

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

INTERNATIONAL WORKSHOP

**«Multiscale Biomechanics and Tribology
of Inorganic and Organic Systems»**

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

**«Перспективные материалы с иерархической структурой
для новых технологий и надежных конструкций»**

**VIII ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ
КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ,
ПОСВЯЩЕННАЯ 50-ЛЕТИЮ ОСНОВАНИЯ
ИНСТИТУТА ХИМИИ НЕФТИ**

«Добыча, подготовка, транспорт нефти и газа»

DOI: 10.17223/9785946218412/405

ГИБРИДНАЯ ЛАЗЕРНО-ДУГОВАЯ СВАРКА СТАЛИ 12Х18Н10Т: СТРУКТУРА И МИКРОТВЕРДОСТЬ МЕТАЛЛА ШВА

Воронцов А.В., Калашникова Т.А., Дмитриев А.В.

Институт физики прочности и материаловедения, Томск

Гибридная лазерно-дуговая сварка имеет различные модификации такие как лазер+MIG/MAG, лазер+TIG и может применяться для различных целей. Сваривание толстостенных, крупногабаритных конструкций в судостроении, авиастроении, нефтегазовой, транспортной промышленности всегда является актуальной задачей. Большая производительность, возможность сваривания толстостенных конструкций, наименьшая требовательность к величине зазора между свариваемыми листами делает гибридную сварку очень перспективной для промышленности. Гибридные процессы позволяют обеспечить лучшую свариваемость и снизить требования подготовки стыков по сравнению с лазерными технологиями, а также повысить производительность и качество сварного шва, уменьшить деформацию изделия по сравнению с дуговыми технологиями.

В этой работе гибридную лазерно-дуговую сварку (ГЛС) проводили на листовом прокате нержавеющей стали 12Х18Н10Т. В качестве заготовок использовались пластины толщиной 12 мм и размером 300×120мм.

В процессе сварки использовали иттербиевый волоконный лазер IPG YLR-15000 с максимальной мощностью 15 кВт, длина волны 1070 nm. В данной постановке эксперимента, лазер имел лидирующее положение относительно дуговой горелки. Расстояние между лезером и дугой составляло 6 мм. Лазерное излучение было направлено нормально к поверхности заготовок. Для эффективного проникновения лазерного излучения к корню шва выдерживался воздушный зазор величиной 0.8 мм. Кромки свариваемых листов не подвергались механической обработке, разделки кромок не осуществлялось. Фокус лазерного излучения находился на лицевой поверхности заготовок. Дуговая горелка была наклонена в противоположную сторону от лазера на $\alpha=50^\circ$. Мощность лазерного излучения при сварке составляла 12 кВт, ток дуги – 210 А, напряжение дуги – 25.7 В, скорость сварки – 2.5 м/мин.

Измерения микротвердости проводили методом Виккерса на микротвердомере Duramin 5 при нагрузке в 50 г. Первая линия измерений микротвердости проходит полностью в зоне воздействия дугового источника. Вторая горизонтальная линия проходит через зону сварочной ванны полученной лазерным источником. Вертикальная траектория измерений микротвердости – от лицевой стороны шва до корня шва. Вертикальная траектория измерений качественно покажет изменения в значениях микротвердости, происходящие с переходом от зоны плавления дуговым источником к зоне плавления лазерным источником.

На рис. 2а приведена структура шва с выделенными основными зонами плавления сварочного процесса. Желтым оттенком отмечена зона плавления дуговым источником, она представляет собой широкую область у лицевой стороны шва. Дендритная структура в данной области представляет собой вытянутые вдоль роста при затвердевании зерна. Оттенком зеленого цвета показана зона плавления лазером. Эта зона представляет собой узкую область переплавленного металла с более мелкими зернами, по сравнению с зоной плавления дуговым источником.

Исследования микротвердости показали особенности формирования металла шва обеих зон плавления (рис. 2б). Максимальное значение в области дуговой сварки находится на уровне 3.05 ГПа. В области плавления дуговым источником при рассмотрении вертикального профиля микротвердости наблюдается вначале понижение значений микротвердости на 0.25 ГПа к центру области переплавленного дугой металла. Приближаясь к зоне плавления лазером, наблюдается постепенное повышение значений микротвердости. Достигая значения 2.95 ГПа, с переходом в зону плавления лазерным источником значения микротвердости имеют небольшой спад до значений 2.90 ГПа.

Секция 8. Сварка, родственные процессы и технологии для создания технических систем ответственного и специального назначения, в том числе для эксплуатации в экстремальных условиях и низких климатических температур Арктики и Крайнего Севера

На рис. 2б область измерения микротвердости в зоне плавления лазерным источником показана красными точками. В зоне плавления лазерным источником наблюдается пиковое значение микротвердости более 3.10 ГПа. При приближении к корню шва в значениях профиля микротвердости наблюдается качественный спад. Спад значений микротвердости происходит постепенно, это наблюдается на рис. 2б.

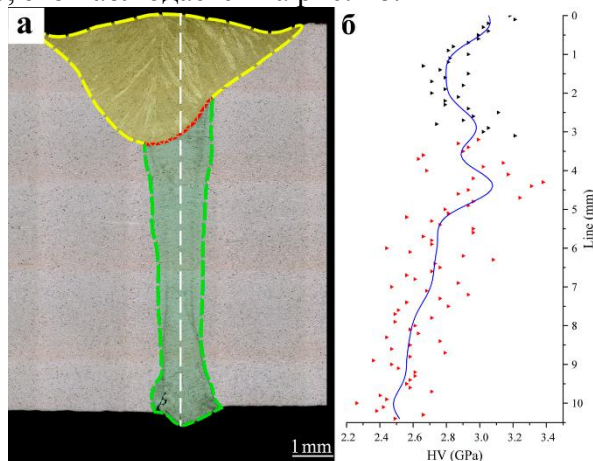


Рис. 2. а – форма сварного шва; б – профиль микротвердости по вертикальной траектории 3

При рассмотрении профиля микротвердости зоны дуговой сварки в поперечном сечении по горизонтальной траектории 1 (рис. 1б) постепенное увеличение микротвердости, достигающее свое пиковое значение в 2.8 ГПа вблизи границы зоны плавления. Далее происходит снижение значения микротвердости к центру области плавления дуговым источником.

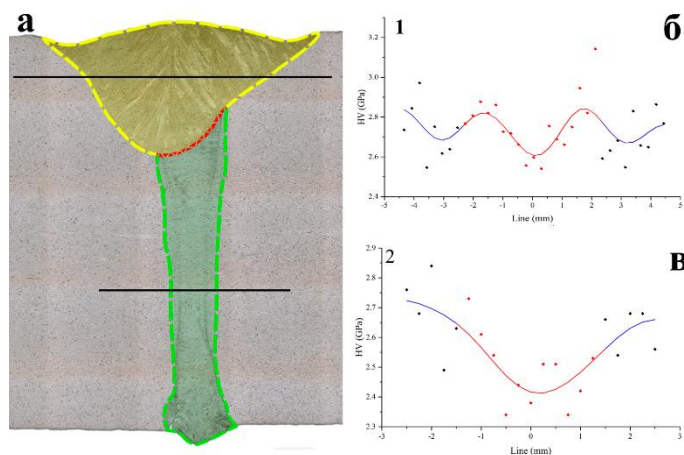


Рис. 3. а – траектории измерения микротвердости зоны плавления дуговым и лазерным источником; б, в – профили микротвердости сварного шва по траекториям 1 и 2, соответственно

Профиль значений микротвердости, измеренный в области лазерной сварки, траектория 2 (рис. 1б), показан также на рис. 3с. Наблюдается снижение микротвердости к центру шва до значений 2,40 ГПа.

Финансирование

Работа выполнена при финансовой поддержке государства в лице Минобрнауки России (Соглашение № 14.607.21.0190, идентификатор проекта RFMEFI60717X0190)