

УДК 621.791.725

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЛАЗЕРНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРИ ГИБРИДНОЙ СВАРКЕ

Алексей Александрович Быков

*Студент 3 курса, специалист,
кафедра «Машиностроительные Технологии»
Московский государственный технический университет*

*Научный руководитель: А.И. Мисюров
кандидат технических наук, доцент кафедры «Лазерные технологии в
машиностроении»*

В настоящее время широкое применение начинают находить гибридные способы сварки, предполагающие совмещение двух или более источников тепла [1]. Известно, что совмещение тепловых источников позволяет воздействовать на параметры сварочного термического цикла, а так же значительно уменьшить мощность лазерного излучения и как следствие снизить потребление энергии лазерного источника.

Преимущества совмещения двух источников состоят в возможности получения синергетического эффекта, уменьшения зазора между свариваемыми заготовками и возможности управления термическим циклом сварки.

Целью работы является установление влияния параметров режима и толщины свариваемого металла на эффективность лазерного воздействия при гибридной сварке.

Проводился расчетный анализ. Для этого использовали модель, разработанную в МГТУ им. Н.Э. Баумана совместно с СПбГПУ, предполагающую использование распределенного источника энергии в качестве дополнительного [2]. Результаты расчета можно отнести к лазерно-дуговой неплавящимся электродом или лазерно-световой сварке.

Исследовали влияние толщины свариваемого на эффективность процесса гибридной сварки. Для этого проводили расчет для сварки среднелегированных сталей различных толщин в диапазоне от 1,5 до 3 мм. Изменяли мощность дополнительного источника тепла от 2 до 6 кВт, его положение относительно центра лазерного луча от -1 до +1 см, и диаметр в диапазоне от 0,25 до 1,0 см. Соблюдали условие полного провара пластины. Скорость сварки составляла от 1 до 5 см/с. Расчет показывает, что с увеличением мощности дополнительного источника уменьшается мощность лазерного излучения, необходимая для полного проплавления листов заданной толщины. Эффективность лазерного воздействия зависит от расстояния между центрами тепловых источников. Для каждого режима сварки, параметров лазерного излучения и материала существует оптимальное значение рассогласования взаимного положения источников тепла, при котором наблюдается минимальное значение мощности лазерного излучения, необходимого для полного проплавления пластин. Оптимальное взаимное положение основного и дополнительного источников тепла существенно

зависит от скорости сварки (Рис. 1) и диаметра пятна нагрева (Рис. 2). Знак минус, в обозначении смещения, обозначает, что распределенный источник находится перед лазерным лучом и наоборот. Из рисунков видно, что для получения минимальной мощности лазерного воздействия с уменьшением скорости и диаметра пятна, а следовательно распределенности источника, необходимо сближать тепловые источники.

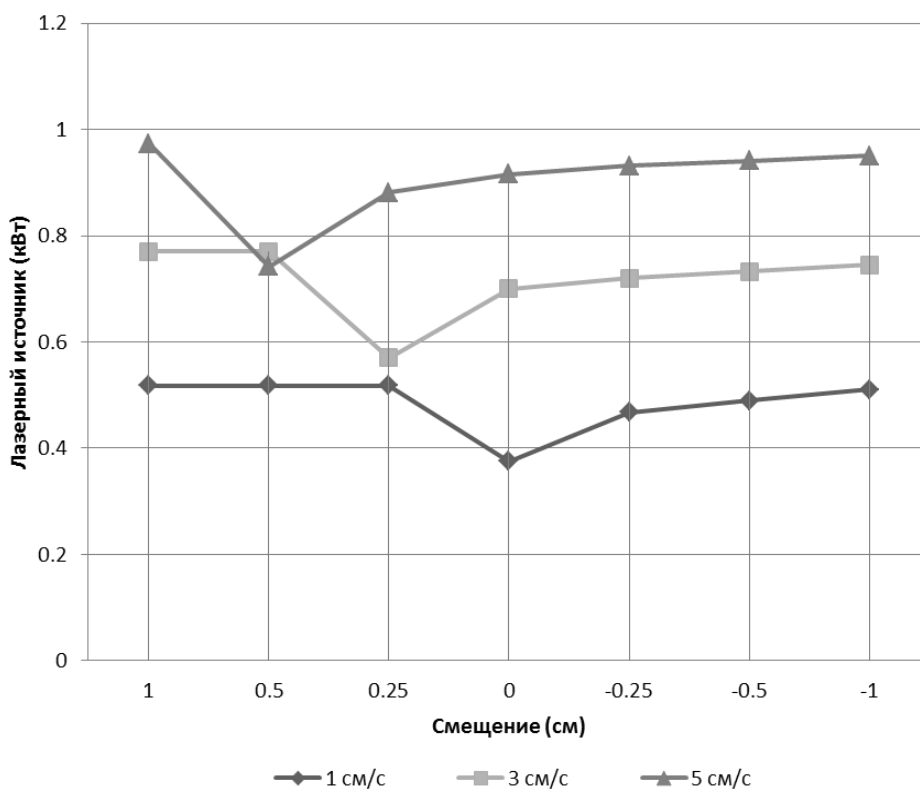


Рис. 1. Зависимость изменения мощности лазерного излучения от скорости сварки.

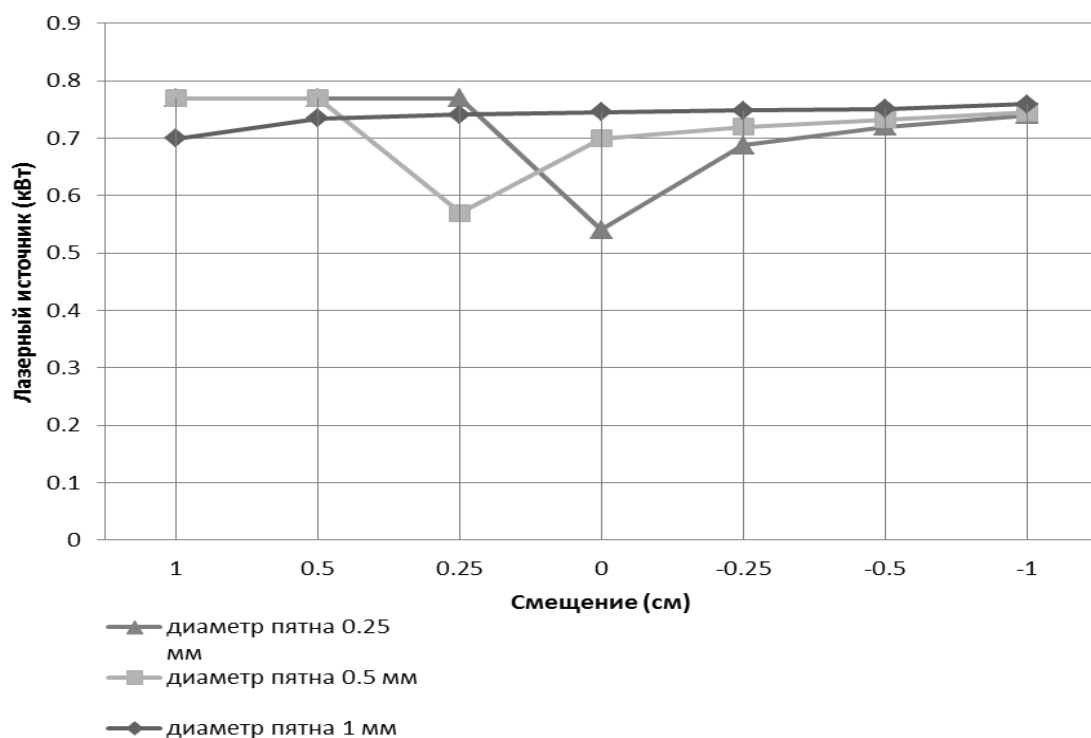


Рис. 2. Зависимость изменения мощности лазерного излучения от диаметра пятна дополнительного источника.

Эффективность лазерного воздействия оценивали следующим образом [3]:

$$\varepsilon = \frac{P_{\text{л.и.}}^{\text{max}} - P_{\text{л.и.}}^{\text{min}}}{P_{\text{л.и.}}^{\text{max}}}, \text{ где}$$

$P_{\text{л.и.}}^{\text{max}}$ - мощность лазерного излучения, необходимая для полного проплавления пластины заданной толщины, при сварке без дополнительного источника тепла;

$P_{\text{л.и.}}^{\text{min}}$ - минимальная мощность лазерного излучения, необходимая для полного проплавления пластины заданной толщины, при гибридной сварке.

Анализ полученных расчетных данных показывает, что с увеличением мощности дополнительного источника (Рис.3), при сохранении постоянными остальных параметров, эффективность лазерного воздействия возрастает. Увеличение толщины свариваемого металла (Рис.5), распределенности (диаметра пятна нагрева) дополнительного источника тепла (Рис.4), скорости сварки (Рис.6) приводит к резкому снижению эффективности лазерного воздействия.

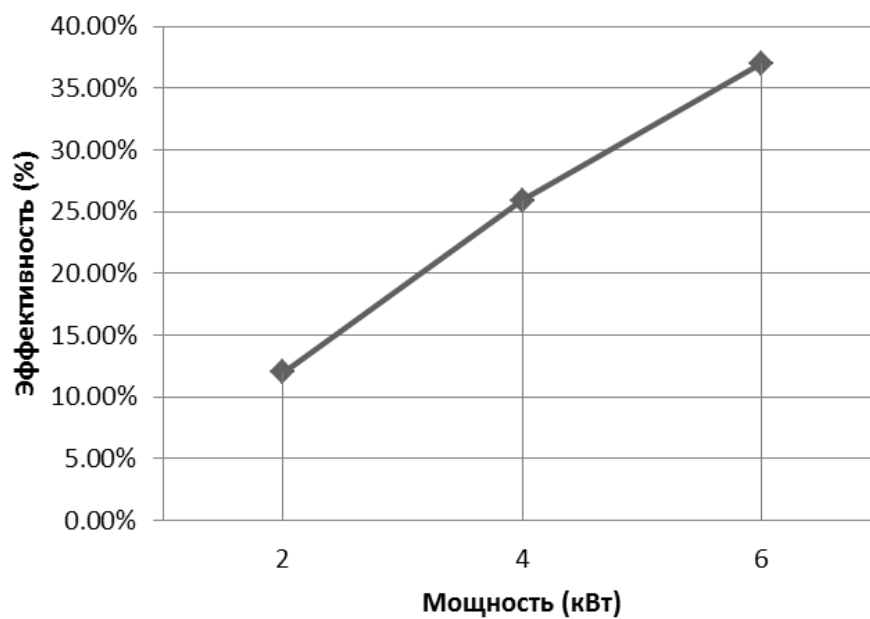


Рис. 3. Мощность дополнительного источника

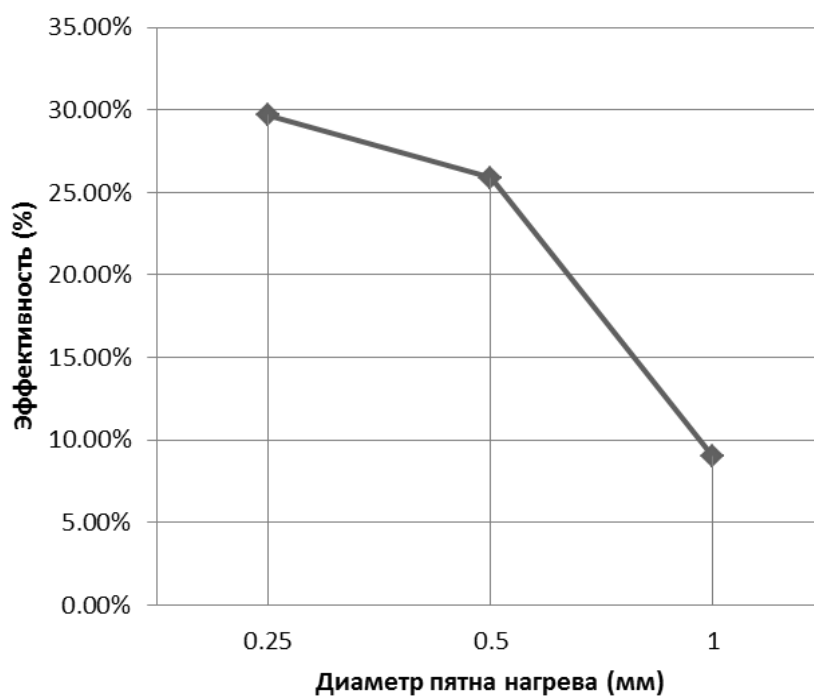


Рис. 4. Диаметр пятна дополнительного источника

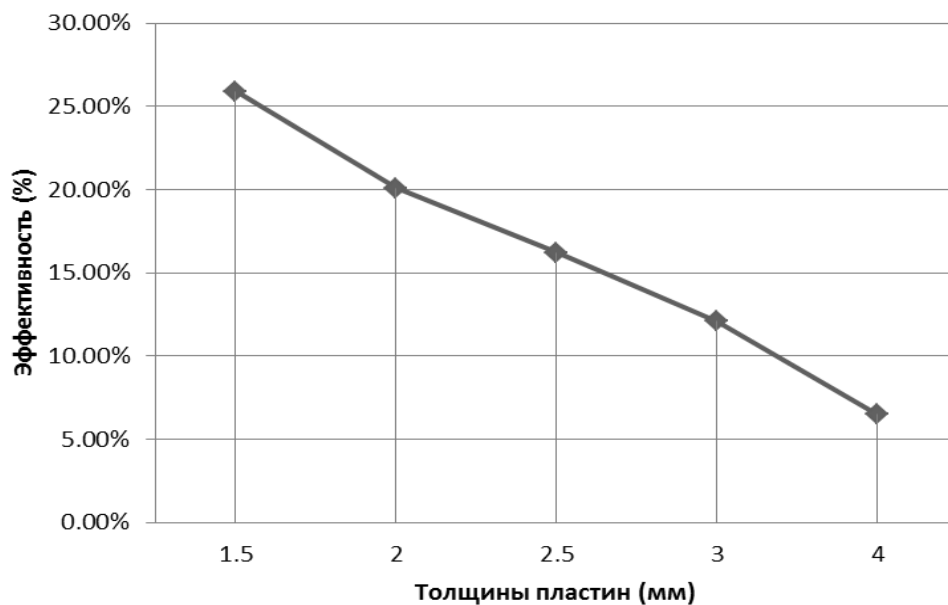


Рис. 5. Толщина пластин

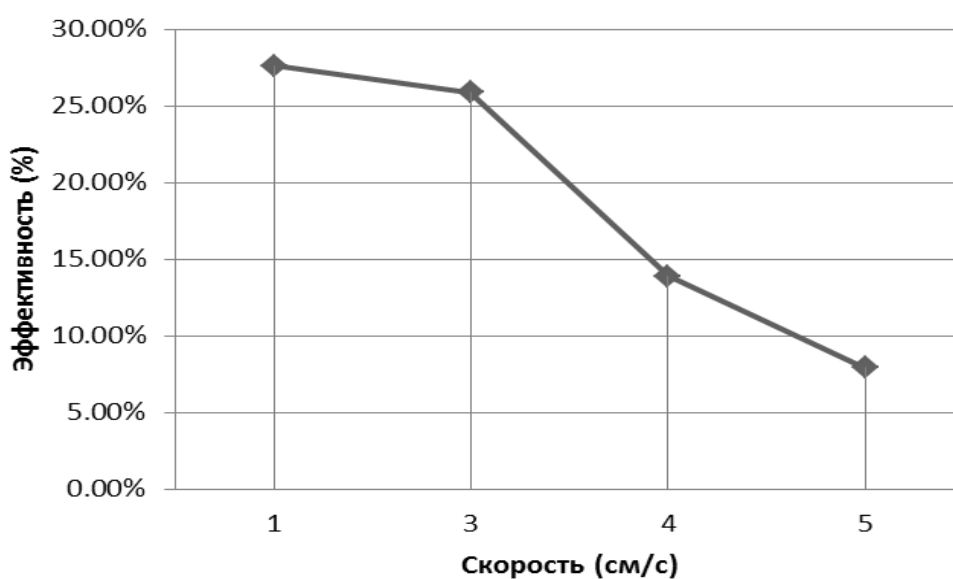


Рис. 6. Скорость сварки

На основании полученных результатов, гибридную лазерно-дуговую сварку неплавящимся электродом можно рекомендовать для соединения изделий из среднелегированных сталей толщиной до 2 мм. Для получения максимальной эффективности лазерного воздействия скорость сварки не должна превышать 3 см/с, дуговой источник должен опережать лазерный, а расстояние между ними быть в пределах 2,5 - 5 мм.

Литература

1. *А.Г. Григорьянц, И.Н. Шиганов, А.М. Чирков.* Гибридные технологии лазерной сварки. Учебное пособие. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2008. – 68с.
2. *Г.М. Алексеев* и др. Перспективы применения светолазерных технологий. Автоматическая сварка, №5, 2005, с. 5-11.
3. *Мисюров А.И. Хтет Аунг Лин.* Особенности сварки закаливающих сталей лазерными гибридными источниками теплоты. ISSN 0236-3941. Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. “Машиностроение”. 2012 с.78-84