

Исследование воздействия излучения импульсного волоконного лазера на горную породу амфиболит Яценко С. Н.¹, Яценко М. А.²

¹Яценко Сергей Николаевич / Yatsenko Sergey Nikolaevich – аспирант, кафедра горного дела и комплексного освоения георесурсов, инженерная школа;

²Яценко Мария Андреевна / Yatsenko Mariya Andreevna- студент, кафедра общей физики, школа естественных наук, Дальневосточный Федеральный университет, г. Владивосток

Аннотация: в статье рассматривается проведение экспериментального исследования по воздействию лазерным излучением в разных режимах работы на горную породу Амфиболит и выбора нужного режима работы лазера для подготовки соответствующего технического задела и дальнейших исследований в этом направлении.

Ключевые слова: оптоволоконный лазер, лазерное излучение, разрушение, горная порода, эксперимент.

Введение

Традиционные способы воздействия на горные породы, основанные на их механическом разрушении, практически приблизились к пределу своих технических возможностей. В связи с этим в мире возникла проблема разработки новых, более эффективных способов разрушения горных пород, обеспечивающих на длительную перспективу конкурентоспособность таких устройств по сравнению с лучшими в мире образцами буровой техники.

В настоящее время все чаще проявляется интерес к нетрадиционным способам разрушения. Наиболее явно это проявляется в области лазерной техники. Применение лазерных технологий для обработки различных твердых материалов и в горной добыче активизировалось с появлением современных волоконных лазеров, имеющих КПД до 30 % [1].

Результаты исследования

В Инженерной школе ДВФУ выполнено исследование по разрушению горной породы с использованием оптоволоконного иттербиевого лазера **ИЛИ-1-50** («ИРЭ-Полюс») с выходной мощностью 50 Вт [2]. В процессе испытаний лазер работал в режиме импульсного излучения с длиной волны 1062 нм. Расстояние от выходного коннектора до поверхности резания составляло 13 см, мощность излучения 50 Вт. Эксперимент проводился на образце породы амфиболит. Результаты экспериментальных исследований по воздействию на образец представлен в таблице 1.

Амфиболит (рисунок 1) представляет собой зеленые и серо-зеленые породы различной зернистости с массивной, но чаще сланцеватой текстурой. В соответствии с классификацией горных пород Протоdjаконова М. М., амфиболиты месторождения относятся к крепким и очень крепким породам II-IV категории крепости и обладают коэффициентом крепости до 17- 18.



Рис. 1. Образец породы до эксперимента

С изменением частоты импульса и скорости развертки лазерного излучения результат воздействия варьируется от плавления до испарения породы.

Время воздействия на образец в зависимости от частоты импульса менялось от 20 до 180 секунд. Частота импульса варьировалась пошагово, а именно: 20; 80 и 100 кГц. Ниже представлены фотографии образца после воздействия лазера с частотой 20 кГц (рисунок 2).

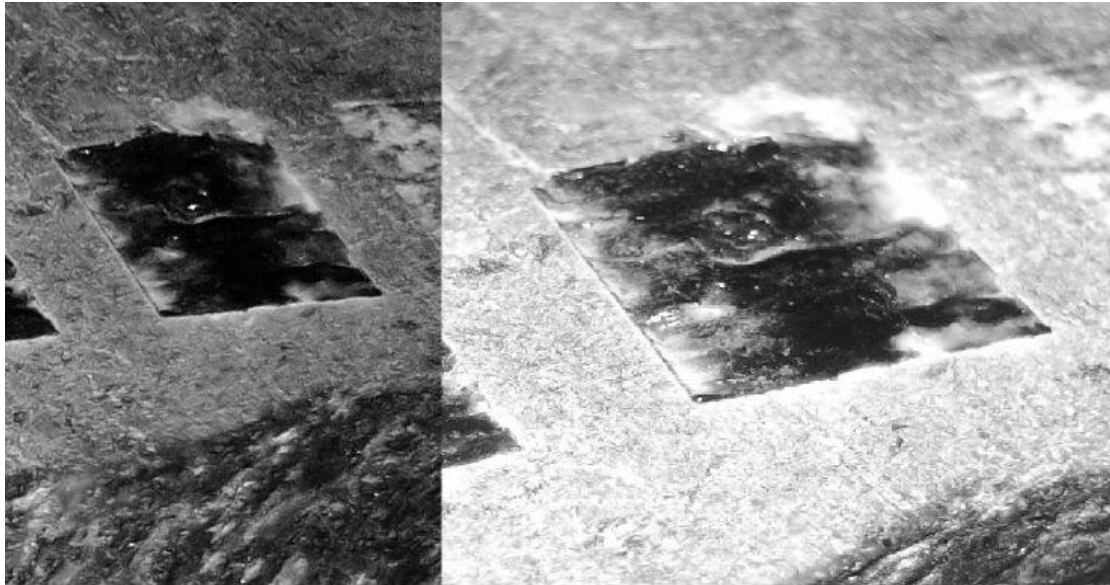


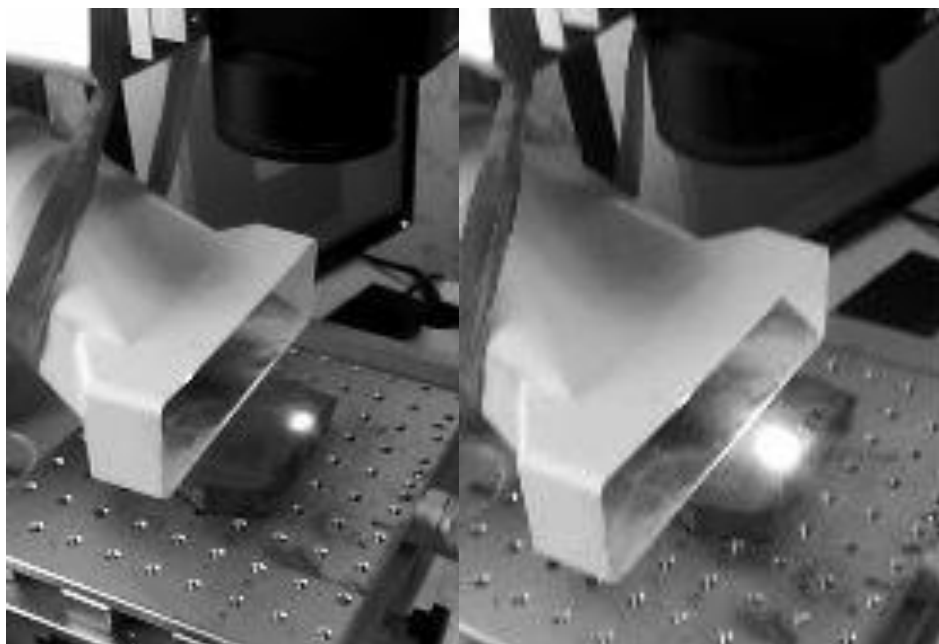
Рис. 2. Образец породы после воздействия лазера с частотой импульса 20 кГц

Образец амфиболита под действием излучения с частотой 20 кГц и небольшой скорости развертки образовывал ярко светящийся факел. В районе воздействия излучения 8x8 мм (квадрат) возникала область со стекловидным оплавлением. Тот же самый эффект получили и при частоте импульса 80 кГц.

Совсем иначе реагировал образец на излучение лазера с частотой 100 кГц и более высокой скоростью развертки. Районом воздействия лазера выбран квадрат 12x12 мм. В фокусе на поверхности породы наблюдался ярко светящийся факел. Однако образец не плавился, а испарялся (сжигался). На месте возникновения факела образовалась лунка с чистыми и ровными стенками. Фотографии образца после воздействия лазера с частотой 100 кГц (рисунок 3), а также фотографии образовавшихся факелов при воздействии лазера представлены ниже (рисунок 4).



Рис. 3. Образец породы после воздействия лазера с частотой импульса 100 кГц



а) б)

Рис. 4. а) факел при частоте 20кГц и 80кГц; б) факел при частоте 100кГц

Таким образом, оба результата эксперимента являются положительными, и на основе полученных результатов можно проводить дальнейшие исследования в области разрушения горной породы с применением более мощных лазеров как импульсных, так и непрерывного действия.

Перспективность разрушения (бурения) горной породы лазером обусловлена тем, что буровой инструмент не имеет механического контакта с горной породой и поэтому его износостойкость теоретически не ограничена. Для лазерного луча твердость горной породы не имеет какого-либо существенного значения (решающее отличие от всех механических способов бурения). Во всех случаях при лазерном бурении форма сечения может быть запрограммированной, а стенка скважины будет формироваться из расплава горной породы, и будет представлять собой стеклообразную массу, позволяющую повысить коэффициент вытеснения бурового раствора цементным. Либо испарять породу в заданной рамке, что упрощает проходку и не требует энергоемких затрат на выемку породы. Сечение скважины при формировании ствола может иметь произвольную форму. Компьютер по разработанной программе дистанционно задает режим сканирования лазерного луча, что позволяет запрограммировать размер и форму ствола скважины.

Таблица 1. Данные экспериментального исследования по воздействию лучем лазера на образец горной породы амфиболит

Мощность излучения, Вт	Частота импульса, кГц	Время резания, с	Глубина резания, мм	Площадь реза, мм ²	Энергоемкость резания амфиболита, Дж
50	20	20	1	64	1440
50	80	60	2	64	4320
50	100	180	1.5	144	12960

Заключение

В работе исследуется процесс разрушения горной породы амфиболит с использованием оптоволоконного иттербиевого лазера ИЛИ-1-50 с выходной мощностью 50 Вт. Выполненные расчеты энергоемкости на основе проведенных экспериментальных исследований показывают перспективность воздействия лазерного излучения на процесс разрушения очень крепких горных пород [3].

Литература

1. Панченко В. Я. Лазерные технологии обработки материалов: современные проблемы фундаментальных исследований и прикладных разработок. — М.: Физматлит, 2009.
2. ИРЭ-Полус. [Электронный ресурс]: URL: www.ntoire-polus.ru/products_low_ilm.
3. Афанасьев Ю. В., Завестовская И. Н., Зворыкин В. Д. и др. // Квантовая электроника. 2000.

