

# ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ПОДВОДНОЙ РЕЗКИ

## МЕТАЛЛОЛОМА



**Максим Львович  
ЧЕРНЫЙ**

начальник отдела маркетинга ООО «Композиционные материалы»

**В**ысокие цены на лом черных и цветных металлов в последние годы способствуют развитию ломопереработки. В оборот взяты практически все виды лома в большинстве регионов страны. Исключение — затопленные суда и портовые сооружения, суммарный объем которых весьма значителен. Кроме очевидной экономической перспективы, задача переработки подводного лома лежит и в другой плоскости — экологической. Во многих бухтах и портах сложилась катастрофическая ситуация, связанная с загрязнением акватории большим количеством металла.

Краеугольным камнем в переработке затопленных судов и металлоконструкций, является отсутствие эффективного оборудования для резки металла в таких условиях. Известны следующие способы термической подводной резки: газокислородная, электрокислородная, плазменная и электродуговая. Применение первых 2-х способов регламентируется, в частности, СНиП 3.07.02-87 «Гидротехнические морские и речные транспортные сооружения».

Газокислородная резка не дает высокой скорости реза, при этом металл в воде интенсивно охлаждается, и требуется расход кислорода в 10–15 раз больше, чем для аналогичных работ на воздухе. Бензорез за 1 час расходует 30–50 м<sup>3</sup> кислорода, 10–20 кг бензина; а также некоторое количество азота. Газокислородная резка требует высокой квалификации резчи-

ков, непригодна для резки цветных металлов и легированных сталей.

Электрокислородная (экзотермическая) резка, сочетающая энергию дугового разряда и струи режущего кислорода, в настоящее время самая распространенная. В основном применяют стальные трубчатые электроды с обмазкой (диам. 5–7 мм) с осевым каналом для режущего кислорода и специальные электроды из карборунда (диам. 15–20 мм) длиной 350–400 мм. Время сгорания стального электрода 1 минута, керамического — 15 минут.

Наиболее современен экзотермический способ резки, предложенный фирмой «BROCO UNDERWATER», основанный на химической реакции электрода и разрезаемого материала. Несмотря на приемлемую производительность экзотермической резки, следует отметить высокую стоимость электродов.

Ограниченно применяется для работ под водой плазменно-дуговая резка металла толщиной 8–40 мм на глубинах до 10 м. Резку производят при силе тока 200–600 А и напряжении дуги 120–140 В.

Электродуговая подводная резка осуществляется металлическими электродами диаметром 5–10 мм с изолирующей обмазкой, при силе тока 350–500 А. Производительность всех применяемых способов приведена в сопоставительной таблице.

Очевидно, что скорость резки традиционными способами невысока и сопряжена с повышенными материальными затратами.

Такие потери времени и ресурсов приемлемы при ремонтно-строительных и монтажных работах, но явно

чрезмерны в случае утилизации затонувших судов и металлоконструкций. Скорость резки — важнейший фактор, т. к. определяет время пребывания водолазов-резчиков под водой. Именно поэтому стоимость таких работ чрезвычайно высока — порядка 3500–5000 руб. за метр реза при толщине металла 10 мм (данные по специализированным организациям на 2004 г.).

Экономически приемлемым вариантом является подъем судна и буксировка его к месту утилизации, что осложнено необходимостью проектных работ, согласований с контролирующими органами, использованием специальной техники и квалифицированных специалистов. Резка судна на месте затопления, с подъемом лома на баржу — более перспективная схема, но для ее реализации необходимо создать более производительное оборудование.

Для решения задачи утилизации затонувших судов фирмой «Композиционные материалы» (г. Кировград, Свердловской обл.) на базе серийно выпускаемой установки электродуговой резки марки КЭДУ разработано оборудование для эффективной разделки металла под водой. Поскольку разрезаемый металл находится в воде и интенсивно охлаждается, то источник тепла должен иметь высокую концентрацию его в месте реза. Получаемая на графитовом электроде дуга имеет температуру до 5000°C и удовлетворяет этому условию. На электрод подается постоянный ток, использование которого в подобных условиях предпочтительнее.

В июле 2007 г. на одном из судоремонтных морских заводов проведены

Таблица 1. Показатели различных способов резки под водой

Способ резки	Толщина металла (сталь), мм	Скорость резки, м/ч	Расход электродов, шт./м
Электрокислородный	10	2,6-7,8	5
	40	0,6-2,1	15
Экзотермический*	10	6-15	2-3
	40	2-8	3-5
Плазменно-дуговой	10	до 25	до 8
	40	40	
Электродуговой с металлическим электродом	10	менее 1	7
	40	менее 0,2	
Электродуговой с графитовым электродом**	10	до 45	менее 0,2
	40	свыше 15	

\* с применением электродов «BROCO» длиной 457 мм и диаметром 9,5 мм

\*\* Использована установка КЭДУ, графитовые электроды квадратного сечения 20x20 мм и длиной 500 мм.

успешные испытания установки электродуговой резки под водой КЭДУ-ПР-04/400. Работы проводились водолазами с использованием снаряжения сухого типа (гидрокостюм «Viking», водолазный шлем «Суперлайт») на глубине 12-16 м. Морская вода имела плотность 1050 кг/м<sup>3</sup>, соленость — 34 промили. Общее время нахождения водолазов под водой составило 12 часов, в том числе время работы — более 5 часов.

Высокая скорость резки обусловлена повышенной силой тока при напряжении на резаке до 100 В. Специально изготовленный трансформатор постоянного тока имеет продолжительность включения (ПВ) 100%. Мощность трансформатора достаточна для подключения к одной силовой установке 6 рабочих постов, а также для резки металла толщиной до 500 мм.

В предлагаемом способе используются графитовые электроды сечением до 400 мм<sup>2</sup> (как с изолирующей обмазкой, так и без нее), стоимость и расход которых существенно меньше, чем у импортных и отечественных электродов для электрокислородной и экзотермической резки. Нет необходимости в газовом хозяйстве (баллоны, газификаторы и т.д.). Низкий расход электродов дает резчику возможность экономить время на их замене.

Зафиксировано многократное увеличение скорости по сравнению со всеми известными способами подводной резки. Зафиксированы следующие результаты:

- стальной лист толщиной 10 мм со скоростью 0,8 м/мин;
- стальной пруток diam. 60 мм — 55 секунд;

— бронзовый пруток diam. 100 мм — 3 мин 15 секунд.

Стой высокая скорость позволяет строить принципиально новые схемы утилизации подводных объектов. Экономическая эффективность, сопоставимая с резкой на суше, дает возможность разделки судов под водой на габаритный лом с подъемом его на поверхность и складированием или пакетировкой на барже. Условия резки под водой исключают такие негативные воздействия резки на суше, как тепловое излучение, температурные колебания, осадки, необходимость вытяжной вентиляции и т.д.

Оборудование марки КЭДУ позволяет резать под водой не только малоуглеродистую и низколегированную сталь, но и специальные марки стали, чугун, латунь, алюминий, титан и т.д. Существенным является и отсутствие ограничений по толщине разрезаемого металла.

Таким образом, очевидна перспективность оборудования КЭДУ для подводной электродуговой резки металлов. В настоящее время нами ведутся работы по усовершенствованию технологии и запуску ее в серийное производство. Для участия в модернизации и испытаниях оборудования приглашаем организации, занимающиеся проведением подводных работ и утилизацией металлолома.

## ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ЭЛЕКТРОДУГОВОЙ РЕЗКИ



Всё что нужно для работы - это графитовые электроды и источник тока 380 В.

- Резка любых металлов и сплавов
- Отсутствие ограничений по толщине разрезаемого металла
- Дешевый расходный материал - графитовые электроды
- Надёжность и простота в эксплуатации

### Экономические параметры:

Производительность оборудования из расчёта на один резак в работе:

сталь, чугун до 1000 тн/месяц  
цветные металлы до 500 тн/месяц

Расход на тонну разрезаемого металла:

графит 1-2 кг  
электроэнергия 60-100 кВт.час



[www.kompmat.ru](http://www.kompmat.ru) [rezka@kompmat.ru](mailto:rezka@kompmat.ru)



**ООО "КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ"**

620000 г. Екатеринбург, а/я 533, тел./факс: (343) 213-17-22, 219-14-04