

составляет 21%. В клинкере №2 на основе чистого дефеката немного меньше C_3S (60%) и C_3A (7,8%) и соответственно сумма минералов плавней (20%), но больше белита (18%). Во всех клинкерах повышенное количество MgO , в клинкере №1-2,28%, а в клинкере №2-2,79%. Сумма нежелательных оксидов SO_3 и R_2O соответственно равна 0,73 и 0,96%.

Прочность лабораторных цементов с удельной поверхностью 300 ± 10 м²/кг определялась в малых образцах размером 1,41×1,41×1,41 см из теста нормальной густоты состава 1: 0. Для сравнения также в малых образцах заформовали промышленный цемент ПЦ 500-Д0 с удельной поверхностью 290 м²/кг и прочностью 52,6 МПа. Затем прочность лабораторных цементов соотносилась с прочностью промышленного цемента, определенной в малых образцах и по ГОСТ 310.4-85.

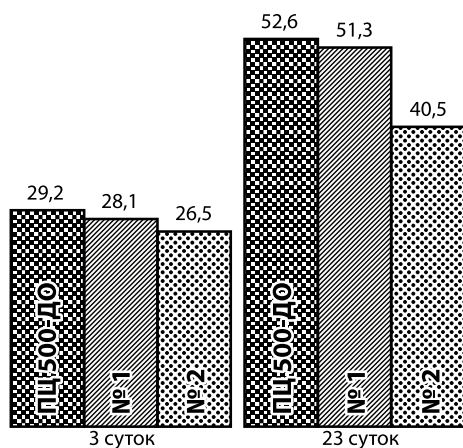


Рис. 4. Прочность лабораторных цементов, МПа

Прочность промышленного цемента ПЦ 500-Д0, определенная по ГОСТу, в возрасте 3 суток составила 29,2 МПа, а в 28 суток – 52,6 МПа. Как видно, прочность лабораторного цемента №1 на основе смеси мела и дефеката в соотношении 1: 1 в возрасте 3 суток составляет 28,1 МПа, к 28 суткам достигает 51,3 МПа, что соответствует марке 500 (см. рис. 4). Использование только дефеката в сырьевой смеси №2 приводит к снижению прочности цемента в 3 суток до 26,5 МПа, а в 28 суток – до 40,5 МПа.

Выводы

Использование дефеката в качестве заменителя карбонатного компонента в количестве 50% позволяет получить сырьевой шлам с требуемыми реологическими свойствами. При обжиге

мело-дефекатного шлама получается высококачественный цемент марки 500. При использовании чистого дефеката в качестве карбонатного компонента сырьевой смеси получается портландцемент только марки 400.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Силин, П. И. Технология сахара. – М.: Пищевая промышленность, 1967. – 624 с.

К ВОПРОСУ ВЫБОРА РАЦИОНАЛЬНОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ ДОБЫЧИ БЛОКОВ ПРИРОДНОГО КАМНЯ

Косолапов А. И., Косолапова С. А.,
Калиновская Т. Г.

*Институт горного дела, геологии
и геотехнологий Сибирского федерального
университета, Красноярск, Россия*

Одним из показателей, характеризующих технологию разработки месторождений природного камня, служит интенсивность добычи блоков, оцениваемая через скорость продвижения фронта работ, которая зависит как от продолжительности отдельных процессов добычи, так и интервалов времени между ними. Поскольку исследованиями авторов было доказано, что уменьшение интенсивности горных работ позволяет снизить уровень конечных напряжений в камне, а, следовательно, увеличить выход продукции из него, то вопрос выбора рациональной интенсивности имеет важное практическое значение.

Для определения необходимых для этого численных зависимостей на карьерах, разрабатывающих Кибик-Кордонское месторождение мрамора, и ряде гранитных месторождений на протяжении многих лет исследовали динамику коэффициента выхода блоков. При этом были использованы данные маркшейдерских замеров, ретроспективного и перспективного прогноза коэффициента выхода блоков с учетом элементов трещин с их координатной привязкой к площадкам уступов.

В результате было установлено, что относительное снижение коэффициента выхода блоков достигает максимума в июле – месяце с наиболее благоприятными климатическими условиями. Для объяснения этого феномена, по данным десятилетних метеонаблюдений рассчитали значения термических напряжений в мраморе на разной глубине в течение года и определили,

что их максимум приходится на июль. Это косвенно доказывает зависимость выхода блоков от интенсивности их добычи.

Для проверки взаимосвязи между выходом блоков и напряжением в разрабатываемом массиве сопоставили данные маркшейдерского учета и прогноза выхода блоков, связывая их со скоростью продвижения забоев. В результате было установлено, что чем выше скорость, тем больше относительное снижение выхода блоков. Это можно объяснить уменьшением коэффициента выхода блоков, обусловленным ростом интенсивности техногенной трещиноватости массива, вследствие роста напряжений в мраморе из-за увеличения скорости горных работ. Для проверки этого утверждения провели исследования эффективности раскола мраморных блоков гидроклиньями при двухстадийной технологии их добычи. В ходе исследований изучали влияние времени между первой и второй стадиями на силовые параметры разрушения и качество поверхности раскола. Анализ полученных данных свидетельствуют о том, что с увеличением времени между первой и второй стадиями добычи для создания направленной трещины при расколе необходимо прилагать меньшее усилие. При этом качество поверхности раскола мраморных блоков улучшается. Это связано с тем, что напряжения с течением времени релаксируются, а в силу эффекта памяти – концентрируются по плоскостям разрушения.

Табл. 1. – Влияние времени между двумя циклами разрушения на качество поверхности раскола мрамора НРС

№ образца	Время между циклами разрушения, час	Способ бурения шпуров для НРС
1	4-6	электро-сверление
2	120-140	электро-сверление
3	240-250	ударно-поворотное
4	600-610	ударно-поворотное

С этой же целью провели лабораторные исследования эффективности разрушения мрамора зарядами невзрывчатого разрушающего средства (НРС). Для этого блок мрамора с помощью НРС раскололи на четыре равные части (при этом поверхности раскола прошли через центры шпуров с НРС). Затем, через определенное время поочередно раскололи полученные куски мрамора. Результаты проведенных исследований (табл.1) можно объяснить тем, что при разрушении горных пород за пределами плоскости

их раздела возникают напряжения, которые суммируются с существующими в породе до разрушения и концентрируются в неоднородностях камня, и при повторном воздействии на камень поглощают дополнительную энергию и ухудшают качество поверхностей разрушения. Причем, чем меньше времени между циклами разрушения, тем значительнее влияние остаточных напряжений на эффективность разрушения.

Анализ наблюдений свидетельствует о зависимости коэффициента выхода блоков от интенсивности горных работ.

В целом, выполненные исследования позволили сделать следующие выводы:

1. Увеличение скорости добычных работ в некоторых случаях вызывает снижение коэффициента выхода блоков в 1,3-1,4 раза.

2. Увеличение времени между стадиями добычи мраморных блоков за счет релаксации в камне напряжений обеспечивает снижение энергии разрушения и улучшение качества поверхности раскола. Причем, время между стадиями добычи блоков при расколе по слоям можно уменьшать в 2-3 раза по сравнению с расколом вкрест слоев.

3. Подготовка мрамора к выемке при предварительном обнажении подготавливаемых объемов камня (проходке разгрузочных щелей) обеспечивает при одинаковой интенсивности горных работ относительный рост выхода блоков на 27-33 %.

4. Увеличение скорости подвигания фронта работ в условиях, сходных с Кибик-Кордонским месторождением с 1 до 6 м в месяц сопровождается снижением коэффициента выхода блоков в 1,3-1,5 раза.

Вышеизложенное указывает на необходимость учета геомеханических процессов при обосновании рациональной интенсивности добычных работ. Рациональной следует считать такую скорость добычных работ, которая обеспечивает максимальный объем добычи блоков на месторождении с заданными размерами. Причем, величину скорости необходимо устанавливать с учетом особенностей формирования напряженно-деформированного состояния оцениваемого месторождения мрамора.