

УДК 621.375.826

СРАВНЕНИЕ ЛАЗЕРНОЙ, ЛАЗЕРНО-ДУГОВОЙ И ДУГОВОЙ СВАРКИ АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА АМг6

Анастасия Руслановна Нигай

Студентка 4 курса

кафедра «Лазерные технологии в машиностроении»

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

Научный руководитель: А.Н. Трушников,

Аспирант кафедры «Лазерные технологии в машиностроении»

Введение

Начиная с середины XX столетия, алюминиевые сплавы все шире применяются во многих отраслях промышленности, так как имеют весьма малую плотность, но по удельной прочности практически сравнимы с другими конструкционными сталями и сплавами. Кроме того, многие современные Al-сплавы обладают хорошей сопротивляемостью коррозии в речной и морской воде, жаропрочностью, а также высокими механическими свойствами при криогенной температуре вплоть до -196°C . Это обусловило их преимущественное применение в ракетно-космической и авиационной технике, судостроении и автотранспортной технике[1].

В современной России стоят задачи модернизации и дальнейшего развития ключевых отраслей промышленности – авиастроения, судостроения, трубопроводного транспорта, что требует создания оборудования и технологий, обеспечивающих сварку металлов больших толщин с минимальными сварочными деформациями, высоким качеством формирования сварного шва и обеспечением требуемых механических свойств соединения[2].

В связи с этим в данной работе уделено внимание сварке алюминиевого сплава АМг6 различными источниками нагрева: лазерным, дуговым и лазерно-дуговым.

Наиболее распространена сварка алюминиевых сплавов дуговым источником нагрева, но при этом возникают следующие проблемы:

- наличие пор и оксидных включений;
- возникновение высоких остаточных напряжений и деформаций;
- образование крупнозернистой структуры в шве;

Интенсивно развиваются способы сварки плавлением алюминиевых сплавов путем применения высококонцентрированных источников теплоты, например, с помощью луча лазера. Применяя лазерный источник нагрева, получают следующие преимущества:

- снижение остаточных деформаций и короблений;
- значительное уменьшение влияния на основной металл и, как следствие, ширины шва и зоны термического влияния(ЗТВ);
- уменьшение времени пребывания сварочной ванны в жидком состоянии, что препятствует попаданию атомов водорода в расплав[3].

Однако для лазерной сварки алюминиевых сплавов толщиной более 1 мм требуется достаточно высокая мощность лазерного излучения, для этого необходимо использовать дорогостоящие лазеры высокой мощности.

Совмещение лазерного излучения с дуговым процессом, когда к дуге добавляют дополнительный источник нагрева–лазер, повышающий скорость сварки, позволяет нивелировать недостатки и усилить преимущества, присущие каждому из методов. Использование дополнительного источника тепла дает возможность регулировать тепловую обстановку в сварном соединении, что позволяет целенаправленно воздействовать на структуру и свойства ЗТВ. Применение дугового процесса с использованием плавящегося электрода позволяет не только регулировать свойства сварного соединения, но и существенно снизить

ограничения на сборку перед сваркой, что является важным преимуществом при работе с крупногабаритными конструкциями. Кроме того, дополнительный подогрев металла приводит к увеличению коэффициента поглощения лазерного излучения, а также дает возможность регулировать состояние сварочной ванны, что позволяет более детально контролировать количество водорода в расплаве, влияющего на порообразование, а также других примесей[4].

Методика проведения исследований

Для проведения эксперимента применялся технологический гибридный комплекс, основанный на базе установки МЛ-4(рис.1). В состав комплекса входит источник питания для дуговой сварки Fronius TPS3200 с устройством подачи проволоки, волоконный лазер ЛС-5 производства ИРЭ-Полюс с лазерной головой для сварки Precitec YW-50. В качестве материала использовался сплав АМГ6, материал проволоки-электрода AlMg5. Толщина свариваемых пластин 12 мм.



а б
Рис. 1. Стенд для гибридной лазерно-дуговой сварки.
а- внешний вид установки; б- волоконный лазер ЛС-5.

Образцы подготавливались на металлографическом оборудовании фирмы Struers. На отрезном станке Discotom-5 образцы были отрезаны в поперечном сечении валков, запрессованы в термоактивную смолу в автоматическом прессе Citopress-20 и отполированы на шлифовально-полировальном станке Tegramin-20.

Исследуемые режимы сварки для разных методов представлены в таблице 1.

Таблица 1. Режимы сварки

Метод сварки		Р, кВт	V, мм/с
Дуговая	1	5,6	20
	2	4,7	12
	3	3,6	7
Лазерная	1	4,4	35
	2	3,6	17
	3	2,9	10
Лазерно-дуговая	1	6,66	25
	2	3,5	21,5
	3	4,2	16

Результаты исследований

Внешний вид сварных швов, полученных в каждом методе сварки при разных режимах, показан на рисунках 2-4.

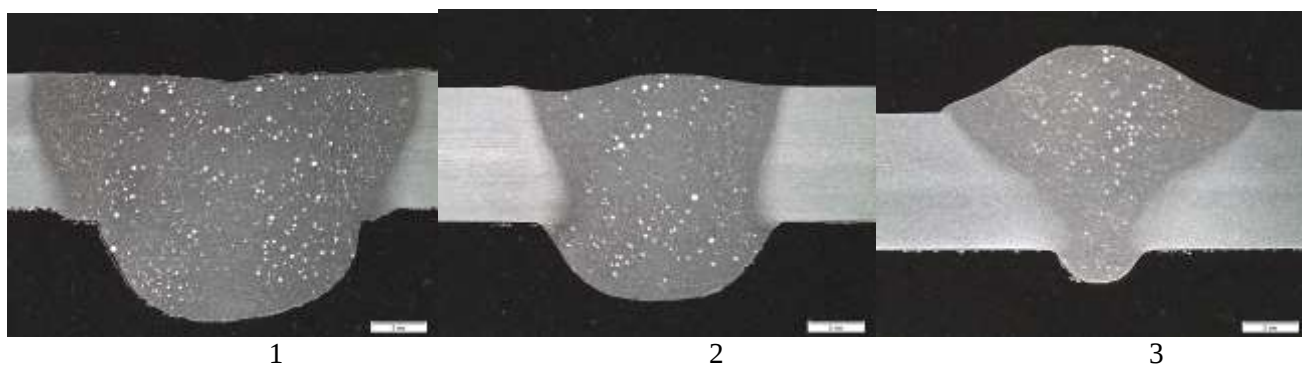


Рис. 2. Сварные швы, полученные при дуговой сварке

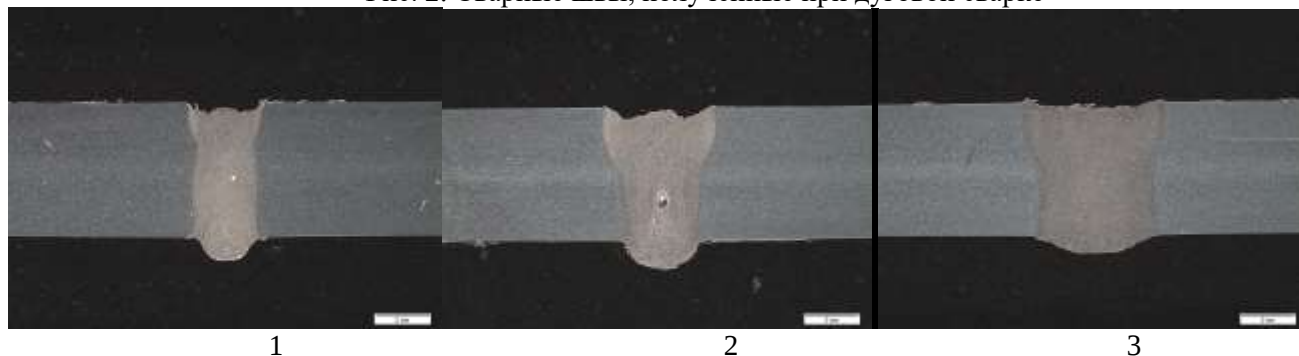


Рис. 3. Сварные швы, полученные при лазерной сварке

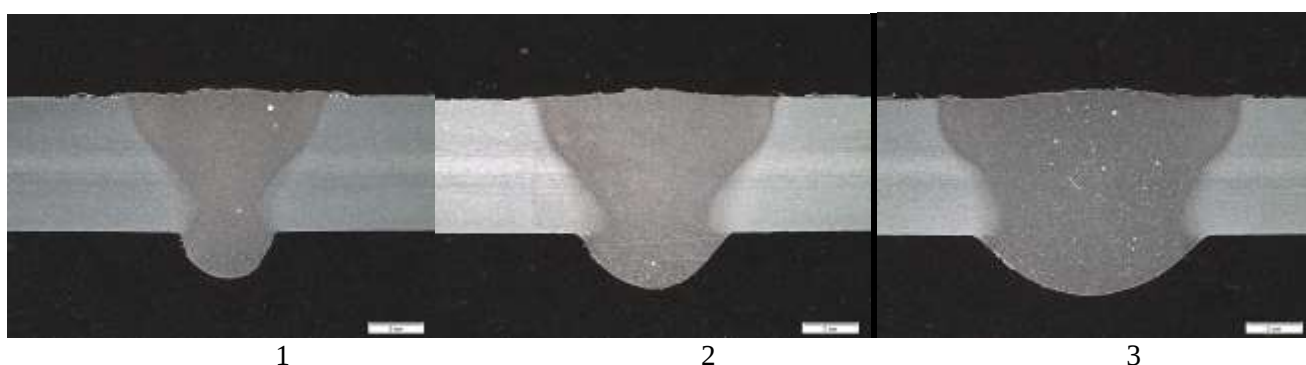
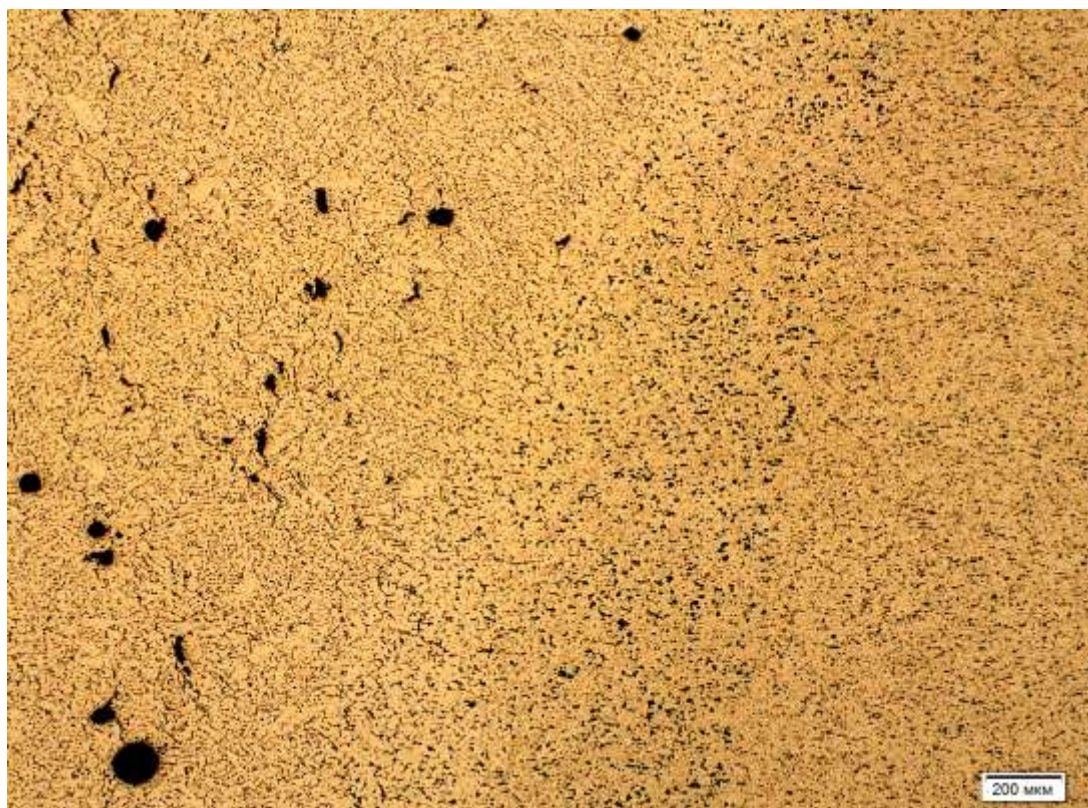


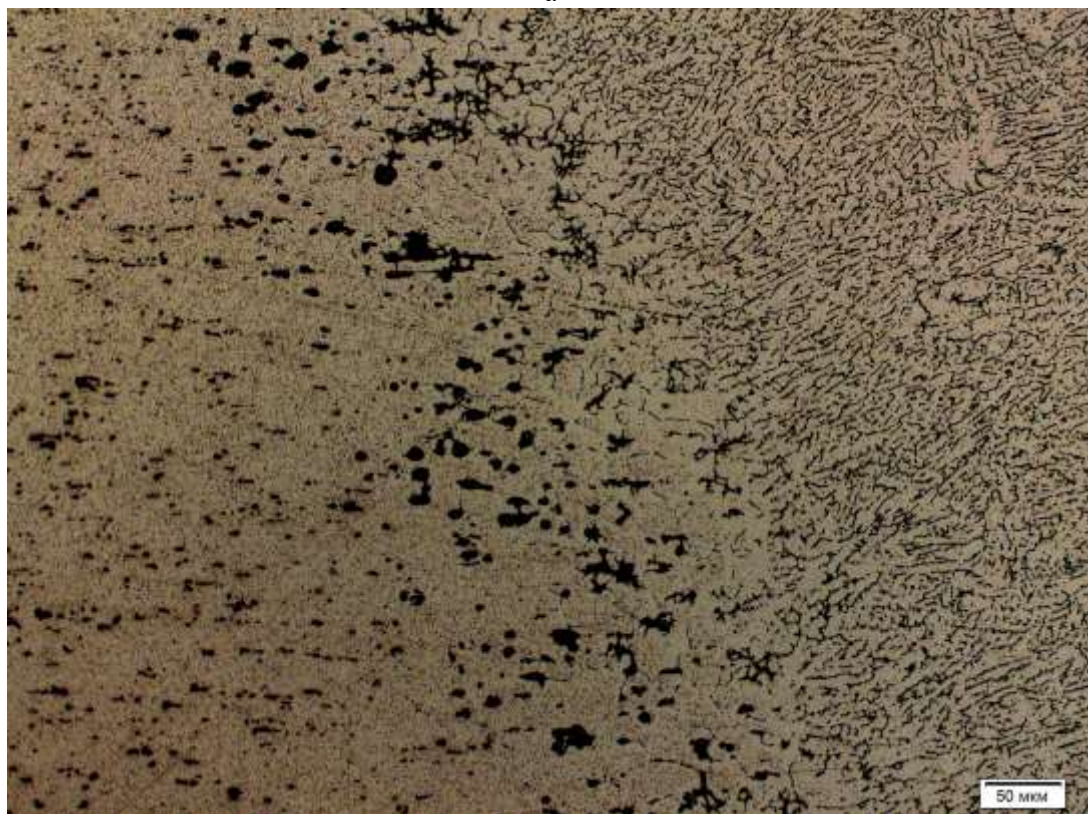
Рис. 4. Сварные швы, полученные при лазерно-дуговой сварке

Из рисунков видно, что много пор наблюдается в швах дуговой сварки, а их количество в швах лазерной и лазерно-дуговой сварки можно считать одинаковым и небольшим.

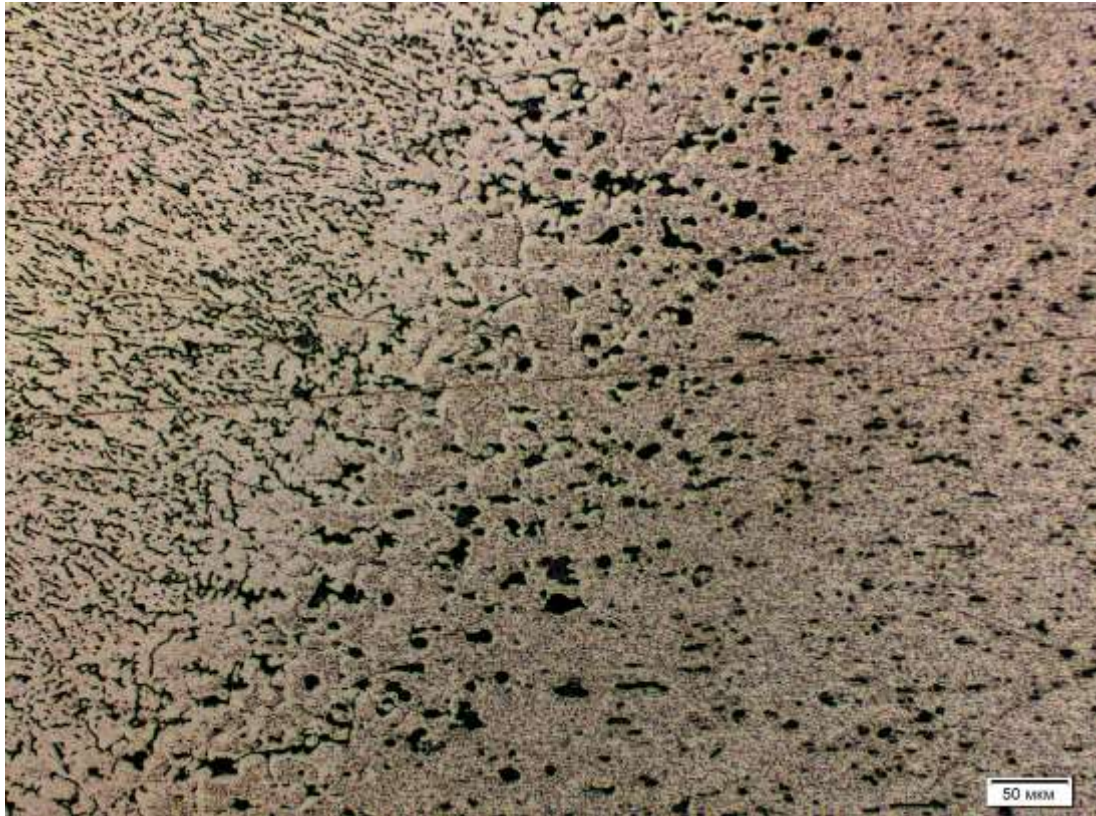
Микроструктура сварных швов, полученных в каждом методе сварки, показана на рисунке 5.



а



б

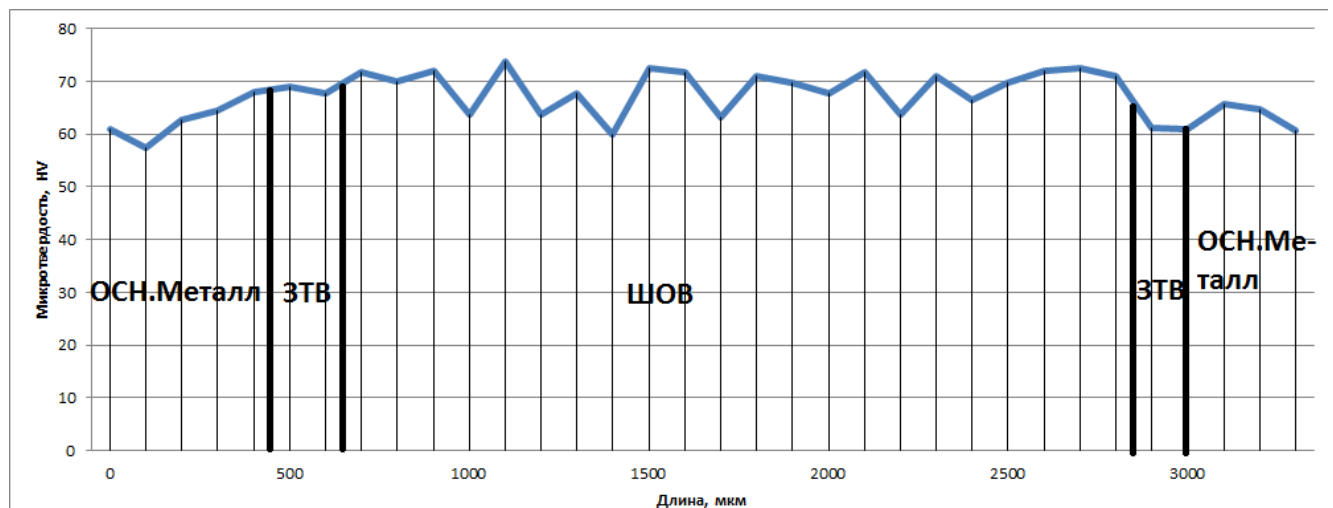


в

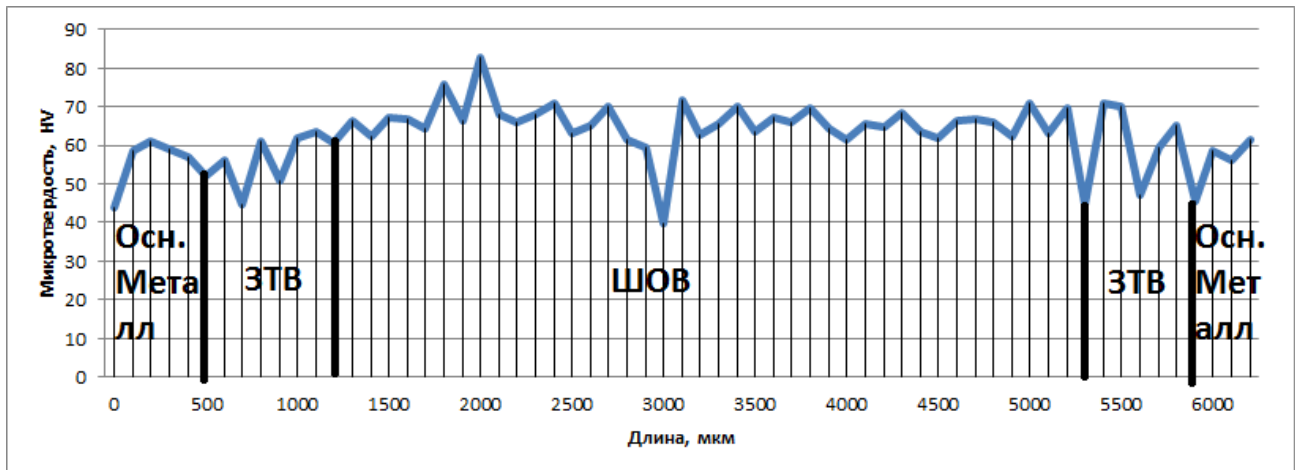
Рис. 5: а- сварной шов, полученный при дуговой сварке(2); б- сварной шов, полученный при лазерной сварке(2); в- сварной шов, полученный при лазерно-дуговой сварке(1)

По рисунку 5 видно, что при лазерной и лазерно-дуговой сварке структура измельчается(дуговой шов сделан на меньшем увеличении, чтобы поместить все 3 зоны: основного металла, шва и ЗТВ). Свойства шва по структуре должны быть одинаковыми.

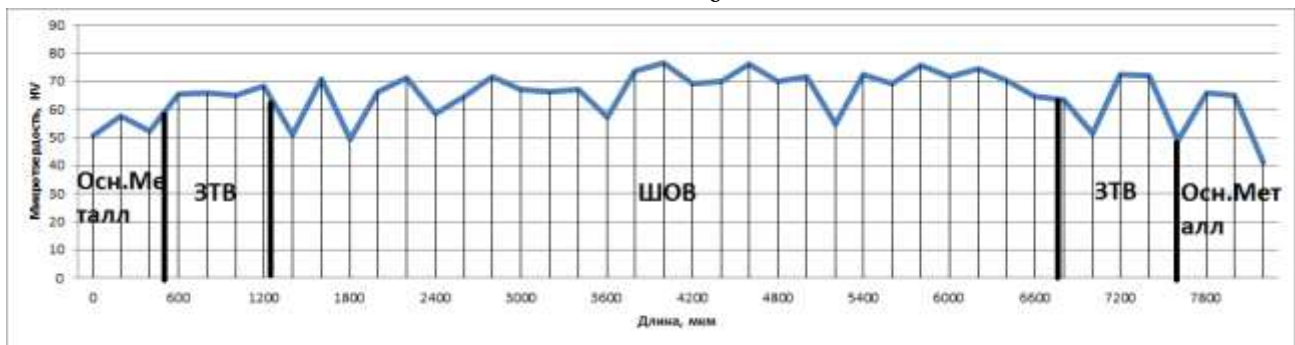
На рисунке 6 показаны графики микротвердости исследуемых методов.



а



б



в

Рис. 6: а- микротвердость сварного шва, полученного при лазерной сварке(1); б- микротвердость сварного шва, полученного при лазерно-дуговой сварке(1); в- микротвердость сварного, полученного при дуговой сварке(2)

По графикам видно, что микротвердость колеблется в одном и том же диапазоне для всех методов сварки, однако разброс значений больше всего у лазерно-дуговой сварки.

Выводы

- 1) Микротвердость сварных швов на исследуемых режимах различается несущественно, и ее можно принять одинаковой для всех режимов.
- 2) Порообразование в большом количестве присутствует только в швах дуговой сварки.
- 3) Микроструктура швов измельчается в лазерной и лазерно-дуговой сварке.
- 4) В дальнейшем предполагается провести исследования более подробные структурные и свойств.

Литература

1. Касаев К.С. Новые наукоемкие технологии в технике. Энциклопедия. Т. 5. Космос. Опыт применения новых технологий – М.: АО НИИ “ЭНТИЦЕХ”, 1996.
2. Режим доступа: <http://dfnc.ru/c131-2011-4-16/perspektivy-vnedreniya-lazerno-dugovoj-svarki-v-otchestvennuyu-promyshlennost/>
3. Григорьянц А.Г., Шиганов И.Н., Мисюров А.И.// Технологические процессы лазерной обработки М.: Издательство МГТУ. 2006-С.660
4. Шиганов И.Н., Мисюров А.И., Трушников А.Н., Холопов А.А., Блинков В.В.// Гибридная лазерно-дуговая сварка алюминиевых сплавов-С.11