

*Тимошенко М. Ю.*  
*студент гр. ПГМ-15м,*  
*Левченко Э. П.*  
*к.т.н., проф. каф. ПГМ*  
*ГОУ ВО ЛНР «ДонГИИ», г. Алчевск, ЛНР*

## **АЛЬТЕРНАТИВНЫЙ АБРАЗИВ ДЛЯ ГИДРОАБРАЗИВНОЙ РЕЗКИ МАТЕРИАЛОВ**

В настоящее время все более происходит развитие новых эффективных видов обработки различных материалов, отличающихся возможностью компьютерного управления процессом резания, что существенно повышает точность и производительность выполняемых технологических операций при высокой степени их автоматизации и точности обработки.

Среди таких основных подходов к обработке различных материалов наибольшее распространение получают лазерное, гидравлическое и гидроабразивное резание. При сравнительной стоимостной оценке оборудования, примерно одинаковое по техническим характеристикам аппарата для различных видов энергетического воздействия на материал обладает примерно одинаковой ценой. Однако такому оборудованию присущи свои недостатки и преимущества. Так, например, при лазерной резке материалов на кромке реза может достигаться высокая температура, а также выделяться вредные вещества, что не всегда является допустимым, а гидравлическая резка водой требует создание огромного давления. При гидроабразивной резке давление воды может достигать около 4000 атмосфер, что недостаточно для эффективного воздействия на обрабатываемый материал. Однако подмешивание в водную среду твердых абразивных частиц позволяет при этой величине давления производить эффективную обработку материала, когда непосредственное воздействие оказывает сам абразив, а вода выполняет лишь функцию транспортирующего агента, разгоняющего твердые частицы до нужных скоростей.

По сравнению с технологиями термической обработки (кислородной, плазменной, лазерной и др.) гидроабразивная резка обеспечивает:

- более высокое качество реза из-за минимального термического влияния на заготовку (без плавления, оплавления или пригорания кромок);
- возможность резки термочувствительных материалов (ряда пожаро- и взрывоопасных, ламинированных, композитных и др.);
- экологическую чистоту процесса, полное отсутствие вредных газовых выделений;
- взрыво- и пожаробезопасность процесса.

При гидроабразивной резке наибольшее распространение получил гранатовый песок, доведенный по крупности до фракций, указанных в таблице 1 [1].

Абразивный гранатовый песок относится к твердым абразивам (твердость 7–8 по Моосу), в промежутке кварцем (класс 7) и топазом (класс 8) минералогической шкалы [2]. Зернистость гранатового песка определяется размером основной фракции, преобладающей по массе и выражаемой в мешах (mesh) обозначается дробью, где в числителе указывается размер стороны ячейки верхнего сита, а в знаменателе размер стороны ячейки нижнего сита (например 100 отверстий на один дюйм, равный 2,54 см).

Гранатовый песок, традиционно применяемый в качестве абразива, делится на две большие группы: «Garnet Rock» (который добывается шахтным способом, ко второй добываемый вдоль побережья морей и рек) и «Garnet Beach» (добываемый вдоль побережья морей и рек). Наибольшие залежи располагаются в США, Бразилии, Европе (Чехия), Индии, Австралии, Китае, Монголии, ЮАР, Украине, в России (Карелия, Якутия, Чукотка) [3].

Таблица 1 — Характеристики гранатового песка

Наименование абразива, характеристики	Размер частиц		Цена
	Зернистость, mesh	Фракция, мм	Розничная цена, руб/кг
120 mesh «Р-Гарнет» (горный гранат альмандин)	100/120	0,1–0,2	44,2
80 mesh «Р-Гарнет» (горный гранат альмандин)	50/80	0,15–0,3	45,2
60 mesh «Р-Гарнет» (горный гранат альмандин)	30/60	0,3–0,6	46,2

Рациональный размер частиц абразива определяется по формуле

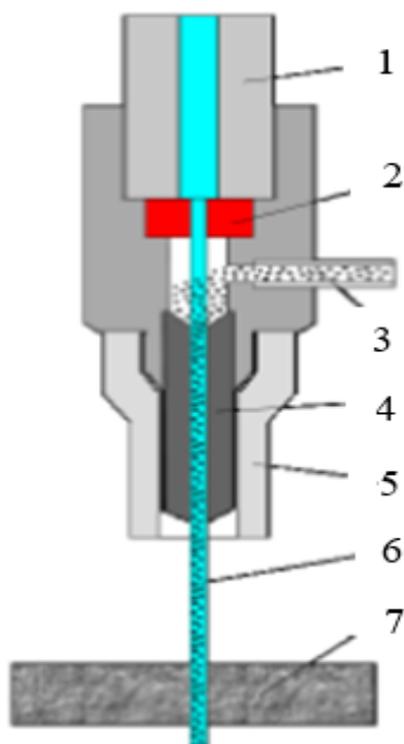
$$d_{рац} < \frac{d_{см} - d_{ес}}{2},$$

где  $d_{см}$  — внутренний диаметр смесительной трубки;

$d_{ес}$  — внутренний диаметр водяного сопла (рис. 1).

Обычно внутренний диаметр смесительной трубки составляет от 0,5 до 1,5 мм при внутреннем диаметре сопла-дюзы от 0,08 до 0,5 мм, что обеспечивает подачу струи воды со скоростью больше скорости звука в 4 раза. Расход абразива в зависимости от толщины реза составляет от 0,18–0,27 до 0,91 кг/мин. Таким образом актуальным является выявление более дешевого абразива, не сжигающего эффективность обработки.

С учетом данных, представленных в таблице 2 [4], видно, что достаточно неплохим и более дешевым заменителем дорогостоящего гранатового песка может являться мелкодисперсная стальная пыль, остающаяся от приготовления остроугольной стальной дроби путем раскалывания исходных частиц округлой формы в шаровой мельнице.



1 — подача воды под давлением; 2 — сопло; 3 — подача абразива; 4 — смеситель; 5 — кожух; 6 — режущая струя; 7 — обрабатываемый материал

Рисунок 1 — Гидроабразивная режущая головка

Таблица 2 — Стойкость работы сопла в зависимости от его материала, час.

Материал сопла	Стальная остроугольная дробь	Кварцевый песок	Оксид алюминия
Карбид вольфрама	500–800	300–400	20–40
Карбид кремния	500–800	300–400	50–100
Карбид бора	1500500–8002500	3750-1500	200–1000

Она обладает высокой износостойкостью и твердостью, приобретенной в результате предварительной закалки при сравнительно более низкой себестоимости, чем гранатовый песок. Данные таблицы 1 относятся к сухому трению, имеющему место при пескоструйной обработке материалов, поэтому целесообразно выявить закономерности такого влияния для жидкостного трения, имеющего место при гидроабразивной обработке.

Результаты проведенных исследований ООО «ФинДжет» [5] свидетельствуют, что значительное повышение (в 3 раза) производительности резания высокопрочных материалов обеспечивает более твердый абразив корунд. Его использование повышает производительности ориентировочно до 300 %. Однако при этом наблюдается ускоренный износ за 10–30 часов.

С учетом вышесказанного, актуальным является проведение экспериментальных исследований применения мелкодисперсных частиц стального абразива, остающегося от получения стальной дроби с целью импортозамещения в условиях санкций, снижения затрат на расходные материалы и повышения эффективности резания материалов с учетом того, что один из немногочисленных заводов стальной дроби располагается непосредственно в нашем регионе (г. Алчевск).

#### Список литературы

1. Виды природных гранатов, их свойства, состав и использование [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.teh-stroy.ru/granatovyuy-pesok-garnet.php>.
2. Результаты анализа мирового рынка гранатового песка [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://marketing.rbc.ru/articles/319/>.
3. Аленичев, В. М. Геоинформационный поиск импортозамещающего сырья для гидроабразивной резки материалов / В. М. Аленичев // Проблемы недропользования. — 2019. — № 1. — С. 83–89.
4. Таблица расходов воздуха, абразива, сопла, шланги [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.alfadetal.ru/product/category/splashlangs.html>.
5. Гранатовый песок для гидроабразивной резки: назначение и применение [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://nzmetallspb.ru/osnastika/granatovyj-pesok-dlya-gidroabrazivnoj-rezki-naznachenie-i-primenenie.html>.