

## **ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОЦЕССА ОБРАБОТКИ ИЗДЕЛИЙ ИЗ МРАМОРА И ГРАНИТА**

*Крещук С.А., Люманов Б.С., Ягьяев Э.Э.*

*Севастопольский государственный университет, г. Севастополь*

**Ключевые слова:** мрамор, гранит, резка, обработка, гравировка, лазер.

**Аннотация.** В статье проведен сравнительный анализ применения различных методов промышленной обработки не металлических природных материалов, таких как мрамор и гранит. Проведенный анализ состояния вопроса, отражает актуальные, на сегодняшний день пути развития данной проблемы. Классические методы обработки имеющие свои достоинства и недостатки, достигнув предела уровня своего исторического развития не отвечают современным требованиям промышленного производства. Инновационными, с точки зрения перспективы является методы лазерной обработки мрамора и гранита.

## **TECHNOLOGICAL SUPPORT FOR THE PROCESSING OF PRODUCTS FROM MARBLE AND GRANITE**

*Kreshuk S.A., Lyumanov B.S., Yagyaev E.E.*

*Sevastopol state university, Sevastopol*

**Keywords:** marble, granite, cutting, processing, engraving, laser.

**Abstract.** The article provides a comparative analysis of the application of various methods of industrial processing of non-metallic natural materials, such as marble and granite. The analysis of the state of the issue reflects the current ways of developing this problem. Classical processing methods that have their own advantages and disadvantages, having reached the limit of the level of their historical development, do not meet the modern requirements of industrial production. Techniques for laser processing of marble and granite are innovative from the point of view of perspective.

**Постановка проблемы.** В настоящий момент современного развития промышленного производства, существующие методы обработки природных материалов не в полной мере удовлетворяют возрастающие масштабы потребления, а высокие требования к качеству и снижению конечной себестоимости требуют, новых путей развития современного станочного оборудования. Основными критериями которого являются, наличие возможности полной автоматизации технологических процессов, высокой производительности, ресурсной экономичности и экологической безопасности производства. Существующие, механические методы обработки, достигнув своего технологического предела, не дают возможности получить, требуемые показатели соотношения качества и себестоимости. Все основные механизированные способы обработки мрамора и гранита, сопровождается высокими расходами на режущий инструмент и большое количество используемой воды в качестве СОТС.

**Цель статьи** – выполнить анализ существующих методов обработки мрамора и гранита, позволяющих получать изделия требуемого качества и себестоимости.

**Изложение основного материала.** Прежде чем анализировать методы обработки природных материалов, приведем минералогический состав мрамора и гранита. Как известно горные породы представляют собой механические сочетания различных по составу минералов, в том числе и жидких [1]. Состав типичных гранитов, имеющих обычно зернистое кристаллическое строение, характеризуется сравнительно небольшим количеством компонентов [1]: кварц, щелочной полевой шпат (ортоклаз, микроклин, анортоклаз), кислый плагиоклаз (альбит, чаще всего олигоклаз), биотит, роговая обманка, пироксен. Второстепенными компонентами гранита служат: гранат, апатит, турмалин, магнетит, циркон, сфен, кордиерит, пирит, эпидот. Для практических целей большое значение имеет структурная классификация гранитов, в основу которой кладется размер полевошпатовых частиц [2], поэтому гранит подразделяют на пять групп: мелкозернистые (с зернами полевого шпата 1-2 мм), довольно мелкозернистые (1-5 мм), среднезернистые (2-10 мм), крупнозернистые (3-15 мм), очень крупнозернистые (3-30 мм).

Мрамор – кристаллическая горная порода, образовавшаяся в результате перекристаллизации известняка ( $\text{CaCO}_3$ ) или доломита ( $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$ ), поэтому различают кальцитовые и доломитовые мраморы [3]. В мраморе всегда содержатся примеси других минералов: кварц, халцедон, гематит, пирит, лимонит, хлорит и др. Рисунок обработанной поверхности является результатом, не только внутреннего строения мрамора, но и что, не маловажно, направлением по которому производится распиливание камня.

Мрамор применяется с античности как конструкционный и облицовочный архитектурно-строительный материал благодаря своим физико-химическим и декоративным свойствам. Гранит, имея высокую механическую твердость, является востребованным материалом не только в качестве отделочных, строительных материалов, но и применяется в машиностроении для изготовления рабочих столов высокоточного станочного оборудования. На рисунке 1 представлены наиболее распространенные в современном производстве методы обработки мрамора и гранита.

Из многообразия методов обработки мрамора и гранита для машиностроительных предприятий можно выделить такие методы, как резка, гравирование и фрезерование. Анализ технологических процессов резки, гравировки и фрезерования предлагает следующие способы их реализации:

Ручная гравировка – самый древний и проверенный временем, классический способ создания изображения на камне – классическая ручная гравировка. Этот метод полностью исключает автоматизацию и применение современного оборудования. Данный способ применяют в работе, лишь очень опытные резчики [4].

Обработка при помощи портативных ручных гравировальных машинок, гравер-матовка - подразумевает под собой частичную механизацию процесса ручной гравировки. Вибрографёр-матовка-электрическая гравировальная машина ударного типа или крутящаяся, предназначена для портретных работ и мелкой гравировки. Применяется для создания портретов на камне и подправки гравировки после станка с ЧПУ, дает возможность варьировать и разделять фактурную основу изображения, проводить художественные работы [4].

Обработка на гравировальных станках. Гравировальный станок представляет собой игольчатый механизм ударного типа.

Технологически метод его работы основана на нанесении ударов твердосплавными иглами по обрабатываемой поверхности, а управляющие воздействия выполняет система ЧПУ станка.

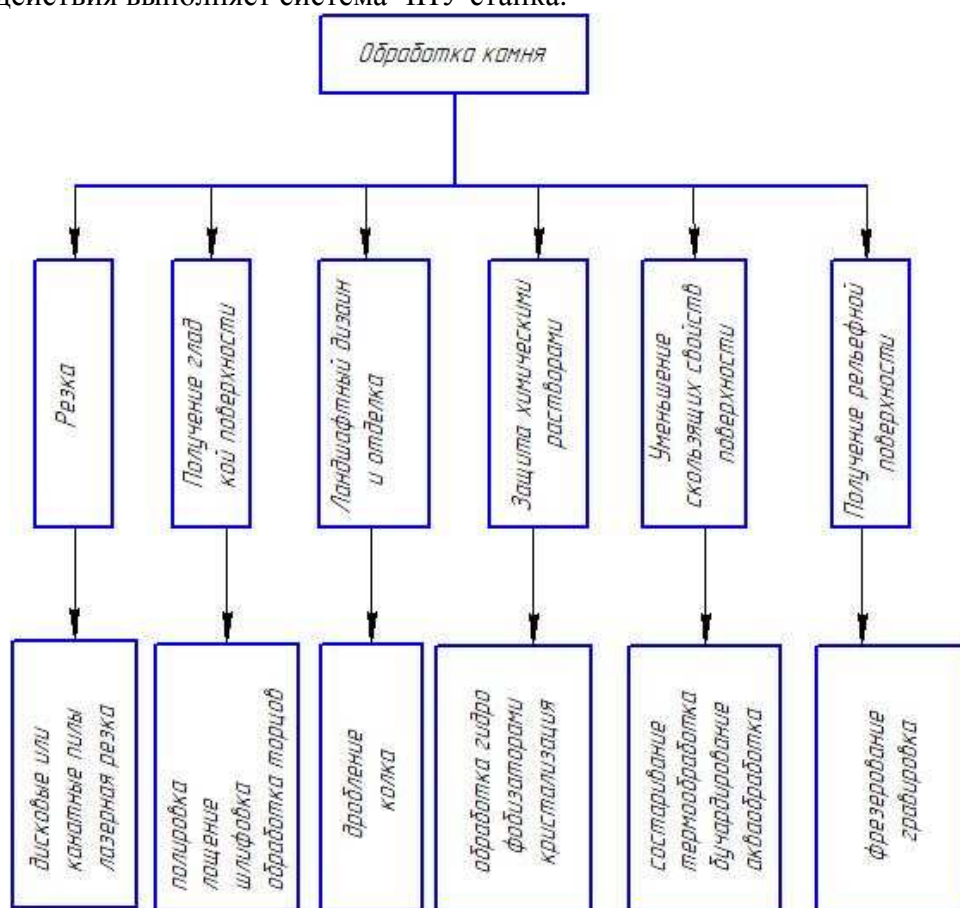


Рис. 1. Методы обработки мрамора и гранита

*Гидроабразивная резка* – технология обработки камня с помощью тонкой струи воды, которая выходит из сопла с большой скоростью и под большим давлением – до 6000 атмосфер. Существуют два вида резки с использованием только воды и вода с добавлением абразива [5]. Струя жидкости позволяет обрабатывать сложный профиль с любым радиусом

закругления. Поскольку ширина реза составляет 0,1-3,0 мм, отход материала в стружку меньше, чем при традиционных методах обработки, рез можно начинать в любой точке заготовки и при этом не нужно предварительно выполнять отверстие. Линия разреза может быть любой кривизны, иметь острые углы и крутые радиусы.

Обработка лазером является перспективным и не полностью исследованным методом обработки мрамора и гранита. Лазерное гравирование и резка дает хорошие результаты обработки, и в настоящее время, является одним из наиболее популярных и прогрессивных методов обработки природного камня [6-7]. Обработка лазером является бесконтактным процессом, который быстрее любого механического процесса. Без износа инструмента, необходимости его очистки, и сильной фиксации.

**Выводы.** Выполненный анализ существующих методов в области обработки природных материалов, мрамора и гранита показывает, что применения CO<sub>2</sub> лазеров повысит эффективность процесса резки и гравирования, позволит, существенно снизить затраты на единицу производимой продукции, сократит затраты на инструмент и технологическую оснастку, увеличит экологическую составляющую производства.

#### **Список литературы**

1. Петрофизика. Справочник. Кн. 1. Горные породы и полезные ископаемые / Под ред. Н.Б. Дортман. – М.: Недра, 1992. – 391 с.
2. Граниты. Постмагматическая тектоника и углеводородный потенциал / М.Г. Леонов, Е.С. Пржиялговский, Е.В. Лаврушина; Отв. ред. член-корр. РАН К.Е. Дегтярев. – М.: ГЕОС, 2018. – 331 с
3. Физические свойства минералов и горных пород при высоких термодинамических параметрах. Справочник / Под ред. М.П. Воляровича. – М.: Недра, 1988. – 253 с.
4. Васильев В.А. В помощь граверу. – М.: Легпромбытиздат, 1990. – 96 с.
5. Сычев Ю.И. Берлин Ю.Я. Распиловка камня. Учеб. для проф.-тех. училищ. – М: Стройиздат, 1989. – 320 с
6. Лазерная техника и технология. Кн. 4: Лазерная обработка неметаллических материалов. Под ред. А.Г. Григорьянца. – М.: Высш. шк., 1987. – 187 с.
7. Букатый В.И., Перфильев В.О. Воздействие мощного излучения CO<sub>2</sub>-лазера на гранит и мрамор // Известия АТУ: математика, информатика, физика.. – 2000. – №1(15). – С. 82-86.

#### **References**

1. Petrophysics. Directory. Book. 1. Rocks and minerals / Ed. N.B. Dortman. – M.: Nedra, 1992. – 391 p.
2. Granites. Postmagmatic tectonics and hydrocarbon potential / M.G. Leonov, E.S. Przhialgovskiy, E.V. Lavrushina.; Resp. ed. Corresponding Member RAS K.E. Degtyarev. – M.: GEOS, 2018. – 31p.
3. Physical properties of minerals and rocks at high thermodynamic parameters. Directory / Ed. M.P. Volarovich. – M.: Nedra, 1988. – 253 p.
4. Vasiliev V.A. To help the engraver. – M.: Legprombytizdat, 1990. – 96 p.
5. Sychev Yu.I. Berlin Yu.Ya. Sawing stone. Textbook. for prof.-techn. schools. – M: Stroyizdat, 1989. – 320 p.

6. Laser technology and technology. Book. 4: Laser processing of non-metallic materials. Ed. A.G. Grigoryants. – M.: Higher. sch., 1987. – 187 p.
7. Bukatyy V.I., Perfiliev V.O. Impact of powerful CO2-laser radiation on granite and marble // Izvestia ATU. – 2000. – No.1(15). – P. 82-86.

*Сведения об авторах:*

*Information about authors:*

<b>Крещук Степан Александрович</b> – магистрант, Севастопольский государственный университет, г.Севастополь	<b>Kreshchuk Stepan Aleksandrovich</b> – master student, Sevastopol state university, Sevastopol, Russia
<b>Люманов Бекир Серверович</b> – магистрант, Крымский инженерно-педагогический университет имени Февзи Якубова, г.Симферополь, Россия	<b>Lyumanov Bekir Serverovich</b> – master student, Crimean Engineering and Pedagogical University the name of Fevzi Yakubov, Simferopol, Russia
<b>Ягьяев Эльмар Энверович</b> – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры технологии машиностроения, Севастопольский государственный университет, г.Севастополь, Россия, elmar1875@gmail.com	<b>Yagyaev Elmar Enverovich</b> – candidate of technical sciences, associate professor, associate professor of the Department of Technology mechanical engineering, Sevastopol state university, Sevastopol, Russia, elmar1875@gmail.com

*Получена 17.03.2021*