



ИнфоМайн 

исследовательская группа

Объединение независимых экспертов в области минеральных ресурсов,
металлургии и химической промышленности

Обзор рынка слюды (мусковита) в мире

Демонстрационная версия

*Москва
Февраль, 2012*

Internet: www.infomine.ru

e-mail: info@infomine.ru

СОДЕРЖАНИЕ

Аннотация.....	7
Введение	8
1. Мировые запасы и месторождения мусковита	12
1.1. Геолого-промышленные типы месторождений.....	12
1.2. Краткая характеристика крупнейших месторождений мусковита	14
1.2.1. Мусковитовые месторождения Индии.....	14
1.2.2. Мамско-Чуйские месторождения мусковита в России	18
1.2.3. Месторождение мелкочешуйчатого мусковита Спрус Пайн в США 20	
2. Добыча и производство слюды.....	21
2.1. Краткая характеристика слюдяной промышленности	21
2.2. Динамика и объемы мирового производства слюды.....	26
2.3. Крупнейшие страны-производители молотой и листовой слюды.....	29
2.3.1. США (молотая слюда).....	29
2.3.2. Индия (листовая слюда)	32
2.4. Некоторые мировые компании-производители слюды и слюдопродукции.....	33
Imerys (Франция)	33
Gunpatroy Pvt. Ltd. (Индия).....	33
Premier Mica Company (Индия)	34
Yuanjian Minerals Co., LTD (Китай).....	34
Lingshou County Xinfu Mineral Co., Ltd (Китай).....	35
Hebei Celia Minerals Co., Ltd. (Китай)	36
Shijiazhuang Mining Imp&Exp Trade Co., Ltd (Китай)	36
3. Анализ мировых цен на слюду	38
3.1. Цены на слюду в США	38
3.2. Цены на слюду в некоторых странах мира.....	40
4. Международная торговля слюдой	41
5. Мировое потребление слюды и слюдяной продукции	43
5.1. Отраслевая структура мирового потребления слюды	43
5.2. Объемы и региональная структура мирового потребления слюды	48
5.3. Потребление слюды в Китае, Японии, Южной Корее	49
5.3.1. Китай.....	49
Описание слюдопотребляющих отраслей	49
Промышленные центры Китая	58
5.3.2. Япония.....	63
Описание слюдопотребляющих отраслей	63
Промышленные центры Японии.....	70

5.3.3. Южная Корея	72
Описание слюдопотребляющих отраслей	72
Промышленные центры Южной Кореи	77
6. Перспективы развития мировой слюдяной промышленности	78
Приложение 1. Технические характеристики молотого мусковита	80
Приложение 2. Контактные данные крупнейших мировых компаний по производству электрооборудования	82
Приложение 3. Контактные данные предприятий слюдопотребляющих отраслей Китая, Японии и Южной Кореи	87
Производство строительных материалов	87
Производство ЛКМ, пластмасс и РТИ	89
Электродная промышленность	92

СПИСОК ТАБЛИЦ

- Таблица 1. Химические, физические и технологические свойства минералов слюды-мусковита
- Таблица 2. Мировое производство слюды (дробленной и скрапов) в 2001-2010 гг. (по данным USGS), тыс. т
- Таблица 3. Мировое производство слюды в 2005-2009 гг. (по данным BGS), т
- Таблица 4. Основные показатели рынка слюды США в 2005-2009 гг.
- Таблица 5. Основные показатели внешнеторговых операций США со слюдой в 2008-2009 гг., т, тыс. \$
- Таблица 6. Цены на слюду в некоторых странах мира в 2005-2007 гг. и 2011 г., \$/т
- Таблица 7. Основные направления использования молотой слюды в мире
- Таблица 8. Внешняя торговля слюдой в Китае в 2005-2010 гг., т, тыс. \$
- Таблица 9. Характеристика крупнейших промышленных центров Китая
- Таблица 10. Внешняя торговля слюдой в Японии в 2005-2010 гг., т, тыс. \$
- Таблица 11. Динамика производства гипсокартона (млн м²), пластмассовых и резинотехнических изделий (тыс. т) в Японии в 1995-2009 гг.
- Таблица 12. Внешняя торговля слюдой в Южной Корее в 2005-2010 гг., т, тыс. \$

СПИСОК РИСУНКОВ

- Рисунок 1. Районы распространения слюдоносных пегматитов Индии (по Р.Л.Бейтсу)
- Рисунок 2. Блок-схема слюдообрабатывающего производства
- Рисунок 3. Динамика средних цен на дробленую и молотую слюду в США в 2000-2010 гг., \$/т
- Рисунок 4. Динамика средних цен на листовую слюду в США в 2000-2010 гг., \$/кг
- Рисунок 5. Региональная структура мирового экспорта слюды в 2010 г., %
- Рисунок 6. Региональная структура мирового импорта слюды в 2010 г., %
- Рисунок 7. Отраслевая структура мирового потребления молотого мусковита, %
- Рисунок 8. Региональная структура мирового потребления слюды в 2010 г., %
- Рисунок 9. Динамика экспорта-импорта слюды в Китае в 2005-2010 гг., тыс. т
- Рисунок 10. Динамика ввода жилья в эксплуатацию в Китае в 2004-2011 гг., млн м², % к пред. году
- Рисунок 11. Динамика региональной структуры мирового производства автотранспорта в 2000-2010 гг., %
- Рисунок 12. Динамика производства автотранспорта в Китае в 2000-2011 гг., млн шт
- Рисунок 13. Динамика экспорта-импорта слюды в Японии в 2005-2010 гг., тыс. т
- Рисунок 14. Динамика ввода жилья в эксплуатацию в Японии в 2004-2010 гг., млн м², % к пред. году
- Рисунок 15. Динамика производства автотранспорта в Японии в 2000-2010 гг., млн шт
- Рисунок 16. Динамика экспорта-импорта слюды в Южной Корее в 2005-2010 гг., тыс. т
- Рисунок 17. Динамика производства автотранспорта в Южной Корее в 2000-2010 гг., млн шт
- Рисунок 18. Динамика мирового производства автотранспорта в 2000-2011 гг., млн шт

Аннотация

Настоящий отчет посвящен исследованию текущего состояния мирового рынка слюды-мусковита и прогнозу его развития на период до 2020 г. Отчет состоит из 6 частей, содержит 92 страницы, в том числе 18 рисунков, 12 таблиц и три приложения.

Данная работа является кабинетным исследованием. В качестве источников информации использовались данные базы ООН, Статистических Комитетов различных стран, Геологических служб США (USGS) и Великобритании (BGS), отраслевой и региональной прессы, а также интернет-сайтов предприятий производителей и потребителей мусковита.

В первой главе отчета приводится краткая характеристика мировых запасов и крупнейших месторождений мусковита.

Вторая глава посвящена анализу мировой добычи и производства слюды. Приведены данные о добыче данного вида минерального сырья в разных странах мира в 2001-2010 гг., описан процесс переработки руды, содержащей мусковит, приведена характеристика слюдообрабатывающего производства. Кроме того, описан рынок мусковита некоторых стран-производителей (США, Индия), а также дана краткая характеристика предприятий-производителей мусковита.

В третьей главе приведена динамика цен на слюду в США (в 2000-2010 гг.) и некоторых других странах мира (в 2007-2010 гг.).

В четвертой главе отчета проведен анализ внешнеторговых операций со слюдой. Приведены статистические данные об объемах внешнеторговых операций, региональная структура экспорта и импорта мусковита.

Пятая глава посвящена анализу потребления мусковита в мире и в странах Восточной Азии (Китае, Японии, Южной Корее). В данном разделе оценена отраслевая структура потребления мусковита, описано текущее состояние потребляющих отраслей

В шестой, заключительной, главе отчета приведен прогноз развития мирового рынка мусковита на период до 2020 г. В приложениях приведены технические характеристики молотого мусковита, а также контактные данные некоторых предприятий слюдопотребляющих отраслей в Китае, Японии и Южной Корее.

Введение

Слюды представляют собой группу сложных алюмосиликатов щелочных и щелочно-земельных металлов с общей формулой $R_1R_{2-3}[AlSi_3O_{10}](OH, F)_2$, где $R_1 = K, Na$; $R_2 = Al, Mg, Fe, Li$. По химическому составу выделяют следующие группы слюд:

1. Алюминиевые слюды:

- *мусковит* $KAl_2[AlSi_3O_{10}](OH)_2$,
- *парагонит* $NaAl_2[AlSi_3O_{10}](OH)_2$;

2. Магнезиально-железистые слюды:

- *флогопит* $KMg_3[AlSi_3O_{10}](OH, F)_2$,
- *биотит* $K(Mg, Fe)_3[AlSi_3O_{10}](OH, F)_2$,
- *лепидомелан* $KFe_3[AlSi_3O_{10}](OH, F)_2$;

3. Литиевые слюды:

- *лепидолит* $KLi_{2-x}Al_{1+x}[Al_{2x}Si_{4-2x}O_{10}](OH, F)_2$,
- *циннвальдит* $KLiFeAl[AlSi_3O_{10}](OH, F)_2$,
- *тайниолит* $KLiMg_2[Si_4O_{10}](OH, F)_2$.

Слюды обладают рядом специфических особенностей. Все они кристаллизуются в моноклинной сингонии, обладают совершенной спайностью по пинакoidу [001], что позволяет расщеплять их на тончайшие гибкие эластичные пластинки. Окраска варьируется от бесцветной до зеленовато-коричневой, почти черной, плотность 2,7-3,1 г/см³; твердость 2-3.

Различают 3 вида промышленных слюд:

- листовая слюда;
- мелкая слюда и скрап (отходы от производства листовой слюды);
- вспучивающаяся слюда (например, вермикулит).

Промышленные требования к листовой слюде сводятся к совершенству кристаллов и их размерам; к мелкой слюде – чистота слюдяного материала.

Несмотря на широкое распространение в природе различных слюд, в том числе биотита (магнезиально-железистая слюда), лепидолита, циннвальдита (литиевые слюды) и других, наибольшее промышленное значение имеют **мусковит** (калиево-алюминиевая слюда) и **флогопит** (калиево-магнезиальная слюда).

Как мусковит, так и флогопит являются продуктами эндогенных процессов, характеризующихся высокими температурами, большими давлениями и различными химическими средами. В обстановке высокой активности глинозема происходило образование мусковита, а в условиях высокой активности магния и железа – флогопита и биотита.

Мусковит (калиевая слюда) – слоистый минерал, название которого произошло от musca vitrum (московское стекло). Так в Западной Европе (как минимум с XVI в.) называли листовую мусковит. Сравнение со стеклом связано с использованием в то время этой слюды в качестве прозрачных

вставок – окна, зеркала и т.п. Название позже трансформировалось в английское *muscovite* и было закреплено за минералом в XIX в. американским минералогом Дж. Дана. Таким образом, исторический приоритет в добыче и использовании листового мусковита принадлежит России.

Мусковит принадлежит к подгруппе диоктаэдрических слюд. Он легко расщепляется на тончайшие листочки, что обусловливается его кристаллической структурой, сложенной 3-слойными пакетами из 2 листов кремне- и алюмокислородных тетраэдров, соединённых через слой, составленный из октаэдров, в центре которых расположены ионы Al, окруженные 4 ионами кислорода и 2 группами OH; 1/3 октаэдров не заполнена ионами Al. Пакеты соединены между собой ионами калия.

Идеальная формула мусковита – $\text{KAl}_2[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}](\text{OH})_2$, отвечает химическому составу $\text{K}_2\text{O} - 11,8\%$, $\text{Al}_2\text{O}_3 - 38,5\%$, $\text{SiO}_2 - 45,2\%$, $\text{H}_2\text{O} - 4,5\%$. Однако природный мусковит всегда содержит весьма значимые количества других элементов, изоморфно замещающих основные. Так на месторождениях листового мусковита в нем содержится до: 1,2% Na_2O , 1% CaO , 3,3% $\text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3$, 1,6% MgO , 1% TiO_2 , 0,3% F. Поэтому формула реального минерала с таких объектов имеет вид:

$(\text{K}_{>0,75}\text{Na}_{<0,10}\text{Ca}_{<0,10})_{1-x}(\text{Al}_{>1,6}\text{Mg}_{<0,3}\text{Fe}_{<0,15})_{2+y}(\text{Al}_{1-z}\text{Si}_{3+z}\text{O}_{10})[\text{OH}_{2-0,0n}\text{F}_{0,0n}]_2$,
где x и $y < 0,1$, $z < 0,2$, $n < 9$

Более высокие содержания химических компонентов, замещающих алюминий, отрицательно сказываются на потребительских свойствах мусковита, делая его малоприменимым для применения в промышленности.

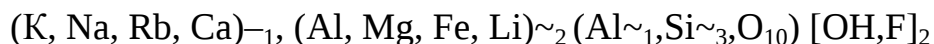
Кроме того, природный минерал содержит незначительные количества Mn, Cr, Rb, Cs, Li, Ba, Ca, W, V, но их влияние на состав и свойства мусковита крайне незначительны, однако от содержания в горной породе того или иного оксида зависит цвет минерала.

Вообще цвет мусковита в тонких пластинках – бесцветный и прозрачный, в толстых – зеленый, дымчатый, красноватый (так называемая «рубиновая» слюда). Ярко-зеленый мусковит, содержащий до 4% Cr_2O_3 , называют *фукситом*, разновидность фенгита с более высоким содержанием Cr представляет собой *марипозит*. Термин *фенгит* применяется для обозначения мусковитов, у которых отношение Si:Al больше, чем 3:1; а увеличение содержания Si обычно сопровождается замещением Al в октаэдрических положениях на Mg или Fe^{+2} . *Алургит* представляет собой фенгит с заметным содержанием Mn.

Мелкочешуйчатая разновидность мусковита – *жилбертит* (диаметр пластинок несколько мм), а тонкочешуйчатая – *серицит* (диаметр пластинок – десятые и сотые доли мм).

Так же как и на месторождениях листового мусковита, на месторождениях мелкозернистого мусковита в минерале содержатся весьма значимые количества других элементов, изоморфно замещающих основные. В попутном мусковите редкометалльных объектов типичны повышенные

концентрации Rb и Li. Поэтому в наиболее общем виде формула реального минерала имеет вид:



Высокие содержания магния и, особенно, железа отрицательно сказываются на потребительских свойствах мусковита, поэтому во многих случаях они лимитируются. Для других элементов это делается очень редко.

Важнейшими свойствами мусковита и флогопита, определяющими их промышленное использование, помимо способности к расщеплению на тонкие, упругие и гибкие пластинки являются:

1) высокая механическая прочность (прочность на разрыв у мусковита 330-480, у флогопита 220-480 МПа; сопротивление сжатию соответственно 420-530 и 200-260 МПа);

2) относительно высокая химическая стойкость, особенно у мусковита (под действием щелочей, соляной и серной кислот практически не разлагается);

3) термическая стойкость (жароупорность, то есть способность сохранять при нагревании физические свойства, у мусковита достигает 500-600°C, а у флогопита – 1000°C);

4) высокая электрическая прочность, определяемая напряжением, при котором происходит пробой диэлектрика (при толщине пластинок в 0,5 мм она составляет у мусковита 4,9 кВ, у флогопита – 4,6-6,1 кВ). Она существенно понижается у мусковита при нагревании свыше 300°C, у флогопита – свыше 400-700°C);

5) небольшие диэлектрические потери, за меру которых принимают угол диэлектрических потерь (при напряжении 2000 В и частоте 50 Гц тангенс этого угла для мусковита составляет всего лишь 0,002-0,003, а для флогопита – 0,006-0,093);

6) высокое удельное объемное сопротивление в направлении, перпендикулярном к плоскости спайности, составляющее 10^{14} - 10^{15} Ом·см у мусковита и 10^{13} - 10^{14} Ом·см у флогопита (оно снижается вдвое при температуре свыше 250°C и до 10^8 - 10^9 Ом·см при относительной влажности 90-100%).

Перечисленные свойства слюды снижаются при наличии природных дефектов ее кристаллов: волнистости и морщинистости, зажимистости (сплетение слоев, затрудняющих их расщепление), ельчатости (волнистость и трещиноватость в радиальных направлениях от центра кристалла к середине его граней), трещиноватости, пятнистости, обусловленной наличием различных минеральных включений между плоскостями спайности, задиристости (чешуйчатый характер поверхности раскола), клиновидности (постепенное утолщение кристалла к одной из граней), присутствия газовой-жидких включений.

Основные химические, физические и технологические свойства мусковита приведены в таблице 1.

Таблица 1. Химические, физические и технологические свойства минералов слюды-мусковита

Свойства	Мусковит
Примеси	Ti, Fe, Mg, Mn, Ca, Na, Ba, Si, Rb, Cs, Cr
Разновидности	Серицит, фуксит
Сингония	Моноклинная
Внешний облик	Кристаллы пластинчатые, таблитчатые, чешуйчатые, клиновидные
Цвет	Серебристо-белый, водяно-коричневый, светло-зеленый, бледно-розовый, в тонких пластинах прозрачный, бесцветный
Блеск	Стекланный, перламутровый
Спайность	Весьма совершенная по (001), несовершенная по (010) и (100)
Хрупкость	Упругий
Растворимость	В воде очень слабая
Плавкость	Среднеплавкий
Плотность, г/см ³	2,7-3,2
Предел прочности, МПа: на растяжение на сжатие	48-334 800-1200
Теплопроводность, Вт/(м К)	$(0,5-3,9) \cdot 10^3$
Температура плавления, °С	1250-1400
Смачиваемость	Низкая
Прозрачность в УФ и ИК, мкм	Избирательная (поглощение в области длин волн < 0,3; 2,2-3,0; >5,0)
Удельная теплоемкость при 25 °С, Дж/(кг К)	862-875
Удельное электросопротивление, Ом м	10^4-10^{14}
Увеличение объема при обжиге (900-1000 °С)	—

Источник: Федеральное агентство по недропользованию

Таким образом, использование мусковита в промышленности основано на его способности расщепляться на тонкие гибкие прозрачные пластинки, обладающие высокими диэлектрическими показателями, большой механической прочностью, термической и химической стойкостью и очень малой гигроскопичностью. Мусковит применяется в виде листовой слюды, слюдяного порошка и слюдяного фабриката.

Слюдяная промышленность – подотрасль неметаллорудной промышленности, объединяющая предприятия по добыче и обогащению слюдосодержащих руд (мусковит, флогопит, вермикулит), а также слюдоперерабатывающие предприятия, выпускающие изделия из листовой слюды, электроизоляционные слюдобумаги и материалы, дроблёную и молотую слюды, вспученный вермикулит и частично теплоизоляционные материалы на его основе.

1. Мировые запасы и месторождения мусковита

1.1. Геолого-промышленные типы месторождений

Мусковит широко распространен в различных типах пород и по оценкам специалистов является главным концентратом алюминия в верхней земной коре – здесь на его долю приходится 17% этого элемента (следующий в списке – каолинит с 2%). Но промышленно интересные скопления гигантокристаллической разновидности этой слюды, служащей источником получения *листового мусковита*, относительно редки.

Мусковит образуется в некоторых интрузивных породах, гранитных пегматитах, гидро-термальных жилах. Крупные кристаллы минерала встречаются в гранитных пегматитах (Мамско-Чуйский район Иркутской области, Чупино-Лоухский район Респ. Карелия, Енско-Кольский район Мурманской обл. РФ, месторождения штатов Бихар, Андхра-Прадеш и Раджастхан в Индии, штатов Северная Каролина и Мэриленд в США, а также в Бразилии). Месторождения высококачественного мусковита существуют также в Пакистане и Финляндии.

Наряду с магматическим мусковит может иметь и метаморфическое происхождение: в кристаллических и известковых сланцах (Пьемонтские Альпы в Италии; в РФ – Слюдорудник в Челябинской обл.). Крупные запасы мусковита сосредоточены также на территории Китая. При кристаллизации различных магматических пород образуются обычно *мелкочешуйчатые слюды* (кристаллы с площадью поверхности меньше 1 см² обычно называют чешуйкой). В настоящее время среди такого рода образований промышленное значение имеют лишь мелкочешуйчатый мусковит в телах аляскитовых гранитов: его содержания здесь могут достигать 15% и более.

Помимо этого важными промышленными источниками мелкочешуйчатого мусковита являются слюдистые сланцы, образующиеся при региональном метаморфизме амфиболитовой фации, а также некоторые глины, в которых накапливается мусковит, сравнительно устойчивый при выветривании.

За исключением метаморфогенных и техногенных месторождений, в других генетических типах мусковит, хотя обычно и является важным, но все же только попутным сырьем. Так, в пегматитах основным сырьем может быть или листовая мусковит (мусковитовая и редкометалльно-мусковитовая формации), или редкометалльные руды Li, Rb, Cs, Ta, Nb, Be (редкометалльная формация), или кварц-полевошпатовое сырье (все перечисленные формации), в гранитах – полевошпатовое сырье, в грейзенах – руды W и Sn, в корках выветривания – каолинит. В метаморфических сланцах попутно с мусковитом могут извлекаться в собственные концентраты графит, в том числе высококачественный, и гранат для абразивов.

В настоящее время мировыми геолого-промышленными типами месторождений мусковита являются следующие:

1. Штокообразные, дайковые, линзовидные и пластовые тела аляскитовых гранитов с рассеянной мелкочешуйчатой мусковитовой минерализацией; значительные размеры этих тел (первые километры) и их близповерхностное залегание позволяют вести разработку открытым способом (месторождение Спрус Пайн в США и др.).

2. Согласно пластовые и четковидные залежи, секущие трубообразные, жильные и неправильной формы тела мусковитоносных плагиоклазовых и плагиоклаз-микроклиновых гранитных пегматитов, обычно зональные, в древних высокометаморфизованных толщах, имеющие размеры по удлинению до сотен-первых тысяч метров, по мощности в метры-десятки метров и несущие неравномерную минерализацию крупнокристаллического мусковита; они являются также промышленным источником полевого шпата и кварца, иногда редких металлов, некоторых драгоценных и поделочных камней (месторождения Мамско-Чуйской и Карело-Кольской провинций в России, Бихар, Раджастан и Андхра-Прадеш в Индии, месторождения Бразилии, Зимбабве и других стран).

Помимо этого значительная часть добычи мелкочешуйчатого мусковита в России принадлежит грейзеновым месторождениям, где он является попутным компонентом редкометалльных руд.

Природные и технологические типы слюдяного сырья приведены в таблице 2.

Таблица 2. Природные и технологические типы слюдяного сырья мусковитовых месторождений

Тип руд			Минимальное содержание слюды, %	Попутные минералы и элементы, %	
природные		техноло- гические		полезные	вредные
генетические	минеральные				
Пегматитовый	Мусковит-кварц- полевошпатовый и биотит-мусковит- кварц-полевошпатовый	Листовой	0,2; при наличии крупнораз- мерного мусковита – 8	Полевой шпат, кварц, гранат, графит	Биотит
Грейзеновый	Кварц-полевошпат- мусковитовый	Чешуй- чатый		Вольфрам	–
Метаморфи- ческий	Гранат-кварц- мусковитовый			Графит	–
Экзогенный	Мусковит-каолиновый			Каолинит	–

Источник: «Инфомайн»

Отметим, что месторождения **флогопита** приурочены к массивам ультраосновных и щелочных пород (Ковдорское на Кольском полуострове) или к глубоко метаморфизованным докембрийским породам первично карбонатного (доломитового) состава (Алданский слюдоносный район Респ. Саха (Якутия) РФ, Слюдянский район на Байкале в РФ), а также к гнейсам (Канада и Мадагаскар). Крупные месторождения также расположены в Южной Африке, Бразилии, Канаде, Таджикистане и др.

1.2. Краткая характеристика крупнейших месторождений мусковита

1.2.1. Мусковитовые месторождения Индии

Индия является лидирующей страной в мире по добыче листового мусковита. Она дает большую часть этого сырья высокого качества, поступающего на мировой рынок.

Месторождения мусковита сосредоточены в трех главнейших рудных районах: Бихар (около 60% национальной добычи), Андхра-Прадеш (около 25%) и Раджастан (более 12%) (рисунок 1).

Рисунок 1. Районы распространения слюдоносных пегматитов Индии (по Р.Л.Бейтсу)



За исключением небольшого количества флогопита, добываемого в районе Андхра-Прадеш, в Индии получают исключительно мусковит, который по цвету разделяют на рубиновую и зеленую разновидности. Первая предпочтительнее для использования в электротехнической промышленности, вторая – в оптической.

Геологическая позиция месторождений в указанных районах идентична: все они представляют собой пегматитовые тела, ассоциирующие с гранитами, прорывающими архейские гнейсы и кристаллические сланцы Индийского щита. Из общего числа нескольких тысяч известных пегматитовых тел лишь около 2% являются промышленно слюдоносными. Слюдоносные пегматитовые тела различаются по форме, условиям залегания, размерам. Наиболее крупные из них характеризуются пластообразной или линзовидной формой при мощности до 30 м и более. Крупные тела, как правило, зональные: центральное кварцевое ядро окружено агрегатом полевого шпата и слюды.