

ФИНИШНАЯ АБРАЗИВНАЯ ОБРАБОТКА ГРАНИТА В МАГНИТНОМ ПОЛЕ**Акулович Л.М., Сергеев Л.Е., Дубновицкий С.К., Сенчуров Е.В.**

В общем случае технологическая схема обработки природного камня включает в себя следующие технологические операции: первичную приближенную, точную обработку изделий по форме, фактурную и финишную отработку [1]. Финишная обработка необходима для формирования у камня более гладкой поверхности. Обычно для этого используются следующие методы обработки (в сторону уменьшения шероховатости поверхности): шлифование, лощение, полирование. Недостатки существующих финишных методов обработки камня, в том числе и гранита, следующие:

- необходима высокая квалификация рабочего;
- высокий расход инструмента;
- большая доля ручного труда;
- высокая трудоемкость процесса обработки.

К числу перспективных методов финишной обработки относится магнитно-абразивная обработка (МАО) [2-4], при которой в роли режущего инструмента выступает рабочая технологическая среда (РТС), включающая частицы ферроабразивного порошка (ФАП), смазочно-охлаждающие технологические средства (СОТС) и электромагнитное поле (ЭМП). Ферроабразивная щетка из ФАП и СОТС формируется в зазоре между обрабатываемой поверхностью и полюсным наконечником электромагнита силами ЭМП.

Отличительной особенностью МАО от вышеперечисленных финишных способов чистой обработки является возможность управления движением абразивных частиц в зоне обработки за счет изменения осциллирующего движения, и главным образом, за счет изменения величины магнитного потока, и как следствие, силы давления на обрабатываемую поверхность, что позволяет производить обработку без микротрещин, надрывов, шаржирования, равномерно удалять материал с обрабатываемой поверхности. Ранее уже при помощи МАО обрабатывались мрамор и яшма [5].

Цель настоящей работы – исследование технологических возможностей процесса МАО при обработке гранита.

В связи с высокой твердостью гранита одной из задач является обеспечение роста режущей способности РТС при МАО. Традиционно в качестве агентов СОТС в силу ряда причин используются растворы поверхностно-активных веществ (ПАВ). Высокий уровень моющих и смазывающих свойств этих веществ обеспечивает необходимые качественные показатели, однако, их режущая способность более низкая в сравнении с эмульсолами. Это связано с тем, что присутствие в зоне резания раствора эмульсола приводит к росту как динамической, так и кинематической вязкости РТС, обеспечивает повышение коэффициента трения и уменьшает степень подвижности зерен ФАП, но, вместе с тем, снижает стойкость инструмента в отличие от использования ПАВ. Предлагаемым решением поставленной задачи является создание либо более производительной бинарной системы СОТС – ПАВ + вода, либо образование более сложной системы путем прибавления соответствующих присадок.

В производстве бинарных систем широкое применение находит такой продукт, как неонол, представляющий комплексное ПАВ в виде оксиэтилированных алкилфенолов на основе триммеров пропилена, которые являются технической смесью полиэтиленгликолевых эфиров моноалкилфенолов следующего состава:



где C_9H_{19} – алкильный радикал изононил, присоединенный к фенолу преимущественно в пара - положении к гидроксильной группе;

n – усредненное число молей окиси этилена, присоединенное к одному молю алкилфенолов.

Его достоинства заключаются в высокой поверхностной активности, моющей способности, широкой области использования, низком удельном расходе и удобной технологией использования жидкой товарной формы с низкой температурой замерзания (-25°C). Проведенные исследования данной бинарной системы показали, что использование 3-5% водного раствора не обеспечивает достаточность результатов процесса MAO гранита. Кроме того, несмотря на универсальность неолов, «узким местом» является неудовлетворительная био-разлагаемость данных продуктов, что сводится к рекомендациям по уменьшению их концентрации в промышленных средствах очистки, косметике, производстве пластмасс и т.п. Сложившаяся ситуация приводит к необходимости создания тройной системы ПАВ, которая путем структурной организации позволяет обеспечить формирование так называемой мезофазы. К данному классу организации имеет склонность термотронные мезофазы или, иначе говоря, потенциальные структурообразователи. Принцип их действия заключается в образовании упорядоченной структуры при определенном диапазоне температурного воздействия. Использование в данном виде СОТС в качестве присадки такого мезогенного соединения, как триэтаноламиновое мыло синтетических жирных кислот (СЖК) фракции C_7-C_9 позволяет создать тройную систему при наличии мезофазы. Данное соединение, кроме вышеупомянутого свойства, характеризуется полифункциональностью, а также высокой скоростью отклика на изменение условий обработки методом MAO, что доказывает эффективность его применения в СОТС СинМА-1 ТУ 38.5901176-91, в состав которого оно входит. Также обоснованием использования триэтаноламинового мыла СЖК фракции C_7-C_9 служит то, что гетероциклические органические соединения со слабыми межмолекулярными связями обладают способностью к мезоморфизму. Это в свою очередь связывается с возможностью формирования надмолекулярных органических ансамблей, т.е. адсорбции молекул, и, в конечном счете, с реальной возможностью проявления синергетизма по режущей способности данного состава СОТС. Такая способность для роста эффективности процесса MAO гранита определяется температурно-концентрационным районом существования мезофазного состояния. Данная концентрация присадки должна нивелировать скачок вязкости в зоне гелеобразования ПАВ, что благоприятно сказывается на моющей, смазывающей и, главное, режущей способности СОТС. При достижении необходимого уровня концентрации и образования требуемого показателя вязкости коэффициент трения между контактирующими телами – инструмент – обрабатываемый материал – может плавно изменяться и приобретать то значение, которое оптимально для указанных выше способностей СОТС. Зона гелеобразования в этих системах не имеет того флуктуационного перехода, что вызывает критическое поведение в связи с лавинообразным ростом вязкоупругих характеристик среды.

В качестве оборудования применялся роторный станок для MAO плоскостей АС 10.008 (рисунок 1), технические характеристики которого приведены в таблице 1.

Исследования проводились на образцах гранита $L \times B \times H = 100 \times 100 \times 15$ мм при следующих параметрах и режимах MAO: величина магнитной индукции $B = 0,8-1,2$ Т; скорость резания $V_p = 1-3$ м/с; амплитуда осцилляции $A = 3$ мм; скорость осцилляции $V_o = 0,10-0,25$ м/с; величина рабочего зазора $\delta = 1-4$ мм; коэффициент заполнения рабочего зазора $K_3 = 1$; ФАП – $FeTiC$ (рисунок 2) и магнитно-абразивный порошок АСМ ГОСТ 9206-70 (рисунок 3) с размерами частиц $\Delta = 160/300$ мкм и $\Delta = 63/100$ мкм соответственно; СОТС на основе оксиэтилированных алкилфенолов, 3%-ный водный раствор; расход СОТС – 150 мл/мин; скорость подачи СОТС – $w = 0,55$ м/с; время обработки $t = 45$ мин. Черновая обработка образцов производилась путем использования ФАП $FeTiC$ в течение 30 мин, а окончательная обработка проводилась с применением магнитно-абразивного порошка АСМ в течение 15 мин.

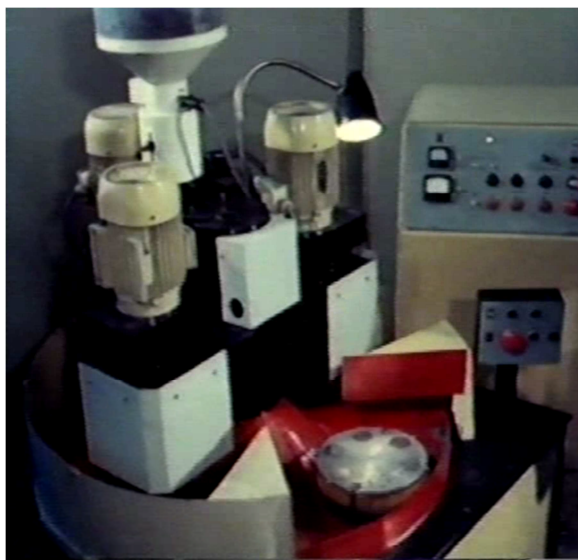


Рисунок 1 – Фотография станка для
 MAO плоскостей АС 10.008

Таблица 1 – Техническая характеристика станка АС 10.008

Максимальная величина рабочего зазора, мм	5
Габариты обрабатываемых деталей, мм: ширина; длина	175 175
Число катушек	7
Максимальная величина тока, А	3
Максимальная магнитная индукция, Т	1,5
Максимальная частота вращения, об/мин: шпинделя ротора; ротора; рабочего стола	280 0,5 330
Мощность электродвигателя, кВт	5
Габариты устройства, мм: длина; ширина; высота (с электродвигателями)	1340 1180 1980
Масса, кг	2100

В результате MAO гранитных образцов получена гладкая матовая поверхность с равномерной шероховатостью по всей обработанной площади, что сопоставимо с результатами после лощения. В отличие от необратимого износа инструмента при шлифовании и лощении, ФАП может быть повторно использован после магнитной сепарации отходов. При MAO на несколько порядков снижен расход воды (при шлифовании и лощении расход воды на единицу инструмента составляет 8-15 л/мин).

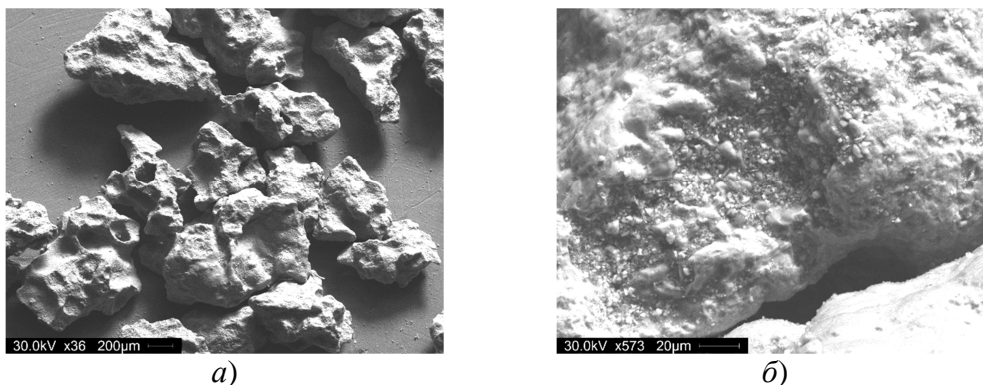


Рисунок 2 – Морфология поверхности порошка $FeTiC$ при различных увеличениях: а) $\times 36$; б) $\times 573$

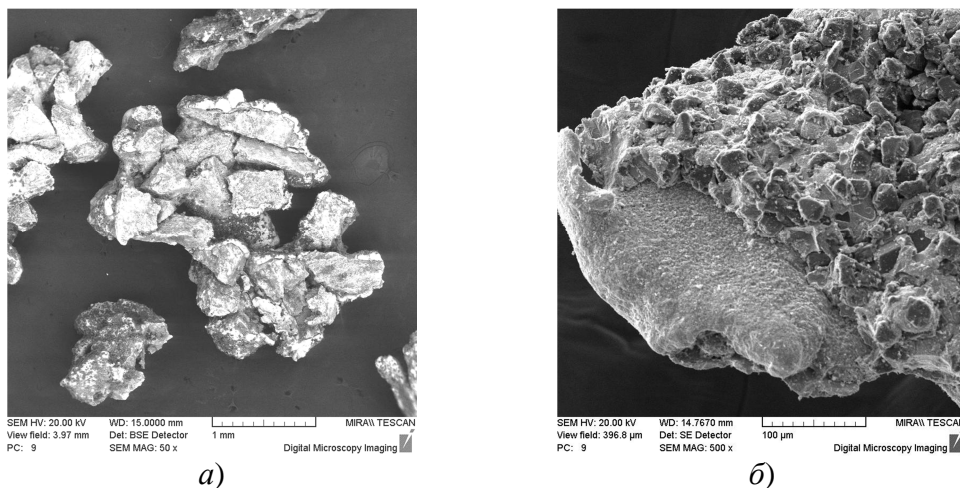


Рисунок 3 – Морфология поверхности МАП АСМ при различных увеличениях: а) $\times 50$; б) $\times 500$

В результате проведенных экспериментальных исследований установлено, что использование метода МАО для обработки природного камня имеет определенные перспективы и может конкурировать с классическими финишными методами обработки, такими как шлифование и лощение.

Литература

1. Рочняк, Л.В. Технологические комплексы на обработке природного камня / Л.В. Рочняк // Известия Уральского государственного горного университета. – 2003. – Вып. 17. – С. 246-254.
2. Барон, Ю.М. Магнитно-абразивная обработка изделий и режущего инструмента / Ю.М. Барон. – Л.: Машиностроение, 1986. – 236 с.
3. Технологические основы обработки изделий в магнитном поле: монография / П.И. Ящерицын, Л.М. Кожуро, А.П. Ракомсин и др. – Минск: Физико-техн. ин-т, 1997. – 415 с.
4. Скворчевский, Н.Я. Эффективность магнитно-абразивной обработки / Н.Я. Скворчевский, Э.Н. Федорович, П.И. Ящерицын. – Минск: Навука і тэніка, 1991. – 216 с.
5. Оликер, В.Е. Порошки для магнитно-абразивной обработки и износостойких покрытий / В.Е. Оликер. – М.: Metallurgia, 1990. – 176 с.