕГИОНА РОССИИ

Г.Ф. Склярова,

Институт горного дела Дальневосточного отделения Российской Академии наук, г. Хабаровск, Россия

Аннотация: Наличие огнеупорной промышленности характеризует степень индустриализации страны. Из более двухсот стран мира развитая огнеупорная промышленность имеется в 35 странах. В России добыча и производство природного огнеупорного сырья осуществляется в малых количествах, составляя единицы процентов от общего требуемого количества. Основным сырьем для его производства является дефицитный и дорогостоящий глинозем, импортируемый из Китая и других стран, 2/3 из которого приходится на алюмосиликатные огнеупоры. По результатам региональных и тематических работ на территории Дальневосточного региона России определены масштабы развития высокоглиноземистых формаций различных генетических типов: осадочно-метаморфических (силлиманитовые, дистеновые, андалузитовые), гидротермально-метасоматических (алунитовые, алунит-диккитовые, алунит-диаспоровые), осадочных (каолинитовые), магматических (анортозитовые, лабрадор-анортозитовые, нефелиновые и лейцитовые), по физико-химическим и технологическим свойствам (содержаниям глинозема 20-40% и более, огнеупорностью свыше 1580°C), результатам промышленных исследований, удовлетворяющим требованиям, предъявляемым к огнеупорному сырью альтернативных типов. Представленный достаточно обширный фактический материал по природным видам огнеупорного сырья на территории Дальнего Востока свидетельствует о больших потенциальных возможностях формирования сырьевой базы для производства огнеупоров, перспективы которых для экономики вполне определенные.

Ключевые слова: Дальневосточный регион, алюмосиликатное сырье, прогнозные ресурсы, огнеупорное сырье, перспективная оценка.

PROSPECTIVE ASSESSMENT OF RESOURCES OF ALTERNATIVE TYPES OF ALUMINOSILICATE REFRACTORY RAW MATERIALS OF THE FAR EASTERN REGION OF RUSSIA

G.F. Sklyarova,

Institute of Mining Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, Khabarovsk, Russia

Abstract: The presence of a refractory industry characterizes the degree of industrialization. countries. Of the more than two hundred countries in the world, there is a developed refractory industry in about 35 countries. In Russia, the extraction and production of natural refractory raw materials is carried out in small quantities, amounting to units of percent of the total required quantity. The main raw material for its production is scarce and expensive alumina imported from China and other countries, 2/3 of which fall on aluminosilicate refractories. According to the results of regional and thematic works on the territory of the Far Eastern Region of Russia, the scales of development of high-alumina formations of various genetic types have been determined: sedimentary-metamorphic (sillimanite, distene, andalusian), hydrothermal-metasomatic (alunite, alunite-dickite, alunite-diasporic), sedimentary (kaolinite), magmatic (anorthosite, labrador-anorthosite, nepheline and leucite), according to physico-chemical and technological properties (alumina content of 20-40% or more, fire resistance over 1580°C), the results of industrial research satisfying the requirements for refractory raw materials of alternative types. The presented rather extensive factual material on natural types of fire-resistant raw materials in the Far East testifies to the great potential for the formation of a raw material base for the production of refractories, the prospects of which are quite definite for the economy.

Keywords: Far Eastern region, aluminosilicate raw materials, forecast resources, fire-resistant raw materials, prospective assessment.

Алюмосиликатные огнеупорные изделия (кирпичи) стали производить в России в середине XVII в. (около 1630 г.) после появления первых доменных печей в Туле и Кашире, а в 1701 г. — на Урале. Интенсивное разви-

тие производства алюмосиликатных материалов началось со второй половины XIX в связи с развитием в стране мартеновского и конвертерного способов выплавки стали, производства коксохимического и цветных металлов, машино-

строительной, химической, энергетической промышленности и промышленности строительных материалов. В 1856-1857 гг. был построен первый шамотный завод в г. Боровичи Новгородской губернии шведским промышленником, инженером и ученым Э. Нобелем (1859-1932 гг.) для производства кирпичей из находящейся там огнеупорной глины.

Большую часть огнеупоров (около 60 %) потребляют чёрная и цветная металлургия. Мировая тенденция в производстве огнеупоров направлена на создание и применение высокостойких изделий на основе новых видов сырьевых материалов с высокими технологическими свойствами. В конце XX в. на смену шамотным огнеупорам приходят высокоглинозёмистые огнеупоры, занимающие ведущее место в секторе алюмосиликатных огнеупоров за счёт повышения износостойчивости огнеупоров путём введения в состав шихты углерода. Углеродизация огнеупоров — это основное направление развития алюмосиликатных огнеупоров.

Российские огнеупорные предприятия используют около 150 наименований сырьевых материалов. Основные виды сырья завозятся из-за границы, что существенно увеличивает издержки производства. Привозное природное сырьё, например, андалузит из Франции, занимает в себестоимости около 50%. На российском рынке огнеупорного сырья доминирует Китай, обладающий 60 % мировых запасов высококачественного огнеупорного сырья.

В то же время, Россия располагает крупнейшими природными ресурсами разнообразного алюмосиликатного высокоглинозёмистого сырья, однако до настоящего времени они используются для нужд огнеупорной промышленности в очень небольших количествах (порядка 2,5% от общепотребляемого). В то же время по запасам и прогнозным ресурсам высокоглинозёмных пород Россия занимает одно из первых мест в мире. К настоящему времени разведаны крупные запасы кианита (около 600000 тыс.т), территориально распределённые преимущественно в Северо-Западном регионе (Мурманская область 99% — 23 месторождения; учтены ГКЗ 113884 тыс. т кианита ($A+B+C_1$), C_2 — 183468 тыс. т в меньших количествах в Карелии), силлиманита — в Восточно-Сибирском регионе. Подготовленность их к промышленному освоению затрудняется тем, что основной объём запасов находится в сложных географо-экономических условиях и их эксплуатация в настоящее время нерентабельна. Кроме разведанных месторождений, известны проявления недостаточно изученных и практически не оценённых высокоглинозёмистых пород и в других регионах РФ: на Урале, в Красноярском крае, в Восточном Саяне, в Дальневосточном регионе.

В зарубежных странах высокоглинозёмистые виды сырья добываются достаточно интенсивно. Ведущими продуцентами высокоглинозёмных минералов являются: кианита — США, Индия, Австралия, Зимбабве, Бразилия; андалузита — ЮАР, Франция, Испания; силлиманита — Индия, Австралия, ЮАР. Мировой спрос на высокоглинозёмное сырьё возрастает, что, в частности, подтверждается межконтинентальными перевозками сырья на значительные расстояния: например, андалузит из ЮАР (запасы андалузита — силлиманитовых руд свыше 50 млн т) — в США и Западную Европу, из Индии — в Германию и Японию и т.д.). Но заменить Китай по поставкам сырья не сможет никто: в этой стране —

60% мировых запасов высококачественного огнеупорного сырья — магнезита, боксита, графита. На всех остальных участниках мирового рынка, а их более 160, приходится не более 40%, удельные запасы по каждой стране весьма малы. Сегодня почти вся японская промышленность, а также многие страны Западной Европы (более 20 стран) работают на китайском сырье.

Мировой рынок огнеупоров оценивался в 2020 г. в 23,2 млрд долл. США, по прогнозам в 2025 г. достигнет 27,4 млрд долл. [1-3]. На Азиатско-Тихоокеанский регион в 2020 г. приходится самая большая доля рынка огнеупоров — 68%. В динамике развития огнеупорного рынка есть определённые проблемы: монополии Китая на поставку огнеупорного сырья, чрезвычайная зависимость огнеупоров от потребностей черной металлургии, требование увеличения объёма качественных огнеупоров для выплавки стали, цветных металлов, рост объёма производства стекла, керамики, цемента также стимулируют спрос на огнеупоры.

Дальневосточный регион располагает значительными ресурсами природного огнеупорного сырья, выявленными и оценёнными в процессе выполнения тематических работ, в том числе с участием автора.

Цель исследований

Оценка перспективности ресурсов природных видов альтернативного огнеупорного сырья в сравнительных аспектах по субъектам федерации Дальневосточного региона России.

Методика исследований

Количественно-качественный анализ и масштабы развития природных альтернативных видов огнеупорного сырья в сравнительных аспектах по субъектам федерации Дальневосточного региона России.

Результаты исследований

Результаты исследований свидетельствуют о перспективности и потенциальных возможностях формирования сырьевой базы для производства альтернативных видов огнеупоров на базе высокоглинозёмистого и алюмосиликатного сырья в пределах развития Дальневосточного региона.

В статье по результатам многолетних региональных и тематических исследований на территории Дальневосточного региона России охарактеризованы высокоглинозёмистые формации различных генетических типов (осадочно-метаморфических, гидротермально-метасоматических, осадочных магматических) по физико-химическим и технологическим свойствам удовлетворяющим требованиям, предъявляемым к природному огнеупорному сырью альтернативных типов.

2. Представленный достаточно обширный фактический материал, перспективы которых для экономики вполне определённые.

3. Результаты исследований могут быть полезными для специалистов огнеупорной отрасли, планирующих геологических организаций с целью оценки перспектив освоения природных огнеупоров.

Краткий обзор по высокоглинозёмистым (алюмосиликатным) альтернативным видам огнеупорного сырья

В генетическом отношении наиболее развитые природные виды высокоглинозёмного алюмосиликатного сырья Дальневосточного региона подразделяются на:

✦ осадочно-метаморфические (силлиманитовые, дистеновые, андалузитовые);

- ✧ гидротермально-метасоматические (алунитовые, алунит-диккитовые, алунит-диаспоровые);
- ✧ осадочные (каолининовые);
- ✧ магматические (анортозитовые);
- ✧ лабрадор-анортозитовые;
- ✧ нефелиновые и лейцитовые.

Основным сырьем для производства глинозема и огнеупоров являются бокситы, ресурсы которых в Дальневосточном регионе весьма ограничены.

Осадочно-метаморфическая алюмосиликатная группа

Высокоглиноземистые природные силикаты глинозёма, имеющие общую молекулярную формулу $Al_2O_3 \times SiO_2$, — это кианит (дистен), андалузит и силлиманит, различающиеся по строению кристаллической решётки, образуют группу минералов силлиманита. При нагревании они переходят в муллит-кристобалит $3(Al_2O_3 \times SiO_2) \rightarrow 3Al_2O_3 \times SiO_2 + SiO_2$. В соответствии с эмпирической формулой содержание исходных оксидов в чистых андалузите, кианите и силлиманите составляет: 63,1% Al_2O_3 ; 36,9% SiO_2 . Для его электро-термической переработки Всесоюзным алюминиево-магнелийским институтом (ВАМИ) установлен состав концентратов, содержащих Al_2O_3 не менее 57%, SiO_2 не более 37,5%, Fe_2O_3 — 1,5%, TiO_2 — 0,5 %, Na_2O+K_2O — 0,7%, $CaO+MgO$ — 0,6% [4-5]. На основании многочисленных исследований установлено, что кианит переходит в муллит при наиболее низкой температуре (1300-1350°C) с наибольшим увеличением объёма (16-18%) и в наиболее короткий срок. В тех же условиях силлиманит является наиболее устойчивым минералом, диссоциирует не ранее 1530-1550°C с увеличением в объёме на 7,0-8,0 %, требуя при этом и более продолжительного обжига. Андалузит по температуре (1390-1410°C) и скорости диссоциации занимает промежуточное положение, причём реакция перехода в муллит связана с небольшим увеличением объёма (3,0-5,4%). В андалузите и кианите муллитизация начинается с периферических частей зерен и в зависимости от времени нагревания и температуры постепенно распространяется в глубь их, у силлиманита же диссоциация происходит одновременно во всем зерне, чему особенно способствует продолжительная выдержка при высокой температуре.

Таблица 1 / Table 1

Свойства минералов группы силлиманита / Properties of Sillimanite group minerals.

Минерал / Mineral	Твердость по шкале Мооса / Mohs hardness	Плотность, г/см ³ / Density, g/cm ³		Приращение объёма при обжиге, % / Volume increment during firing, %	Температура (°C) начала образования муллита / Temperature (°C) the beginning of the formation of mullite
		До обжига / Before firing	После обжига / After firing		
Кианит	4,5-7	3,50-3,70	3,02-3,09	16,3-18,0	1300
Андалузит	7-7,5	3,10-3,20	3,02-3,20	3,0-5,4	1400
Силлиманит	6-7	3,23-3,25	2,92-3,02	7,0-8,0	1550

В связи с указанными физико-химическими превращениями минералов дистеновой группы при нагревании, сопровождающимися изменениями объёмов, особенно у кианита, использование их в производстве огнеупоров требует

предварительного обжига. Такому обжигу, как правило, подвергается кианит. Что касается андалузита и силлиманита, то их употребляют в сыром виде с соответствующими пластическими связками, которые способны при обжиге своей усадкой компенсировать их увеличение в объёме [6-7].

Гидротермально-метасоматическая группа алюмосиликатного сырья

Алунитовое сырьё. Дальневосточный регион в России является районом уникального развития алунитового оруденения. Наиболее широко алунитовосность развита в Хабаровском крае в пределах вулканических зон Нижне-Амурской части Сихотэ-Алинского вулканического пояса, в Охотском районе в пределах Ульяновской металлогенической зоны, а также в Камчатском крае в пределах Центрально-Камчатского вулканогенного пояса, в Амурской области, приуроченное к Талдано-Худагачинской центрально-кольцевой структуре, и в других районах [8-9].

Алуниты — гидротермально-метасоматические образования, содержащие в своём составе минерал алунит — $K_3NaAl_3[(SO_4)_2(OH)_6]$, теоретический состав которого (в %): Al_2O_3 — 36,93; SO_3 — 38,66; K_2O — 11,37; H_2O — 13,04. Наличие в химическом составе алунита в значительных количествах окисей алюминия, калия и серы определяют этот вид сырья как комплексный с возможностью получения глинозёма (алюминия), серной кислоты, сернокислого алюминия (коагулянта), сульфата калия (бесхлорное калийное удобрение) и других порядка 40 промпродуктов практического назначения, определяющих возможность организации безотходного производства глинозёма (алюминия).

Генетически алунитовые проявления связаны с вулканогенно-метасоматическими образованиями (вторичными кварцитами) мелового, неогенового и современного возрастов. Внутри вулканических зон распространение алунитопоявлений контролируется расположением палеовулканических аппаратов, субвулканических и экструзивных тел, систем перекрещивающихся разрывных нарушений, наличием пористых пород, превращающихся под влиянием циркуляции гидротермальных вод во вторичные кварциты.

По условиям образования месторождения алунитовых руд формируются в областях молодого вулканизма в результате воздействия гидротермальных серосодержащих газов и растворов на алюмосиликатные вмещающие преимущественно вулканогенные породы с образованием алунитовых, алунит-каолинит-диаспор-серицитовых, каолинит-диаспор-серицитовых, диаспор-каолинит-серицитовых кварцитов и карбонат-хлорит-монтмориллонит-гидрослюдистых пропилитов. Основные геолого-промышленные типы месторождений: серно-алунитовые (Малетойвямское, Новое и др.), алунит-диаспор-серицитовые (Гряда Каменистая, Искинское, Шелеховское, Половинное и другие в Нижнем Приамурье), алунит-диаспор-диккитовые (м. Наледное).

Запасы разведанных месторождений алунитовых руд относятся к разряду крупных (более 60 млн т) и по категориям C_1+C_2 по 4-м месторождениям Нижне-Амурского рудного района (при средних содержаниях алунита 26-29%) составляют 637,5 млн т (в т.ч. м. Искинское — 336,6), по Средне-Амурскому — 560 млн т (м. Шелеховское, алунита от 15 до 46%); прогнозные ресурсы по категориям P_1 самые крупные выявлены в Охотском районе (м. Наледное, алунита 29-36%) — более 5 млрд т (табл. 3).

Таблица 2 / Table 2

Прогнозные ресурсы андалузит-дистен-кианит-силлиманитовой группы высокоглиноземистого сырья Дальневосточного региона /
Forecast resources of the andalusite-disten-kyanite-sillimanite group of high-alumina raw materials of the Far Eastern regions.

№ на рис.2/ No. in fig. 2	Наименование Привязка / Namebinding	Характеристика / Haracteristic	Высокоглиноземистые минералы/ High-alumina minerals	Содержание, %/ Content, %	Авторские прогнозные ресурсы, млн.т / Author's forecast resources, million ton
2	Улаханское - руч.Нюрингра	Силлиманит - гранат - кордиеритовые гнейсы. Протяженность 1,5 км, мощность 150 мс	Силлиманит	До 50-70	140,6
25	Андалузитовое и Случайное - г.Андалузитовая правобережье р.Хайкта и в 2-х км г.Случайная	Роговики и метаморфизованные алевролиты верхнего мела в кровле гранитоидной интрузии.Плщадь суммарная 1350×850 м, глубина 40 м	Андалузит	5-50, в среднем 15	57,75
28	Тындинская группа - к юго-востоку от пос. Тындинский, кл.Быстрый	6 рудопоявлений в слоях кварц - дистен - биотитовых сланцев. Суммарные протяженность 900 мощность 30 м	Дистен	До 30	12
31	Чимчанское - р.Гилуй, близ устья Большой Чимчан	Дистен-биотитовые гнейсы (до 8 м), гранат-дистен-ставролитовые и кварц-дистеновые сланцы (нижний протерозой)	Дистен	15-30	0,432
34	Веселовское 50 км от пос. Дамбуки, сопка Веселая	Дистен-гранат-биотитовые гнейсы (нижний протерозой) в линзах 4000×1000 м, глубиной до 200 м	Дистен	7,5-27,4, в среднем 21,5	200
37	Альтайское -р.Ток, 162 км выше руч. Дямкути	Вторичные кварциты (1,3×0,91 км) алунит-андалузит-корунд - содержащие, глубиной до 50 м	Андалузит	5-30	74
38	Сугджарское -бассейн р.Сугджар	Гранат-дистен-биотитовые гнейсы (нижний протерозой) протяженность 5 км. Мощность 16 м и другие	Дистен	15-70	60
40	Лучинское -левобережье р.Лучи	Силлиманит-биотит-роговообманковые кристаллические сланцы. Протяженность 3-х пластов 2 км. мощность по 7 м, глубиной до 150 м	Силлиманит	До 90	15
40	Некригское -среднее течение р.Некрига	Силлиманит-гранат-биотит-роговообманковые кристаллические сланцы (нижний протерозой). Протяженность 1,5 км, глубиной до 150 м	Силлиманит	20-80	8,5
41	Утанахское -верховья руч. Утанаха	Силлиманит в пластах, мощностью 7 м, в пачках (20-100 м)-гранат-биотит-роговообманковых кристаллических сланцев (нижний протерозой). Протяженность 1,5 км, глубиной до 150 м	Силлиманит	20-80	15
43	Джугдырское -хр. Джугдыр	Сланцы, гнейсы нерундинской свиты. Пласт мощностью 3 м, протяженностью 100 м, глубиной до 30 м	Дистен, силлиманит	50-60	0,02
45	Кокурское -верховье р.Кокур	Сланцы, гнейсы нерундинской свиты. Слой мощностью 0,5-3 м, протяженностью 2,5 км, глубиной до 300 м.	Силлиманит, дистен	20-60 5-25	5,62
45	Левококурское - левый приток верховья р.Кокур	Высокоглиноземистые минералы в породах нерундинской свиты, в пачках до 5 м на протяжении 5 км, до глубины 300 м	Силлиманит, дистен	20-60 15-25	18,8
45	Правококурское - правый приток верховья р.Кокур	Высокоглиноземистые минералы в породах нерундинской свиты, в пачках до 5 м на протяжении 5 км, до глубины 300 м	Силлиманит, дистен	80 до 25	9,4
54	Полуночинское - водораздел рек Адамихи и Полуночки	Вторичные серицитовые кварциты. Две зоны 100-400м × 2000 м, при вертикальном размахе до 100 м	Андалузит	3-40	250
60	Биракачанское - правобережье р. Биракачан	Нижнепротерозойские сланцы урильской свиты. Два прослоя мощностью 1,5 м и 2,5 м, протяженностью до 2,5 км до глубины 100 м	Силлиманит, андалузит	45-60 до 60	2,2
71	Октябрьское - прииск Октябрьский	Андалузит-кордиеритовые сланцы ижнего мела в полосе шириной до100 м контактового метаморфизма (ороговикования) нижнего мела с интрузией гранодиоритов. Протяженность зоны 4 км, мощность порядка 50 м	Андалузит	35-70	50
85	Гуджаьское - 50 км к востоку от ст Тырма	Силлиманит-гранатовые кристаллические сланцы (нижний протерозой). Площадь 3 кв.км, глубина - 33 м	Силлиманит	15-30	260
88	Мэнское - руч. Мэн, 10 км от устья	Гнейсы союзненской свиты в полосе 1000х400 м, глубиной до 50 м, содержащие силлиманит и кианит	Силлиманит и кианит	38-50	50
96	Праводукское - 30 км к северо-западу от пос.Малки	Андалузит в экзоконтакте верхнемезозойских плагиигранитов с песчанико-сланцевыми ожожениями малкинской свиты. Протяженность 10-12 км, мощность 300-500 м , глубиной до 100 м	Андалузит	25-30	7500
131	Маячное - г. Маячная	Силлиманит в пластах (1-10 м) в пластах сланцев гуджальской свиты (нижний протерозой) в полосе шириной 400 м, глубиной до 100м.	Силлиманит	5-50	15
132	Моготское - г. Могот	Андалузит, ставролит, гранат в роговиках на контакте аляски-тов с нижнепротерозойскими гнейсами и терригенными породами уганской свиты, в полосе шириной 1,5-2 км (прогноз 50 м), протяженностью 3-4 км глубиной 100 м	Андалузит	До 50	45,5
134	Хмуриинское - в 55 км от пос. Мариинск	Андалузит во вторичных кварцитах, образующих две залежи 3000×300 и 3000×600 м в контакте с гидротермально измененными гранитами до глубины 50 м	Андалузит	35-60	168

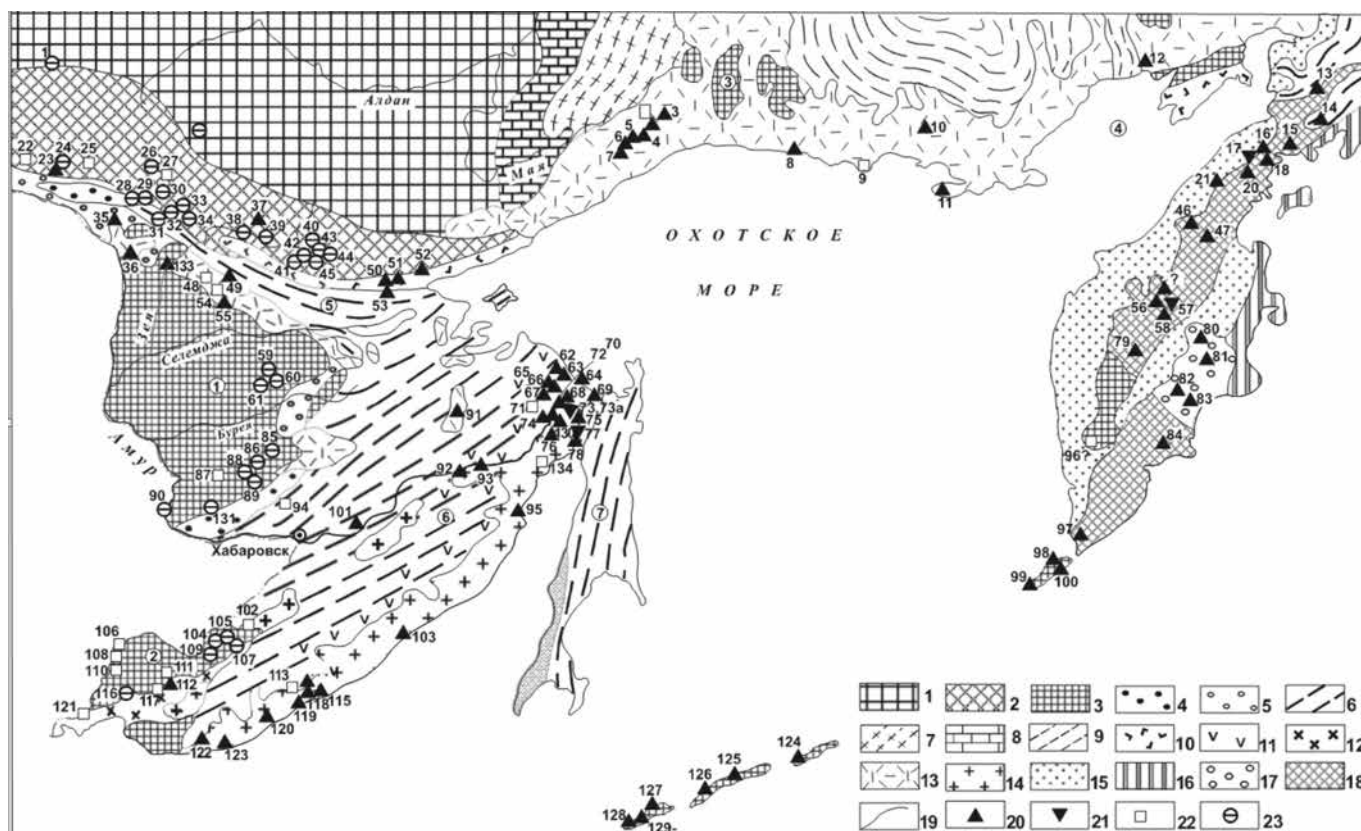


Рис. 1. Схема размещения месторождений и проявлений алунитового, гиббсит-диаспорового, андалузитового и силлиманит-дистенного сырья Дальнего Востока (тектоническая основа по Ю.А. Косыгину и Л.М. Парфенову, 1977) / Fig. 1. Layout of deposits and manifestations of alunite, gibbsite-diasporic, andalusite and sillimanite-distene raw materials of the Far East (tectonic basis according to Yu.A. Kosygin and L.M. Parfenov, 1977).

Обозначения: 1-Сибирская платформа; 2-Становая область; 3-срединные массивы (цифры на схеме: 1-Буреинский, 2-Ханкайский, 3-Охотский, 4-Омолонский) и докембрийские, преимущественно дорифейские блоки в мезозойских складчатых системах; окраинные прогибы срединных массивов: 4-палеозойские, 5-мезозойские, 6-мезозойские эвгеосинклинальные системы типа А (цифры на схеме: 5-Монголо-Охотская, 6-Сихотэ-Алинская, 7-Восточно-Сахалинская); Яно-Колымская мезозойская миогеосинклинальная система: 7-внешняя зона, 8-Сетте-Дабанский выступ рифейско-среднепалеозойских пород, 9-внутренняя зона; 10-Удско-Мургаляский юрский вулканический пояс типа островных дуг; 11-меловой вулканический пояс типа островных дуг; окраинно-континентальные вулканические пояса и внутриконтинентальные вулканические зоны и поля; 12-позднепалеозойского возраста, 13-мелового возраста (Охотско-Чукотский и Умлекано-Огоджинский пояса); 14-поздненон-палеогенового возраста (Сихотэ-Алинский пояс); мезокайнозойские геосинклинальные системы: 15-миогеосинклинальные зоны, 16-эвгеосинклинальные зоны, 17-вулканические пояса четверичного возраста; 18-вулканические пояса неогенового возраста; 19-границы тектонических элементов; алюминиевое сырье: 20-алунитовое, 21-гиббсит-диаспоровое, 22-андалузитовое, 23-силлиманит-дистенное. Рудные объекты и их номера: 1-Имангрынское, 2-Улаханское, 3-Наледное, 3а-Чачикское, 4-Вертикальное, Гырбыканское, 5-Каменистое, 6-Девакшинское, 7-Гаякит, 8-Лисицинская, 9-Южный берег Мотыклейского залива, 10-Арманская группа, 11-п-ов Кони, 12-Эвенское, 13-Белое, 14-Лузвьямское, 15-Вироаямское, 16-Малетойвямское, 17-Кичигинское, 18-Валоваямское, 19-Американ, 20-Гимплазское, 21-Эруваямское, 22-Десское, 23-Кенгуракское, 24-Двойное, 25-Андалузитовое и Случайное, 26-Моготское 1 и Моготское 2, 27-Гилуйское, Рельдьанское, 28-Тындинская группа, 29-Кавлинское, 30-Мурзинское, 31-Чимчанское, Хулдерское, Улигирское, 32-Примовское, 33-Иликанское, 34-Веселовское, Ульдегитское, 35-Буриндинское, 36-Дульнейское, 37-Алтайское, 38-Сугджарское (Первое, Второе, Третье, Четвертое), 39-Чичигурское, 40-Лучинское, Некригское, 41-Утанахское, 42-Нерундинское (Первое, Второе, Третье, Четвертое, Пятое), 43-Джугдырское, 44-Ундыхынское, 45-Кокурское, Ловокоурское, Правкокоурское, Верхнекоурское, 46-Кавьявямское, 47-Кевенейское, 48-Депское 2, 49-Депское 1, 50-Эльгинское, 51-Промадеевское, 52-Сахарбак-Макит, 53-Нюгали, Самаянское, Нюгали-Самаянское, Таланское, 54-Елныинское, Плуночинское, 55-Певцовское, Адамихинское, Алунитовое, 56-Чатокоджда, Озерновское (алунит), 57-Озерновское (диаспор), 58-Половинное, Серное, Анавгайское, Алнейское, 59-Амчанское, 60-Биракачанское (Первое, Второе, Третье), Малоимкинское (Первое, Второе, Третье), 61-Анканское, 62-Белая Гора, 63-Коль, Коль Средняя, 64-Орловское, Большевласьевское, 65-Искинское (Аскуп), 66-Лагерное, Флотское, 67-ключ Пес, 68-Николаевское, 69-Пуирское, 70-Магинское, 71-Октябрьское, 72-Правотатаринское, 73-Гряда Каменистая, 74-Ваюнское (Чаятинское), 75-Джаоринское, Мынское, 76-Ауринское, 77-Ухтомское, 78-Негирьское, 79-Четловарское, Ильинка, 80-вулкн Зимина, 81-Шульгинское, Падь Ближняя, 82-Узонское, 83-Кихпининское, 84-Желтое, 85-Гуджалское, 86-Нигидынское, 87-Бирское, 88-Мэнское, Люкуйское, 89-Тырманское, Беренджинское, 90-Каменушинское, 91-Горьковское, 92-Шелеховское, Правобережное, Быстринское, 93-Саласинское, Утонжинское, Каргинское, 94-Поликинское, 95-Голодное, 96-Праводукукское, 97-Четвертая речка, 98-Эбеко, Влодавецкое, 99-Кальдера Карпинского, 100-Заозерное, 101-Малмыкское, 102-Маревское, 103-Самаргинское, 104-Матвеевское, 105-Ильмовское, 106-Комиссаровское 2, 107-Лазаревское, 108-Фадеевское, 109-Иннокентьевское, 110-Чернятинское, 111-Евсеевское, 112-Алунитовое, 113-Березовское, 114-Бичанское, 115-Тернейское, 116-Уссурийское, 117-Осиновское, 118-Березовское, 119-Первенцевское, 120-Безымянное, 121-Пойменское, 122-Майское, 123-Блесковское, Холодное, 124-вулкан Криштафовича, 125-Богдана Хмельницкого, 126-Красивое, 127-Шулгинское, Ильинское, 128-Алехинское, Головина, 129-Менделеева, 130-Круглый Камень, 131-Маячное, 132-Моготское, 133-Молчанское, 134-Хмуриинское, 135-Кунхилок-Алнейская группа, 136 - Наледное месторождение.

Диаспориты — более качественное и рентабельное сырье по сравнению с алунитовым, а по запасам диаспоритовая залежь месторождения Гряда Каменистая равноценна запасам глинозёма в таком крупном месторождении алунитов как Искинское. Общие ресурсы диаспорового сырья гидротермально-метасоматического типа на Дальнем Востоке предварительно оценены в 430 млн т руды с разными содержаниями диаспора — от нескольких до 80-90%. В ИМРе выполнены 2 технологические пробы под руководством Андреева П.И. Химсостав пробы (%): SiO_2 — 75,1; TiO_2 — 0,41; Al_2O_3 — 14,7; Fe_2O_3 — 3,2; CaO — 0,1; сумма щелочей — 0,11. SO_3 — 0,17, п.п.п. — 5. Диаспор в породе крупный — более 0,6 мм. По гравитационно-магнитным, или флотационным схемам обогащения и разделением в тяжелых ($2,9 \text{ г/см}^3$) средах был получен концентрат с содержанием Al_2O_3 35-45 %, при извлечении 50-83%. Извлекаемость глинозёма щелочным автоклавным способом при температуре 260°C составляет 96%.

К настоящему времени накоплен значительный объём производственных (месторождение Загликское в Азербайджане, Беганьское на Украине, в Японии и др.), геолог-экономических и технологических исследований по обогатимости и практическому использованию алунитового сырья для безотходного производства. Важнейшими из них являются глинозём, сернокислый алюминий и сернокислый калий, последние (в отличие от энергоёмкого, дорогостоящего и технически сложного производства глинозёма), полученные по упрощённым технологиям, могут быть использованы в качестве коагулянтов для очистки питьевых и сточных вод, калийных бесхлорных удобрений, весьма дефицитных для народного хозяйства; также возможно извлечение попутных цветных и благородных металлов.

Прогнозными геолог-экономическими предпосылками потенциальной возможности создания на Дальнем Востоке алунитового производства являются: географо-экономическое размещение и масштабы развития алунитового оруде-

Таблица 3 / Table 3

Ресурсы алунитовых руд перспективных объектов Дальнего Востока / Resources of alunite ores of promising objects of the Far East.

Наименование и краткая характеристика/ Name and brief description	Содержания Al_2O_3 / Contents of Al_2O_3	Запасы (С) Прогнозные ресурсы (Р), млн.т/ Reserves (C) Are Forecasted. resources (P), million tons
Хабаровский край /Khabarovsk Krai		
Искинское (верх.р. Б.Иски). Ряд сочлененных конусообразных залежей площадью $2 \times 1,1 \text{ км}$ во вторичных кварцитах по вулканитам датского возраста нижнего палеогена. Оценивалось канавами и скважинами	26,1 до 43	C-336,6
М. Гряда Каменистая. Алуниты, жильный диаспор (до 90%) в кварцитах по вулканитам верхнего мела. Оценивалось канавами и скважинами	20,9-26,7	C-129, P -173.6 диаспора - C-28,2
М. Ваюнское (Чаятыньское). Средневзвешенное содержание алунита 25,7 %. На месторождении выделено четыре участка: длина - от 170 до 570 м (ср.-327 м), мощность от 35 до 78 м (ср.-54 м), глубина подсчета 70-142 м (ср.-80 м), среднее содержание алунита от 15,4 до 27,4%	15,4-27,4	C-114,8
М. Круглый Камень. Площадь алунитовых кварцитов $3,2 \text{ км}^2$. Содержание алунита от 10 до 48%. Видимый размах алунитизации 200 м. Выделен блок длиной 1900 м, средней шириной 300 м, среднее содержание алунита 29,02%	29-42,75	P-209
М. Шелеховское. Вторичные кварциты в виде полосы шириной 2 км и протяженностью до 8,5 км. Участок Правобережный при ср. содержании алунита в 37,5 %. Собственно Шелеховский участок (Левобережный и Гурский) при сод. алунита 28-34 %: по 12 блокам ресурсы 492 млн.т	28-37,5	C-113, P-492
Охотский район / Okhotsk district		
М.Наледное (верх.руч.Вертикального и Ночного - прав.притоки р.Гырбыкан). Два массива алунитовых кварцитов, площадью 6.5 и 0.5 км^2 , средн мощностью 385 м и 133 м, коэф. рудоносности 85.29 и 99.57. Средние содержания алунита 29.4-36%	29-36	C-5000
П.Кольское (1100-450 м) во вторичных кварцитах по вулканитам верхнего мела. Поисковые работы 1:10000	31,9-45	P-83
П.Вертикальное Алунитовые кварциты на площади $1,5 \text{ км}^2$ поисковые работы	30-50	P-150
П.Нюгалинское- Алунит и диаспор 6 залежей на площади 8 км^2 в кварцитах по вулканитам верхней юры-нижнего мела	45	P-8
Амурская область /Amur region		
М. Мамыньское. На участке Алунитовом выделено 5 тел размерами 1000 и 200-400 $\times$ 2500 м, суммарной площадью 1 км^2 . Содержание алунита 10-41 % (ср.-25,5%). Глубина алунитизации до 100 м.	10-41	P-267
М. Буриндинское. Выделены 3 рудных тела площадью $1,38 \text{ км}^2$, мощностью 150-200 м с содержанием алунита 31-34%	31-34	C-190-240
Дульнейское. Поисковые работы 1:10000 Площадь 1700×1000	20,72-34,44	P-142
Камчатский край /Kamchatka Krai		
М. Малетойаямское. Серно-алунитовые кварциты. Центральный участок: мощность алунитовых пород 70 м с содержанием алунита 10-80 % (ср. - 35%)	30,0	C-13,5
М. Половинное. Площадь 70 тыс.м ² , мощность 2,3-49,2 м. Содержания алунита 15-50 % (ср. -20 %)	50	-
Шульгинское и Ильинское серно-алунитовые проявления с вертикальным размахом алунитизации более 100 м, средним содержанием алунита 30 %. На Шульгинском проявлении по двум залежам общей площадью $0,47 \text{ км}^2$, протяженностью 1000 м, шириной 200-400 м. На Ильинском проявлении три залежам суммарной площадью $2,25 \text{ км}^2$, размерами $0,5 \times 0,2 \text{ км}$; $0,4 \times 1,0 \text{ км}$; $1,35 \times 1,35 \text{ км}$	-	C-118 C-562

нения, геолого-тектонические и генетические условия образования, морфология и вещественный состав рудных тел, комплексный характер алунитового сырья на безотходное производство, химико-технологические исследования руд и их основные результаты, краткие выводы и рекомендации к оценке алунитового оруденения на территории Дальнего Востока по аналогии с технологиями промышленного использования и результатами опытных испытаний алунитовых руд месторождений Дальнего Востока. Для геолого-экономической оценки, проведения детальной разведки рекомендуются месторождения в Средне-Амурском районе (Шелеховское, Саласинское) и Нижне-Амурские (Круглый Камень, Искинское, Гряда Каменистая), месторождения Наледнинского рудного района (в 10-15 км от районного центра г. Охотска).

Все эти данные свидетельствуют о высокой перспективности территории Дальневосточного региона на выявление промышленных месторождений алунитовых руд и создание алунитовой минерально-сырьевой базы глиноземной, химической и других отраслей промышленности.

Магматическая группа алюмосиликатного сырья

Анортозитовое, нефелиновое и лейцитовое сырьё представляют алюмосиликатные горные породы магматического происхождения. Как глинозёмистое сырьё практический интерес представляют наиболее основные разности состава плагиоклазов — лабрадоры и битовниты, характеризующиеся высоким содержанием глинозёма (до 30% и более) и СаО. Лабрадориты удовлетворяют почти всем требованиям, предъявляемым к нефелиновому сырью (Al_2O_3 более 21%, SiO_2 менее 57%, $Fe_2O_3 + FeO$ менее 5%). Ресурсы анортозитового сырья Дальнего Востока для строительства крупного предприятия по производству глинозёма более чем достаточны (порядка 800 млрд т до глубины 30 м).

Нефелиновые ($Na_3K AlSi_3O_8$) и лейцитовые породы на ДВ имеют ограниченное распространение. На небольших площадях они отмечаются на восточных окраинах Сибирской платформы (Ингилийский), в пределах Колымо-Омолонского массива (Анмандыканский), Охотско-Чукотского вулканогенного пояса (Дежневская интрузия), а также в Приморье среди магматических образований (Кокшаровский массив) [10].

В настоящее время в промышленности перерабатываются нефелиновые руды и их концентраты с содержаниями глинозёма 37-29% и R_2O_3 13-18%. Нефелиновые руды (уртиты) Кия-Шалтырского месторождения в Сибири являются сырьём для производства глинозёма на Ачинском глинозёмном комбинате. Около 20% глинозёма в СССР извлекались из нефелиновых руд. Однако дальневосточные массивы нефелинового и лейцитового сырья находятся в отдалённых экономически неосвоенных северо-восточных районах. Только Кокшаровский и Погский массивы в Приморском крае с незначительными содержаниями нефелина могут представлять интерес с целью получения нефелиновых концентратов. Нефелиновое сырьё — прогнозные запасы оценены в 1161 млн т.

В связи с новизной рассмотрения перспектив пород анортозитовой формации в качестве огнеупорного сырья приводится итоговая краткая справка.

Анортозитовые, нефелиновые, и лейцитовое сырьё, состоящие из основных плагиоглазов с содержанием глинозёма до 30% и более представляют алюмосиликатные горные породы магматического происхождения, большей частью образующие крупные 6 массивов автономного типа суммарной площадью 12 тыс км². Некоторые массивы лабрадоритов расположены в сравнительно благоприятных экономико-географических условиях — близ морского побережья (Лан-

Таблица 4 / Table 4

Количественная оценка прогнозных запасов анортозитов (лабрадоритов), нефелин- и лейцитосодержащих пород / Quantitative assessment of forecast reserves of anorthosites (labradorites), nepheline- and leucite-containing rocks [10].

Проявления. Наименование / Manifestations name	Характеристика / Characteristic	Авторские запасы (на глубине 30 м), млн.т / Author's reserves (on the main 30 m), million tons
Куранахская часть Каларского массива (20-45 км от БАМ)	Лабрадориты в пределах площади 200 км ² (на глубину 30 м)	16000
Имангакитская часть Каларского массива (30 км от БАМ)	Лабрадориты в пределах площади 230 км ² (на глубину 30 м)	1800
Лантарский массив	Площадь массива 3500 км ² . Площадь развития лабрадоритов 1700 км ² (на глубину 30 м)	13700
Геранский массив	Площадь массива 3600 км ² . Площадь развития лабрадоритов 700 км ² (на глубину 30 м)	57000
Верхне-Ундытканский массив	Площадь массива 70 км ² . Площадь развития лабрадоритов 35 км ² (на глубину 30 м)	3000
Сехтагский массив	Площадь анортозитов 950 км ² . Площадь развития лабрадоритов 150 км ² (на глубину 30 м)	12000
Чогарский массив	Площадь массива 760 км ² . Площадь развития лабрадоритов 60 км ² (на глубину 30 м)	5000
Кавактинский массив	Площадь массива 18 км ² . Площадь развития лабрадоритов 60 км ² (на глубину 30 м)	500
Мугиктинское	Площадь анортозитов 20 км ² . Площадь развития лабрадоритов 10 км ² (на глубину 30 м)	810
Аюмканское	Площадь анортозитов 64 км ² . Площадь развития лабрадоритов 15 км ² (на глубину 30 м)	1210
Ингилийский массив	Нефелиносодержащие породы площадью 12 км ² . В их составе ийолит-уртиты 3 км ² . Глубина подсчета 100 м.	810
Горноозерский массив	Нефелиновые сиениты 0,8 км ² . Глубина подсчета 100 м.	216
Батомский массив	Нефелиновые сиениты 0,5 км ² . Глубина подсчета 100 м	135
Энмеленское	Площадь 1 км ² . Глубина залежи 60 м.	Не определялись
Нуневуемское	Площадь 1 км ² . Глубина залежи 60 м	Не определялись

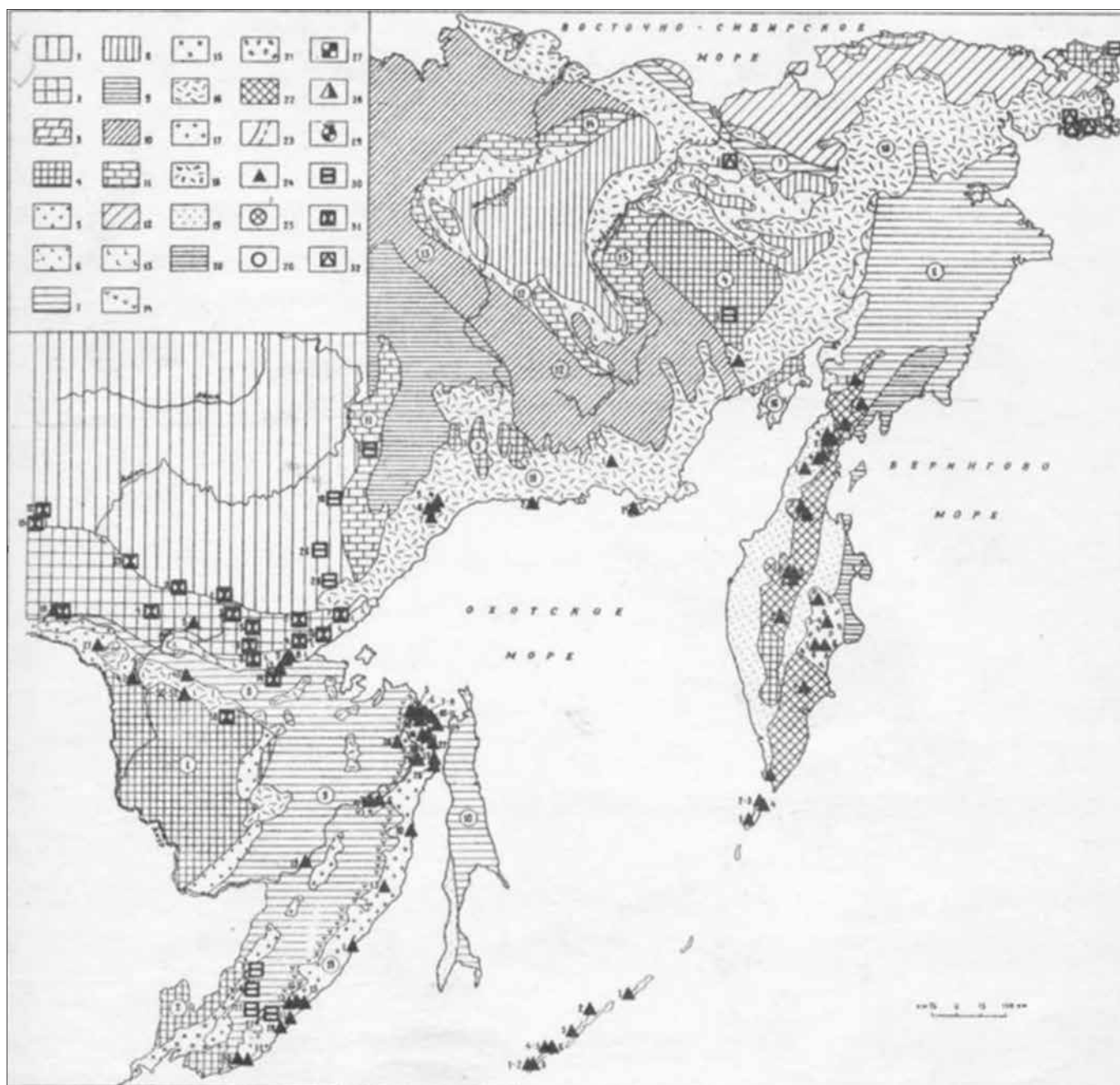


Рис. 2. Схема размещения алунитового, нефелинового, анортозитового и лейцитового сырья Дальнего Востока / Fig. 2. Layout of alunite, nepheline, anorthosite and leucite raw materials of the Far East.

Обозначения: 1 - Сибирская платформа; 2 - Становая область; 3 - область средпалеозойской складчатости; 4 - срединные массивы (цифры на схеме: 1 - Буреинский, 2 - Ханкайский, 3 - Охотский, 4 - Оломонский) и докембрийские, преимущественно дорифейские блоки в палеозойских и мезозойских складчатых системах; окраинные прогибы срединных массивов: 5 - палеозойские, 6 - мезозойские; 7 - мезозойские эвгеосинклинальные системы типа А (цифры на схеме: 6 - Корякская, 7 - Южно-Ануйская, 8 - Монголо-Охотская, 9 - Сихотэ-Алинская, 10 - Восточно-Сахалинская); 8 - мезозойская Алазейско-Олойская эвгеосинклинальная система типа Б; Яно-Колымская мезозойская миогеосинклинальная система: 9 - внешняя зона, 10 - внутренняя зона, 11 - выступы рифейских ниже-среднепалеозойских пород (цифры на схеме: 11 - Сеттедабанский, 12 - Омулевский, 13 - Тасхаятакский, 14 - Улаханско-Полуостровский, 15 - Приколумский); 12 - Чукотская мезозойская миогеосинклинальная система; мезозойские вулканические пояса типа островных дуг; 13 - триасово-юрского и юрского возраста (цифры на схеме: 16 - Удско-Мурганский, 17 - Уядинско-Ясачинский), 14 - позднемелового возраста; окраинно-континентальные вулканические пояса и внутриконтинентальные вулканические зоны и поля: 15 - позднепалеозойского возраста, 16 - мелового возраста (18 - Охотско-Чукотский пояс), 17 - поздненеоген-палеогенового возраста (19 - Восточно-Сихотэ-Алинский пояс); 18 - вулканические пояса типа островных дуг и окраинно-континентальные, неразделенные позднеюрско-мелового возраста; мезозойские геосинклинальные системы: 19 - миогеосинклинальные зоны, внутридуговые прогибы на склонах глубоководных желобов, 20 - эвгеосинклинальные зоны, 21 - вулканические пояса четвертичного возраста, 22 - вулканические пояса неогенового возраста, 23 - границы тектонических элементов (а - достоверные, б - предполагаемые); алюминиевое сырье: 24 - алунитовое, 25 - аллитовое и бокситовое, 25 - алюможелезное, 27 - каолиновое, 28 - корундовое, 29 - силлиманитовое, дистеновое, андалузитовое, 30 - нефелиновое, 31 - анортозитовое, 32 - лейцитовое.

тарский массив) или железных дорог (Кавактинский в 30 км от БАМ, Колокитканский в 35 км от ДВЖД, Селемджинский в 60 км от БАМ).

Закключение

В настоящее время выявленные ресурсы алюмосиликатного природного сырья Дальневосточного региона по степени перспективности в качестве альтернативных видов огнеупорного сырья предполагается разделяются на три группы [17-18].

К первой относятся алунитовое и анортозитовое сырье. В случае постановки геологоразведочных работ могут быть разведаны и подсчитаны запасы алунитов и анортозитов в заранее заданных и гарантированных количествах для обеспечения промышленного производства глинозёма. Важнейшими объектом являются золото-алунитовое Шелеховское месторождение, анортозиты Лантарского массива.

Ко второй группе отнесены алюмо-кремнезёмистые (силлиманитовые, андалузитовые, дистеновые, каолиновые, нефелиновые, лейцитовые) виды сырья.

Третья группа включает новые виды сырья – диаспориты гидротермально-метасоматического типа и алюможелезные руды.

Имеющийся достаточно обширный перечень конкретных месторождений и проявлений огнеупорного сырья

на территории Дальнего Востока свидетельствует о больших потенциальных возможностях формирования сырьевой базы для производства огнеупоров [19].

Выводы

1. В статье по результатам многолетних региональных и тематических исследований на территории Дальневосточного региона России охарактеризованы высокоглинозёмистые формации различных генетических типов (осадочно-метаморфических, гидротермально-метасоматических, осадочных магматических) по физико-химическим и технологическим свойствам удовлетворяющим требованиям, предъявляемым к природному огнеупорному сырью альтернативных типов.

2. Представленный достаточно обширный фактический материал свидетельствует о больших потенциальных возможностях формирования сырьевой базы для производства огнеупоров, перспективы которых для экономики вполне определенные [20-21].

3. Результаты исследований могут быть полезными для специалистов огнеупорной отрасли, планирующих геологических организаций с целью оценки перспектив освоения природных огнеупоров. ■

ЛИТЕРАТУРА

- Склярова Г.Ф. Альтернативные виды нетрадиционного огнеупорного сырья на территории Дальнего Востока РФ // Новые огнеупоры. - 2014.-№1.- С.6-13.
- Российская геологическая энциклопедия: в 3 т. М; СПб: Изд-во ВСЕГЕИ, 2011 г.
- Шевелев В.Г., Тохтасьев В.С. Нетрадиционные виды минерального сырья для производства огнеупоров // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. - 2006. - № 5. - С. 12-16.
- Антропова И.Г., Алексеева Е.Н., Доржиева О.У., Гуляшинов П.А., Палеев П.Л. Общая характеристика глиноземного сырья Республики Бурятия и перспективы их освоения // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. - 2018. - № 11. - С. 357-362.
- Кононов Л.П., Петров Н.П. Небокситовое глиноземистое сырье Средней Азии // Новые небокситовые виды глиноземистого сырья: [Сб. ст.] / АН СССР, Отд-ние геологии, геофизики и геохимии, Науч. совет по рудообразованию и др. - М.: Наука, 1982. - 262 с.
- Бармин А.В., Баяндина М.А. История развития производства алюмосиликатных огнеупоров в России // История науки и техники в современной системе знаний: Шестая ежегодная конференция каф. Истории науки и техники, Екатеринбург, 08 февраля 2016 года. - Екатеринбург: ООО «Издательство УМЦ УПИ», 2016. - С. 8-15.
- Склярова Г.Ф. Минеральные ресурсы огнеупорного алюмосиликатного сырья на территории Дальнего Востока РФ // Маркшейдерия и недропользование. - 2010. - № 3(47). - С. 15-18.
- Аграновский А. А. Алуниты - комплексное сырье алюминиевой промышленности / А. А. Аграновский, Л. А. Ключанов, Г. З. Насыров. - Москва: Металлургия, 1989. - 145 с.
- Кашкай М.-А.С. Алуниты, их генезис и использование / Под ред. акад. А.В. Сидоренко. Т. 1-2. - Москва: Недра, 1970. - 2 т.
- Хантургаева Г.И., Ширеторова В.Г. Перспективы комплексной переработки сырьевых концентратов // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. - 2013. - № 6. - С. 158-166.
- Бергер В.И. О классификации прогнозных запасов // Тез. докл. всесоюз. семинара: Количественная оценка прогнозных запасов и перспективных ресурсов минерального сырья при региональных металлогенических исследованиях. (9 - 11 февр. 1978 г.) - 176 с.
- Архив электронных изданий выпусков государственного баланса запасов полезных ископаемых Российской Федерации. Бокситы. URL: <https://rfgf.ru/bal/> (дата обращения: 01.07.2023).
- Монтин Р.С. Государственный баланс запасов полезных ископаемых Российской Федерации на 1 января 2022 года. Нефелиновые и сырьевые руды. 2022. Выпуск 6. - М.: ФГБУ Росгеолфонд, 2022. - 25 л.
- Климук О.П. Государственный баланс запасов полезных ископаемых Российской Федерации на 1 января 2022 года. Глины огнеупорные. Выпуск 47.- М.: ФГБУ Росгеолфонд, 2022. - 38 л.
- Государственный баланс запасов полезных ископаемых Российской Федерации (на 01 января 2022 г.). Каолин. Выпуск 50.- М.: ФГБУ Росгеолфонд, 2022. - 34 л.
- Инструкция по применению классификации запасов к месторождениям глинистых пород: [Утв. 13/1 1961 г.] / Гос. комис. по запасам полезных ископаемых при Совете Министров СССР. - Москва: Госгеолтехиздат, 1961. - 51 с.
- Аксенов Е.М., Васильев Н.Г., Лыгина Т.З., Садыков Р.К. Роль, значение и основные направления развития МСБ неметаллических полезных ископаемых в современных экономических условиях // Разведка и охрана недр. - 2012. - № 9. - С. 95-98.
- Аксенов Е.М., Ахманов Г.Г., Баталин Ю.В., Васильев Н.Г., Фахрутдинов Р.З., Шевелев А.И. Состояние и направления развития минерально-сырьевой базы неметаллических полезных ископаемых // Разведка и охрана недр. - 2006. - № 7. - С. 16-24.

19. Кононов В.А. Мировые тенденции развития производства огнеупорных материалов в 2021?2025 гг. // Новые огнеупоры. - 2021. - №11. С. 62-69. <https://doi.org/10.17073/1683-4518-2021-11-62-69>.
20. Скляр Г.Ф. Геолого-экономические предпосылки потенциальной возможности создания на Дальнем Востоке алунитового производства // Маркшейдерия и недропользование. - 2015. - № 3(77). - С. 8-14.
21. Скляр Г.Ф. Перспективы комплексного освоения недр и использования полезных ископаемых нерудного сырья дальневосточного региона РФ // Наука и Мир (Science and world: международный научный журнал). - 2021. - № 3 (91). - С. 79-83.

REFERENCES

1. Sklyarova G.F. Alternative types of non-traditional refractory raw materials in the Far East of the Russian Federation // New refractories. - 2014. - No. 1. - pp.6-13.
2. Russian Geological Encyclopedia: in 3 volumes; St. Petersburg: VSEGEI Publishing House, 2011.
3. Shevelev V.G., Tokhtasyev V.S. Unconventional types of mineral raw materials for the production of refractories // Mineral Resources of Russia. Economics and management. - 2006. - No. 5. - pp. 12-16.
4. Antropova I.G., Alekseeva E.N., Dorzhieva O.U., Gulyashinov P.A., Paleev P.L. General characteristics of alumina raw materials of the Republic of Buryatia and prospects for their development // International Journal of Applied and Fundamental Research. - 2018. - No. 11. - pp. 357-362.
5. Kononov L.P., Petrov N.P. Non-toxic alumina raw materials of Central Asia // New non-toxic types of alumina raw materials: [Collection of Articles] / USSR Academy of Sciences, Department of Geology, Geophysics and Geochemistry, Scientific. the Council on Ore Formation, etc. - M.: Nauka, 1982. - 262 p.
6. Barmin A.V., Bayandina M.A. The history of the development of the production of aluminosilicate refractories in Russia // The History of science and technology in the modern system of knowledge: The Sixth Annual Conference of the kaf. History of Science and Technology, Yekaterinburg, February 08, 2016. - Yekaterinburg: LLC «Publishing House of UMC UPI», 2016. - pp. 8-15.
7. Sklyarova G.F. Mineral resources of refractory aluminosilicate raw materials on the territory of the Far East of the Russian Federation // Surveying and subsoil use. - 2010. - № 3(47). - Pp. 15-18.
8. Agranovsky A. A. Alunites - Complex raw materials of the aluminum industry / A. A. Agranovsky, L. A. Klyuchanov, G. Z. Nasyrov. - Moscow: Metallurgy, 1989. - 145 p.
9. Kashkai M.-A.S. Alunites, their genesis and use / Ed. akad. A.V. Sidorenko. Vol. 1-2. - Moscow: Nedra, 1970. - 2 vol.
10. Khanturgaeva G.I., Shiretorova V.G. Prospects of complex processing of synnyrites // Physico-technical problems of mineral development. - 2013. - No. 6. - pp. 158-166.
11. Berger V.I. On classification of forecast reserves // Tez. dokl. all-Union. seminar: Quantitative assessment of forecast reserves and prospective resources of mineral raw materials in regional metallogenic studies. (February 9-11, 1978) - 176 p.
12. Archive of electronic editions of issues of the state balance of mineral reserves of the Russian Federation. Bauxite. URL: <https://rfgf.ru/bal/> (accessed: 01.07.2023).
13. Montin R.S. State balance of mineral reserves of the Russian Federation as of January 1, 2022. Nepheline and synnyrite ores. 2022. Issue 6. - Moscow: FSBI Rosgeolfond, 2022. - 25 p.
14. Klimuk O.P. State balance of mineral reserves of the Russian Federation as of January 1, 2022. Refractory clays. Issue 47.- Moscow: FSBI Rosgeolfond, 2022. - 38 p.
15. State balance of mineral reserves of the Russian Federation (as of January 01, 2022). Kaolin. Issue 50.- Moscow: FSBI Rosgeolfond, 2022. - 34 p.
16. Instructions for the application of the classification of reserves to deposits of clay rocks: [Approved 13/I 1961] / State Commission. on mineral reserves under the Council of Ministers of the USSR. - Moscow: Gosgeoltekhizdat, 1961. - 51 p.
17. Aksenov E.M., Vasiliev N.G., Lygina T.Z., Sadykov R.K. The role, significance and main directions of development of SMEs of non-metallic minerals in modern economic conditions. // Exploration and protection of mineral resources. - 2012. - No. 9. - pp. 95-98.
18. Aksenov E.M., Akhmanov G.G., Batalin Yu.V., Vasiliev N.G., Fakhruddinov R.Z., Shevelev A.I. The state and directions of development of the mineral resource base of non-metallic minerals // Exploration and protection of the subsoil. - 2006. - No. 7. - pp. 16-24.
19. Kononov V.A. Global trends in the development of refractory materials production in 2021-2025. // New refractories. - 2021. - No. 11. pp. 62-69. <https://doi.org/10.17073/1683-4518-2021-11-62-69>
20. Sklyarova G.F. Geological and economic prerequisites for the potential possibility of creating alunite production in the Far East // Surveying and subsoil use. - 2015. - № 3(77). - Pp. 8-14.
21. Sklyarova G.F. Prospects of integrated development of the subsoil and use of minerals of non-metallic raw materials of the Far Eastern region of the Russian Federation // Science and World (Science and world: International scientific journal). - 2021. - № 3 (91). - Pp. 79-83.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Скляр Галина Федоровна:
 ведущий научный сотрудник,
 доцент,
 Институт горного дела Дальневосточного отделения
 Российской академии наук,
 г Хабаровск, Россия,
 e-mail: sklyarova@igd.khv.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Sklyarova Galina Fedorovna:
 leading researcher,
 associate professor,
 Institute of Mining Far Eastern Branch of the Russian Academy
 of Sciences,
 Khabarovsk, Russia,
 e-mail: sklyarova@igd.khv.ru