

ТАЛЬКОВЫЙ КАМЕНЬ: ЕГО СВОЙСТВА И ПУТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Шеков В.А., Мясникова О.В., Иванов А.А.

Учреждение Российской академии наук Институт геологии Карельского научного центра РАН, г. Петрозаводск

Тальковый камень относится к важному природному материалу, который применяется в различных отраслях промышленности, главным образом, в виде блоков и конструкционных и архитектурных изделий.

История использования талькового камня насчитывает уже много столетий. В работе [1] упоминаются артефакты с возрастом более тысячи лет. Однако в промышленных масштабах тальковый камень для декоративных целей начал использоваться лишь в 1884 году в Финляндии, а многие важные сооружения были построены в конце XIX начале XX века. В России это явление в архитектуре получило собственное название «Северный Модерн». В геологической литературе этому камню уделялось относительно немного внимания. В основном, упоминания об использовании талькового камня в виде облицовочного и декоративного камня встречаются в архитектурных изданиях. К сожалению, в литературе, включая научную, встречаются неточности и просто неверная информация. Например, в работе [2] утверждается, что карельским талькохлоритом облицовано множество зданий Санкт-Петербурга, а сам камень обладает высокой теплоемкостью. Карельский тальковый камень никогда не использовался в архитектуре Санкт-Петербурга [3], а теплоемкость его практически не отличается от других горных пород.

Начало XX века стало вообще своеобразным закатом использования этого камня до тех пор, пока в 1980 году в местечке Юука (Финляндия) не была создана компания «Туликиви». Главной продукцией компании явились печи, камины и другие энергосберегающие устройства. Поскольку в СССР тальковый камень практически не использовался в пиленом виде в промышленности, исключая небольшое производство его для электротехнических целей, то и требования промышленности к нему не сформулированы. Вопрос о том, насколько оптимальны различные направления использования талькового камня, предполагается обсудить в настоящей статье.

К промышленным типам месторождений талькового камня относятся:

- месторождения талькового камня апоультрамафитового типа, связанные с метаморфизмом и метасоматическим изменением ультраосновных пород (перидотиты, дуниты, пироксениты);
- месторождения талькового камня апокарбонатного типа, связанные с метаморфизмом и метасоматическим изменением карбонатных пород (доломиты, магнезиты).
- экзогенные линзы и сложной формы тела порошковатых талькитов в корях выветривания массивных талькитов [4].

Все известные на сегодняшний день разведанные и разрабатываемые в мире месторождения блочного талькового камня приурочены к апоультрамафитовому типу.

На практике, тальковый камень добывается в виде блоков для производства пиленых облицовочных, декоративных, энергосберегающих изделий.

Тальковый камень состоит из талька, карбоната, хлорита с небольшим содержанием аксессуарных минералов и относится к классу метаморфических пород. Он подразделяется на талькмагнезитовый, тальккарбонатный, талькхлоритовый камень. Существуют несколько синонимов для этого камня. Он хорошо известен в мире как горшечный или мыльный камень (soapstone), а также как спекшейт и гилштейн. Состоящий из мягких и полутвердых минералов, этот камень легко поддается обработке. Его месторождения представляют собой штоки, прожилки, линзы и пластообразные залежи. Тальк и карбонат в горшечном камне очень прочно связаны друг с другом, представляя собой однородную серую массу.

Тальковый камень, соответствующий требованиям промышленности по производству облицовочных изделий, достаточно редкий материал, а месторождения и местопоявления его приурочены к различным литологическим и тектоническим условиям. В Бразилии, Индии, Финляндии они встречаются в архейских зеленокаменных поясах в окружении ультраосновных и основных типов пород. В похожих условиях тальковый камень встречается и в Республике Карелия. Существуют различия в свойствах камня, обусловленные их минеральным составом.

До последнего времени, несмотря на его массовое использование в промышленности, четкого технического определения талькового камня, используемого в виде блоков, не существует. И только в последние два года благодаря геологам Геологической службы Финляндии, Университета г. Оулу, компаний Nunna Uuni, Polar Stone разработана классификация талькового камня и дано ему точное определение с точки зрения его промышленного использования в Финляндии [1].

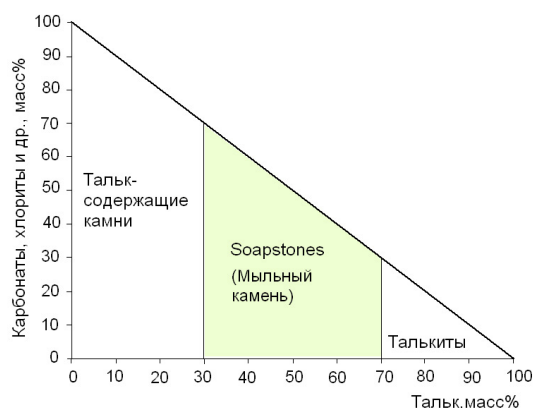


Рис. 1. Место талькового камня в ряду талькосодержащих пород [1]

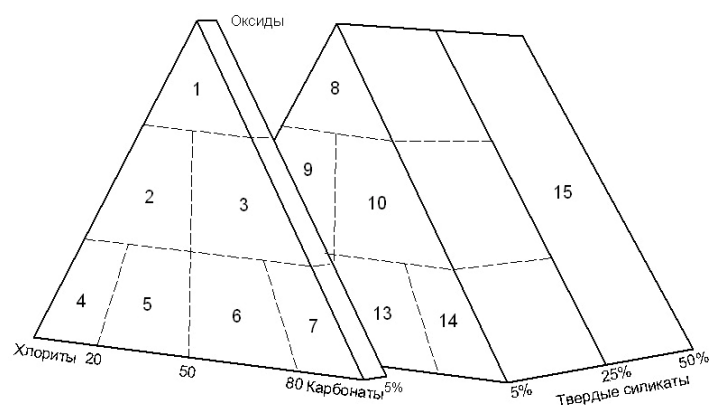


Рис. 2. Диаграммы вариаций составов талькового камня [1]
На рисунке цифрами обозначены разновидности талькового камня: 1 – оксидный (например, хромитовый), 2 – оксид-хлоритовый, 3 – оксид-карбонатный, 4 – хлоритовый, 5 – хлорит-карбонатный, 6 – карбонат-хлоритовый, 7 – карбонатный, 8 – XX-содержащий оксидный и т.д. (например: пироксен содержащий оксидный)

Используя такой подход, финские геологи предлагают классифицировать талькосодержащие разновидности горных пород по содержанию различных минералов.

Из известных видов талькового камня, имеющего прикладное значение, рассмотрим два типа – финский из местечка Юука, где в настоящее время разрабатывается три аналогичных месторождения, и карельский (месторождение Турган-Койван-Аллушта, расположенное вблизи д. Кармасельга, Медвежьегорского района) (табл. 2, 3).

Таблица 1. Минеральный состав талькового камня

Минерал	Месторождения	
	Район м. Юука, Финляндия	Турган-Койван-Аллушта
Тальк	54	50
Карбонат	38	15
Хлорит	1	35
Рудные	7	-

Таблица 2. Физические параметры тальковых пород некоторых месторождений и воды

Параметр	Юука *	Турган-Койван-Аллушта **	Вода
Истинная плотность, кг/м ³	2980	2840 – 2890	1000
Пористость, %		0,8 – 2,88	0
Теплоемкость, кДж/кг·°C	0,98	0,8 – 0,9	4,2
Теплопроводность, Вт/мК	6,4	3,5 – 4,7	0,6
Коэффициент линейного термического расширения, 1/°C	0,0017	0,00005	
Температура плавления, °C	1600		

Примечание: * – по данным компании «Туликиви», ** – по данным [5]

Для примера отметим, что теплоемкость других горных пород очень близка к теплоемкости талькового камня и составляет для мрамора 0,8 кДж/кг·°C, песчаника – 0,71, гранитов – 0,75, базальтов – 0,84. Что касается воды, самым важным является высокое значение удельной ее теплоемкости, которая становится сегодня популярным теплоносителем в системах отопления. Другими словами, чтобы обеспечить требуемую температуру, вода может поглотить или отдать количество тепла значительно большее, чем любое другое тело такой же массы. Теплопроводность гранитов близка к значению 2,8 Вт/мК, габбро – 0,55 – 0,62 Вт/мК.

В работе [5] рассмотрены тепловые свойства талькохлоритовых сланцев. В соответствии с этим, способность материала аккумулировать тепло и отдавать его при охлаждении выражается тепловой активностью

$$b = \sqrt{\lambda \times c \times \rho}$$

Где:

λ – теплопроводность, Вт/(м К)

c – удельная теплоемкость, Дж/(кг К)

ρ – плотность материала, кг/м³

По этому показателю за счет более высокой теплоемкости тальккарбонатные породы превосходят такие породы, как гранит, диабаз, мрамор на 15-20%, но уступают кварцитам на 15%. Однако, уникальность тальковому камню придает не этот показатель, а теплопроводность в сочетании с хорошей обрабатываемостью и незначительным температурным расширением. То есть, при подведении к тальковому камню высокотемпературного источника тепла (открытый огонь с температурой около 500°C), он будет с высокой скоростью «впитывать» это тепло в связи с высоким температурным градиентом на границе до своих предельных возможностей, обусловленных теплоемкостью, а затем, при низком температурном градиенте (в комнате, при температуре 20-24°C) будет достаточно долго «отдавать» это тепло в окружающую среду.

Для горных пород в общем виде коэффициент теплоотдачи при конвективной теплопередаче определяется формулой [3]:

$$\alpha = \frac{\lambda}{\Delta T} (gradT)$$

Где: λ – коэффициент теплопроводности воздуха, Вт/(м К)

T – температура, °C.

Именно на этом эффекте основывается использование талькового камня в производстве теплоаккумулирующих печей и каминов, которые являются в настоящее время самым главным продуктом из этого камня. При сгорании охапки дров, тепло, выделяемое при их горении, эффективно поглощается корпусом печи, а затем остается в помещении, а не вылетает в трубу. Главным образом, эти свойства и определяют основное современное направление использования тальккарбонатных пород, добываемых в настоящее время в Финляндии.

В предыдущие годы нами проведены исследования талькового камня апоультрамафитового типа на территории Карелии [6]. Если рассматривать эти объекты на тальк, то наилучшими качествами по данным [7] обладает тальк из Светлозерского месторождения.

Таблица 3. Минералогический состав тальксодержащих пород Светлозерского месторождения [8]

Характеристика природных типов руд	Средний минеральный состав, объемный, %					
	Тальк	Карбонат	Хлорит	Серпентин	Магнетит	Сульфиды
Карбонат-тальковые крупнозернистые	45	40	3	5	10	1
Карбонат-тальковые мелкозернистые	50	40	3	2	6	1
Хлорит-карбонат – тальковые крупнозернистые	42	35	14	3	6	1
Карбонат-хлорит тальковые мелкозернистые	40	38	10	9	3	1

Белизна по этим же данным [7] составляет для наиболее изученной части месторождения от 53 до 78,5%, составляя в среднем 68,7%, что объясняется наличием большого количества примесей.

Очевидно, что с такими качественными параметрами талька карельские месторождения талькового камня в современных условиях не конкурентоспособны на тальк по сравнению с зарубежными тальковыми объектами.

Например, характеристика талька, производимого в Турции, показана в табл. 4.

Основным различием в свойствах между указанными сортами талька является его белизна, определяемая содержанием Fe₂O₃.

Если сравнить петрографические характеристики тальккарбонатных пород из финских месторождений с объектами Светлозерского месторождения, то видно, что они, практически, аналогичны (см. табл.1 и табл.3).

Рассмотрим экономический аспект. Монополистом в области производства изделий из талькового камня в мире являются финские компании и среди них – крупнейшая компания «Туликиви». Ежегодно добывается свыше 40000 кубических метров блоков талькового камня, которые на предприятиях и обрабатываются. Непереработанный камень не продается принципиально, во-первых, чтобы не создавать себе конкурентов на рынке изделий, во-вторых, переработка камня на месте значительно увеличивает товарную стоимость продукции. Поэтому цены на блоки установить невозможно. Стоимость конечной продукции зависит от многих факторов, в том числе и технологических, и варьирует в зависимости от модели печи-камина, ее размера, ее веса.

Таблица 4. Характеристики турецкого талька [9]

Производитель		Турция		
ТАЛЬК		D	EXTRA	SUPER EXTRA
Физические свойства	Влажность (ISO 787/ 2)	<0,5%	<0,5%	<0,5%
	Плотность (ISO 787/ 10)	2,8 г/мл	3 г/мл	2,7 г/мл
	Твердость по шкале Мооса	1	1,2	1
	Значение pH (ISO 787/9)	8,3	8,2	7
	Маслоемкость (ISO 787/5)	38 мл/100 г	36 мл/100 г	38 мл/100 г
	Белизна (Ry , C /2, DIN 53163)	>75%	>82%	>92%
	Насыпная плотность (ISO 787/11)	0,55 г/мл	0,48 г/мл	0,50 г/мл
Специфические характеристики	Остаток на сите 44мкм	< 1%	< 1%	< 1%
	Наибольший размер частиц (D 98%)	44 мкм	38 мкм	44 мкм
	Размер средней частицы (D 50%) мкм	4,9 мкм	4,9 мкм	11 мкм

Финские геологи предлагают оценивать стоимость по простой формуле: в стоимости печи стоимость талькового камня составляет 50%. Если принять во внимание, что средняя печь весом 1,5 тонны имеет стоимость около 3000 евро, то стоимость блока в 1 куб. метр при среднем весе одного куба в 2980 кг составит около 3000 евро, или 1000 евро за тонну. Даже если такие расчеты не совсем корректны и цена за блок значительно ниже, то все равно видно, что стоимость одного кубического метра блока промышленного размера сопоставима со стоимостью основных сортов камня.

С другой стороны, мраморные блоки, технология добычи которых незначительно отличается от технологии добычи талькового камня, имеют стоимость в несколько сотен долларов за кубический метр.

В то же время цены на чистый тальк в течение многих лет находятся на одном уровне. Цены на некоторые сорта талька приведены в табл. 5.

Таблица 5. Мировые цены на основные сорта талька в 2000-2007 гг., \$/т или £/т [9]

Норвежский, франко-склад, Великобритания, £/т								
Сорт талька	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007*
Молотый	165	165	166	166	166	166	166	166
Микронизированный	257	257	257	257	257	257	257	257
Китайский, обычный, франко-склад, Великобритания, £/т								
200 меш	208	213	213	213	220	220	220	220
350 меш	215	220	220	220	224	224	224	224
Индийский, фоб Индия, \$/т								
Красочного сорта 20-25 мкм		200	190	190	190	190	190	190
Пластикового сорта 20-10 мкм		203	203	203	203	203	203	203
Косметического сорта 200-230 меш			193	193	193	193	193	193
Американский, франкопредприятие, \$/т								
Красочного сорта, 200 меш	100		104	120	126	126	126	126
	180		187	200	210	210	210	210
	83		87	87	92	92	92	92
	92		97	110	115	115	115	115

Данные на январь 2007 года

Видно, что за последние годы цены практически не изменились, что свидетельствует о том, что рынок стабилен и не ощущает потребностей в новом сырье.

Таким образом, упрощенная оценка технико-экономических параметров талька из талькового камня и блоков из него позволяет сделать вывод, что направление использования талькового камня апоультрамафитового типа архейского возраста, выявленного на сегодняшний день в Карелии более оправдано и эффективно при использовании его в качестве блоков. Такое направление принято в настоящее время зарубежными компаниями по аналогичным месторождениям, в том числе компанией «Туликиви» (Финляндия), а именно, производство высокоэффективных теплоаккумулирующих печей и каминов, а также других облицовочных изделий. Преимуществом этого камня являются его хорошая обрабатываемость и высокая теплопроводность, что позволяет получать не только функциональные изделия в виде печей и каминов, но и

достаточно оригинальный декоративный материал. Изготовление посуды, сувениров, облицовочных изделий, различного рода эксклюзивных предметов не могут быть основными в общей технологической цепочке по переработке блочного талькового камня. Опыт Финляндии показывает, что последнее становится лишь попутной продукцией.

Прибыль от продажи одной тонны блочного талькового камня выше аналогичной прибыли от продажи тонны чистого талька при его более простом переделе.

При этом следует иметь в виду, что при добыче блочного камня до 80% горной массы уходит в отвалы, которые, в случае появления более эффективных способов извлечения талька из этих горных пород, вполне могут быть использованы для промышленного производства различных мономинеральных продуктов из талькового камня.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Kärk A., Leinonen S., Uusitalo J.* Soapstones – how should they be defined//Report. International geological congress. Oslo, 6-14 August, 2008.
2. *Фролов П.В.* Тальк Карелии: размещение проявлений, некоторые особенности геологии и минерализации залежей промышленных типов руд // Геолого-технологические исследования индустриальных минералов Фенноскандии. Петрозаводск, 2003. С.38-51.
3. *Буллах А.Г.* Камни, среди которых живут горожане // Соросовский образовательный журнал. Т. 7. № 9. 2001. С. 68-74
4. *Кужаварт М.* Неметаллические полезные ископаемые: пер. с англ. М.: Мир, 1986. 472 с.
5. *Соколов В.И.* Талько-хлоритовые сланцы и пути их комплексного использования / КарНЦ РАН. Петрозаводск, 1995. 128 с.
6. Минерально-сырьевая база Республики Карелия: Кн.2. / под ред. В.П.Михайлова, В.Н.Аминова. Петрозаводск: Карелия, 2006. 355 с.
7. *Tyni M., Michailov V., Furman V.* Geology, commercial assessment, and utilization of talc deposits//Comprehensive assessment of Nonmetalliferous Deposits. Helsinki University of Technology: proceedings of the Finnish – Soviet Symposium held in Helsinki, Finland, 14-15 November, 1990. P.25-38.
8. *Фурман В.Н.* Отчет о результатах поисков тальковых руд и талько-хлоритового камня в РК в 1990-94 гг. 1994. Фонды КГЭ.
9. Обзор рынка талька в СНГ. Исследовательская группа "ИНФОМАЙН"25.07.2007, <http://mi.aup.ru/res/23/1205823.html>