© Сорин Михай Раду, 2007

УДК 621.9.002.28

*Сорин Михай Раду*

# *ИССЛЕДОВАНИЯ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ РАЗРАБОТКИ ГОРНЫХ ДЕКОРАТИВНЫХ ПОРОД С ГИДРАВЛИЧЕСКИМИ СТРУЯМИ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ*

**Семинар № 23**

Для получения лучших площадей резки, для удаления трещин, созданные при климатическом дислокации, все чаще и чаще развивается нетрадиционная технология, а именно: резка с гидравлическими струями высокого давления. По сравнению с классическими процедурами через перфорации - стрельба или диамантными кабелями, резные орнаментальные горные породы способом гидравлическими струями имеют 70 % возмещения.

## 1. Состояние орнаментальных горных пород и главным образов мрамора Румынии

В Румынии существует традиция эксплуатации (добывания) мрамора и других орнаментальных пород. В настоящее время самый главный индустриальный Grup, который производит и разрабатывает орнаментальные горные породы, имеет в составе 14 карьер (5 мраморных, 3 travertin, 2 андезит и 4 известковых) и 2 модернизированные фабрики по выработке. Производит Grup в настоящее время 95 % мраморной и известковых блоков и 75 % готовой продукции.

Из готовой продукции самое распространенное это мрамор – роз Ruschita, которая экспортируется во многих стран, как Япония, Сингапур, Хонг-Конг, Великобритания и.д. Основное условие роста качества продукции из мрамора или других орнаментальных горных пород, является их разработка с гидравлическими струями высокого давления.

## 2. Теоретический анализ феномена гидравлической дислокации горных пород

Для установки воздействия каждого параметра гидравлической струи, или абразивной гидравлической струи, а также горной породы в процессе резки был реализован образец [3] пробующий выяснись внутридействие между струей и резной горной породы.

Образец позволяет выяснить эффективность гидравлической струи и абразивной гидравлической струи в процессе резки горной породы. Исходя из того, что сила струи ис-пользована для резки одного объема горной породы Δv. Горная порода характеризирована единственными параметром A, именуемый сопротивление горной породы к действии струи [3].

Согласно данного образца, окончательная взаимосвязь упрощения определяет глубокость выбоина, где h:

$$h = K_1 \frac{[d_1(P_p + P_o)P_o^{\frac{3}{2}}]}{A_u 0,33} - \frac{\Pi}{2} d, \qquad (1)$$

где $d_1$ – диаметр отверстия гидравлической струи или абразивной гидравлической струи; $P_o$ – первоначальное давление струи; u – скорость передвижения струи к горной породы; $P_p$ – плотность абразива; $P_o$ – плотность воды.

В взаимосвязи (1) отмечается, что процесс резки начинается с давления $P_8$ [3], именуемая давления порога, это и есть начало точки процесса резки, тем самым образовывает выбоины. Сопротивление горной породы к действии струи А выводится из уравнения (2):

$$A = \frac{K_1 d_1 (P_p + P_o) P \frac{3}{2}}{(h - \frac{\Pi}{2} d_1) u^{0.33}} \qquad (2)$$

Данная характеристика горной породы зависит от натуры горной породы, пористости, величины частиц горных пород, трещин, проницаемость горных пород и.д.

## 3. Эксперименты с гидравлическими чистыми струями

Цель исследования с одной стороны было выявить самые эффективные формы отверстий и резные окончания, а с другой стороны демонстрировать связь резки с гидравлической струей в функции параметров струи и горной породы.

***a) Влияние угла нападения струи.***

Первые испытания были проведены с целью исследования угла нападения водяной струи над пробой. Управляли струю над пробами перпендикулярно (ф = о), а также и на $+45^o$ и $-45^o$ в зависимости от перпендикулярного направления.

Установлено, что действие перпендикулярной струи на площади породы дает самые позитивные результаты. Исключение делают горные породы, которые имеют уже трещин или кливаж ориентированный в определенном угле. Примерно это зависимость определяется уравнением $h = h_{ocjs}\Phi$, где $h_o$ – глубина выбоины для $\Phi = 0$

***b) Влияние давления струи.***

Для исследования зависимости давления в процессе резки осуществили несколько пробных экспериментов над мергель, песчаник, мрамор, известково-ракушечная скала, гранит и.д.

Созданные выбоины с водяными струями высокого давления в уголь, мрамор, песчаник и гранит указаны в фигуре 1 (смотри румынский вариант).

Число экспериментов были достаточны для исследования и несмотря на натуру резной горной породы, глубина выбоины растет одновременно с ростом давления струи. Данный рост не линейный, а параболический; более глубокие выбоины достигнуты в однородных и абразивных горных пород (песчаник).

***c) Влияние диаметра отверстия.***

Размеры данного отверстия (глубина и ширина) пропорциональны с диаметром струи. Хоть и считается, что глубина выбоины растет по мере расширения диаметра отверстия, эксперимент показывает, что для разных гамм давления струи, существует оптимальный размер диаметра отверстий. В фигуре 2 (см. румынский вариант) представили зависимость результатов для одной пробы на мрамор, проверяемой высоким давлением для которой цилиндрические отверстия из сапфира имеет оптимальный размер на 0,8 или 1,0 мм.

***d) Влияние скорости передвижения струи***

Для всех видов горных пород, которые были тестированы, и в специальности, для однородных горных пород, закон зависимости имеет форму $u^{-a}$

Коэффициент **a** приблизительно одинаков для всех видов горных пород.

Постоянный феномен для всех видов горных пород является то, что по мере роста скорости передвижения струи,

глубина выбоины уменьшается. В тех случаях, когда осуществляются глубокие выбоины, рекомендуется больше переходы с большими скоростями взамен меньшего числа перехода скорости с меньшими передвижением.

***e) Влияние расстояния отверстие - горная порода***

По мере роста расстояния от отверстия до горной породы глубина выбоины уменьшается. Постоянный феномен объясняется тем, что по мере роста расстояния струя рассеивается благодаря трением с воздухом. Глубина резки уменьшается в начале внезапно, а по мере роста расстояния – по медленнее.

## 4. Эксперименты с абразивными гидравлическими струями

Проводимые эксперименты в международном масштабе в специализированных лабораториях демонстрируют, без сомнения, что перфорирование и резка горных пород и твердых материалов с гидравлическими струями могут быть улучшены с использованием абразивной струей.

В экспериментах были использованы как абразивы кварцевый песок, корунд, углеродистый сицилий и гранат производимые в Румынии, в основном в Акционерное общества (АО) CARBOCHIM Клуж-Напока.

Для изучения закономерности абразивной гидравлической резки проектировали и реализовали питательный прибор с абразивными частицами, адаптированный к существующим лабораторным стендом.

В итоге, закономерные передвижения абразивной гидравлической струи аналогичны резки чистой гидравлической струи. Но все-таки существуют некоторые различия, которые считаем уместно их представить.

***a) Влияние диаметра отверстия гидравлической и абразивной струи***

Из проводимых экспериментов выявлено, что оптимальный диаметр отверстия $d_o$ это между 0,8 и 1 мм, исключение для гранита, у которого оптимальный диаметр 1,2 мм. Для тестирования всех видов горных пород оптимальный диаметр выхода абразивной струи $d_1 = 4$ мм.

Для каждой абразивной тестированной гаммы, выявлено, что существуют некоторые оптимальные концепции, для которых глубина выбоины максимальное. Например, в процессе резки гранита с гидравлической струей, для которой абразив был углеводистый сицилий, самые лучшие результаты (фигура 3) были достигнуты при концентрации 0,2 и 1,2 кг/минут.

Если применение воды с абразивами реализуется только в камере для перемешивания гидромонитора, а не в резервуаре питателя, рекомендованная концентрация меньше (0,8 кг/мин.). В данном случае абразив не должен быть гидроскопический, иначе затворяются пути руководства абразива к камере перемешивания гидромонитора.

***b) Влияние грануляции абразива***

Во время эксперимента были использованы гранулированные абразивы содержащихся между 10 и 100 мм. Самые лучшие достижения достигнуты с гранулированными абразивами на 100-150 мм (фигура 4). Грануляция абразива влияет на ширину выбоины и на качество резанных площадей. При высоких грануляциях абразива, образовавшиеся выбоины более широки.

Выводы

Для вывода, даже если достижения абразивных струях выше чисто гидравлических, для того чтобы быть уве-рены в том, что абразивы эффективны с эко-

номической точки зрения, мы должны анализировать гамму давления, диаметры использованных отверстии, расстояние отверстие - горная порода и концентрация использованного абразива.

В основном, струя высокого давления и, в особенности абразивы, благодаря передачи некоторых повышенных сил, являются «революционным» инструментом для добывания и разработки орнаментальных пород и строительных материалов, а многочисленные преимущества этой новой технологии дают ей право на уверенное будущее.

## *Коротко об авторах*

*Сорин Михай Раду* – профессор, доктор-инженер, Университет города Петрошань, Румыния.



***ТЕКУЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ О ЗАЩИТАХ ДИССЕРТАЦИЙ ПО ГОРНОМУ ДЕЛУ И СМЕЖНЫМ ВОПРОСАМ***

| *Автор* | *Название работы* | *Специальность* | *Ученая степень* |
|---|---|---|---|
| **САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГОРНЫЙ ИНСТИТУТ им. Г.В. ПЛЕХАНОВА** | | | |
| ШАРАФУТДИНОВ Зариф Закиевич | Управление технологическими параметрами буровых и тампонажных растворов изменением структурного состояния дисперсионной среды | 25.00.15 | д.т.н. |
| ДЕРНОВ Денис Алексеевич | Обоснование эффективных составов промывочных жидкостей на основе акриловых полимеров для вскрытия продуктивных пластов | 25.00.15 | к.т.н. |