УДК 553.52:550.812

А.Я.ТУТАКОВА
Геолого-разведочный факультет,
аспирантка кафедры геологии и разведки
месторождений полезных ископаемых

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КАЧЕСТВЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ОБЛИЦОВОЧНОГО КАМНЯ КАРЕЛЬСКОГО ПЕРЕШЕЙКА

Проведен анализ методов определения декоративных свойств облицовочного камня, трещиноватости и выхода блоков на месторождениях Карельского перешейка. Разработана форма представления месторождения в каталоге, иллюстрирующем разновидности облицовочного камня региона. Предложен метод определения теоретического (прогнозного) выхода блоков по уравнению зависимости выхода природных блоков от площадной удельной трещиноватости крутопадающих и наклонных трещин с учетом потерь при добыче товарных блоков.

An analysis was carried out to determine decorative properties of ornamental stone, cleavage and yield of blocks at deposits of the Karelian Isthmus. A form was worked out to present deposits in the catalogue illustrating different types of ornamental stones of the region. A technique is offered to evaluate (forecast) yield of blocks as a dependence of the block production from the specific areal cleavage of steep and slope fractures with account of losses in mining of the block.

По отчетам о геолого-разведочных работах ООО «Геострom», ГГП «Севзапгеология», Института геологии Карельского научного центра РАН проанализированы методы определения качественных характеристик облицовочного камня с целью выбора оптимальной стратегии и тактики геолого-разведочных работ. Район исследования – Карельский перешеек, где в качестве облицовочного камня могут быть использованы магматические и метаморфические породы: граниты (в том числе граниты-рапакиви), граносиениты, гнейсо-граниты, гнейсы и габбро.

При оценке горных пород для использования их в качестве облицовочного камня на Карельском перешейке можно выделить следующие критерии:

- внешний вид или декоративные свойства и востребованность данного вида камня на рынке;
- трещиноватость и выход блоков;
- выход облицовочных плит (в соответствии с требованиями ГОСТ 9479-98 «Блоки из горных пород для производства облицовочных, архитектурно-строительных, мемориальных и других изделий»);
- физико-механические свойства (в зависимости от области использования: средняя плотность, водопоглощение, прочность на сжатие, истираемость и сопротивление удару, солестойкость, марка по морозостойкости в соответствии с требованиями ГОСТ 9479-98);
- радиационно-гигиеническая оценка (в соответствии с требованиями ГОСТ 9479-98);
- горно-технические (рельеф, мощность вскрышных пород) и гидрогеологические условия эксплуатации;
- транспортное положение объекта;
- эколого-природоохранные требования.

В данной работе речь пойдет о методах определения декоративных свойств облицовочного камня, трещиноватости и выхода блоков, как наиболее актуальных в настоящее время для Карельского перешейка.

Одним из важнейших признаков пригодности горных пород для использования их в качестве облицовочного камня, одним из потребительских свойств, определяющих

его стоимость, являются художественно-эстетические достоинства камня, объединяемые в понятие декоративность. Под этим термином подразумевается совокупность ряда внешних свойств камня, включающих его окраску и рисунок. Согласно действующим в настоящее время ГОСТам (с 01.01.2001 г.) декоративные свойства пород должны определяться по балльной методике, как правило, на полированных образцах. Балльная оценка декоративных свойств облицовочного камня может иметь субъективный и неоднозначный характер. Представляется целесообразным иметь в территориальном геологическом фонде, геологоразведочных организациях стенд или каталог, иллюстрирующий разновидности облицовочного камня региона. Автором разработана следующая форма представления месторождения в таком каталоге:

- название месторождения;
- географическая привязка, транспортное положение, размеры месторождения;
- тип пород, геологическая позиция месторождения;
- минеральный состав;
- декоративность (цвет, структура и текстура, виды обработки поверхности);
- трещиноватость и выход блоков (количество систем трещин, удельная трещиноватость, выход блоков прогнозный и фактический в процентах);
- радиационно-гигиеническая оценка (удельная эффективная активность естественных радионуклидов, беккерель на килограмм);
- физико-механические свойства;
- вскрышные породы (тип, средняя мощность, коэффициент вскрыши);
- объем запасов;
- степень разведанности и освоенности;
- дополнительные сведения (группа по сложности геологического строения, наличие и объем опытного карьера или объем промышленной добычи, горно-технические и гидрогеологические условия месторождения). Кроме того, необходимо приложить образец или цветную фотографию. За рубежом различные декоративные разновидности облицовочного камня имеют общепризнанные коммерческие названия, в России такая форма отражения декоративных свойств находится в стадии разработки.

Изучение трещиноватости – основа оценки выхода блоков, одного из основных качественных показателей на месторождениях облицовочного камня. Под трещиноватостью обычно понимают совокупность трещин в массиве горных пород. Системой трещин называют множество трещин, примерно параллельных друг другу.

При количественной оценке трещиноватости горных пород, используемых в качестве облицовочного камня, наиболее применимы следующие показатели:

- площадная удельная трещиноватость – суммарная длина всех трещин на 1 м^2 задокументированной площади: $U = L_{тр}/S$, где $L_{тр}$ – общая длина трещин на изучаемом участке, м; S – площадь изучаемого участка, м^2;
- линейная удельная трещиноватость – количество трещин на 1 м профиля или ствола скважины: $U_л = n_{тр}/l$, где $n_{тр}$ – количество трещин, штук; l – длина профиля, м;
- среднее расстояние между трещинами одной и той же системы: $d = l_к/n_к$, где $l_к$ – общая длина всех кусков по профилю вкрест простирания трещин данной системы; $n_к$ – число кусков.

Названия показателей приведены по отчетам ООО «Геострom» и ГГП «Севзапгеология». В других литературных источниках показатели по смыслу близки к указанным, но их названия не всегда совпадают.

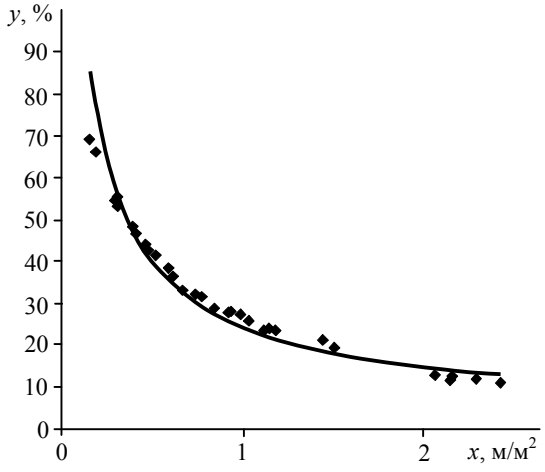
При поисках, оценке и разведке проявлений и месторождений облицовочного камня ООО «Геострom» преимущественно использует площадную удельную трещиноватость, вычисленную как с учетом всех трещин, так и только для крутопадающих и наклонных с целью последующего расчета теоретического (прогнозного) выхода блоков, оценки перспективности месторождения облицовочного камня и выбора места заложения опытного карьера. На многих месторождениях Карельского перешейка этот показатель весьма неравномерно распределен

по площади: коэффициент вариации от 43 до 124 % (на Бородинском месторождении гранитов площадная удельная трещиноватость варьирует от 0,06 до 2,9 м/м^2; на месторождении гранитов Кузнечное-2 от 0,2 до 1,99 м/м^2).

Для изучения трещиноватости наиболее эффективным является непосредственное наблюдение: замеры и зарисовки трещин в обнажениях, расчистках, керне скважин. Статистическая обработка произведенных замеров элементов залегания трещин проводится путем построения круговых диаграмм ориентировки трещин с использованием равноугольной сетки Вульфа и палетки Пронина или с помощью компьютерной программы Joints3n, что позволяет определить количество систем трещин, элементы залегания максимумов этих систем и углы между ними.

Как правило, пересеченный рельеф местности не позволяет равномерно разместить пункты наблюдения (преимущественно обнажения и расчистки) на площади месторождения. Автором предпринята попытка проанализировать количество таких пунктов и расстояния между ними при геологоразведочных работах на облицовочный камень на Карельском перешейке. Количество таких пунктов наблюдения от 4 до 13 на 1 га с расстоянием между ними от 50 до 150 м при подсчете запасов категорий C_1 и C_2; задокументированная площадь – 4-7 % от изучаемой площади проявления или месторождения, количество замеренных трещин от 297 до 1937. Размеры месторождений облицовочного камня Карельского перешейка в среднем составляют 250 × 250 м, редко превышая 400 × 400 м.

Блочность, или выход блоков из массива, является одним из основных показателей, определяющих экономическую целесообразность разработки месторождения облицовочного камня. При поисково-оценочных работах рассчитывается теоретическая (прогнозная) блочность, при разведке месторождений – фактическая по результатам добычи и разделки блоков в опытном карьере. Выход блоков зависит от удельной трещиноватости пород, количества и ортогональности



Зависимость выхода природных блоков от удельной трещиноватости

систем трещин, наличия межтрещинных расстояний с размерами менее минимально допустимых (согласно ГОСТу менее 0,2 м). Трещины при этом являются плоскостными элементами структуры массива, а природные блоки – объемными. Основные проблемы в определении выхода блоков в настоящее время – это подтверждаемость результатов расчета теоретической (прогнозной) блочности и представительность определения фактической блочности в опытном карьере для всего месторождения в целом.

Теоретическую блочность при поисково-оценочных работах на Карельском перешейке рассчитывают следующими методами. В ГГП «Севзапгеология» был разработан метод расчета прогнозной блочности с использованием двугранных углов между системами трещин и средних расстояний между трещинами в системах. Сначала определяют объем среднего природного блока, далее – объем блока, полученного при пассировке природного блока, затем вычисляется общий объем природных блоков, из которых можно получить пассированные блоки согласно ГОСТу, общий объем горной массы, заключенной между всеми замеренными трещинами и выход блоков с учетом потерь при пассировке. В этом методе в расчете учтены три системы трещин: две субортогональные вертикальные и одна

горизонтальная. Результаты расчета подтверждаются эксплуатационными работами именно при такой группировке трещин системы. При наличии трех, четырех и более систем крутопадающих и наклонных трещин, а также неравномерного распределения трещин по площади месторождения выход блоков по результатам опытной или промышленной добычи значительно отличается от рассчитанного. Так, например, на месторождениях Кузнечное-2 и Ладожское – по четыре системы крутопадающих и наклонных трещин, на Каменногорском месторождении – шесть систем крутопадающих и наклонных трещин.

А.З.Романовский разработал метод определения прогнозной блочности, выразив графически обратно пропорциональную зависимость выхода природных блоков от удельной трещиноватости крутопадающих и наклонных трещин, что было установлено при геолого-разведочных работах на месторождении «Возрождение» в 1981 г. и усовершенствовано при последующих работах, проводимых ООО «Геостром» на Карельском перешейке. В соответствии с рассчитанной в массиве удельной трещиноватостью по графику определяются значения теоретического выхода природных блоков и проводится расчет выхода пассированных блоков с учетом понижающих коэффициентов потерь: на развитые в массиве секущие трещины; на пассировку блоков; на безблочные линзы сгущения пологих трещин – с расстоянием между трещинами менее 0,2 м. Автором этот график был построен в программе Excel (см. рисунок), что дало возможность вывести уравнение зависимости выхода природных блоков от удельной трещиноватости:

$$y = 25{,}875x^{-0{,}7454},$$

где y – выход природных блоков, %; x – удельная трещиноватость, м/м^2.

По отчетам о геолого-разведочных работах на месторождениях облицовочного камня Карельского перешейка автором рассчитан суммарный коэффициент, учитывающий потери при добыче товарных блоков (от 0,33 до 0,69; в среднем 0,48). Таким образом, итоговое уравнение выглядит как выход природных блоков, умноженный на коэффициент потерь. Сходимость расчетов по этому методу для месторождений облицовочного камня Карельского перешейка 87-98 %. Этот метод расчета прогнозной блочности более простой, чем метод ГГП «Севзапгеология» и не зависит от количества систем трещин, но требуется его дополнительная проверка, что и предполагается выполнить в ближайший летний полевой сезон.

Научный руководитель д.г.-м.н. проф. *Ю.В.Лир*