

ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА МЕТАЛЛ С ПОМОЩЬЮ МНОГОКАНАЛЬНОГО ПИРОМЕТРА

А.В. Дубров, Ю.Н. Завалов, В.Д. Дубров
Институт проблем лазерных и информационных технологий РАН
E-mail: avdaemon@mail.ru

Ранее, [1], нами были приведены результаты измерения яркостной температуры в зоне воздействия лазерного излучения на металл при различных параметрах газолазерной резки.

На рис.1 приведены фотографии боковой поверхности сквозного канала газолазерной резки с помощью CO_2 -лазера мощностью 1500 Вт, а также



параметры газолазерной резки, при которых получены образцы: скорость перемещения образца и давление вспомогательного газа кислорода. Изменение параметров реза, как следует из рисунка, приводит к различной шероховатости профиля боковой поверхности, а, значит, различному качеству лазерной резки. Нами были проведены измерения яркостной температуры T^* в зоне воздействия лазерного излучения на металл в указанных условиях резки. Пример временной диаграммы измерения T^* на различной глубине фронта реза приведен на рис. 2.

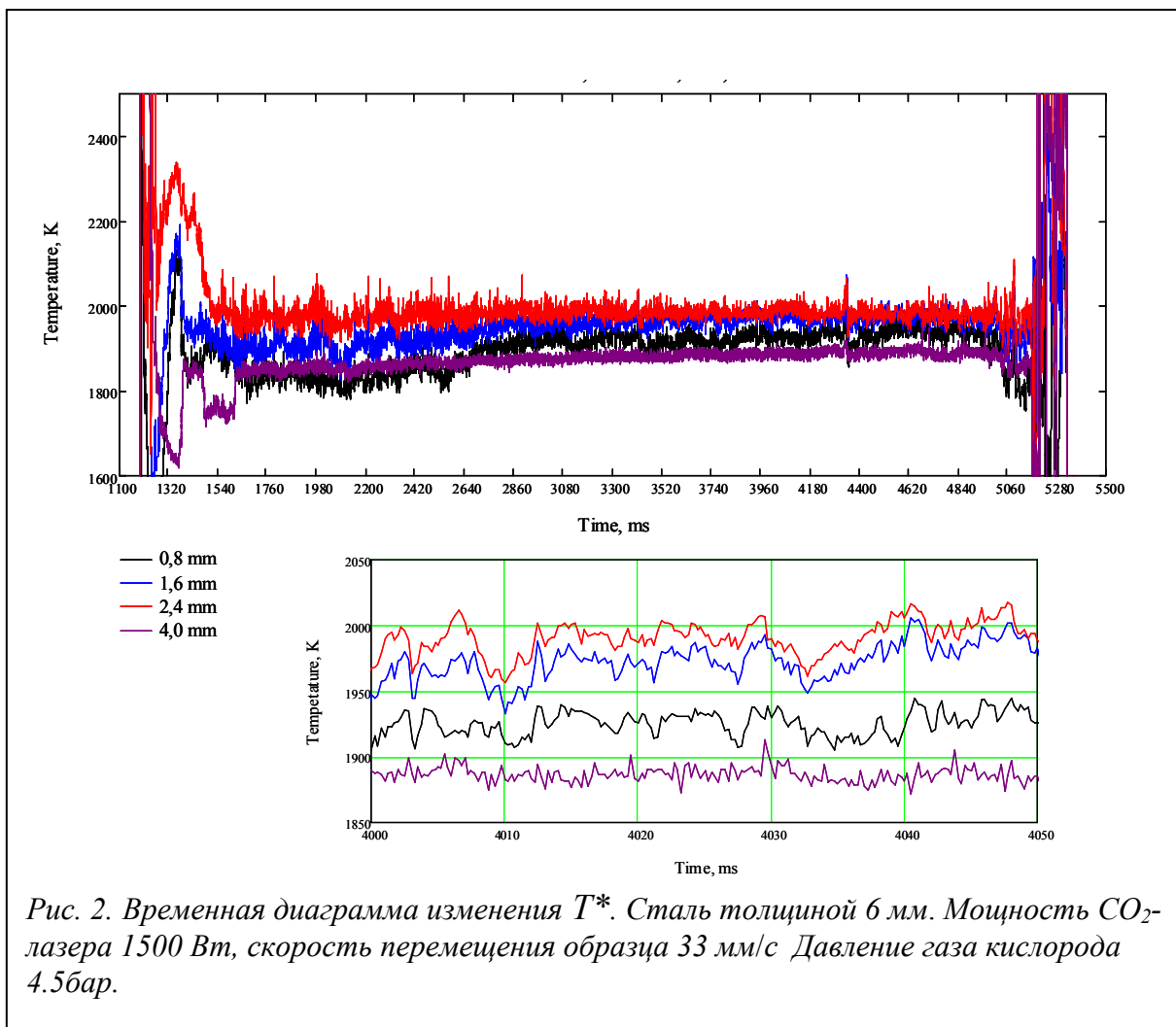
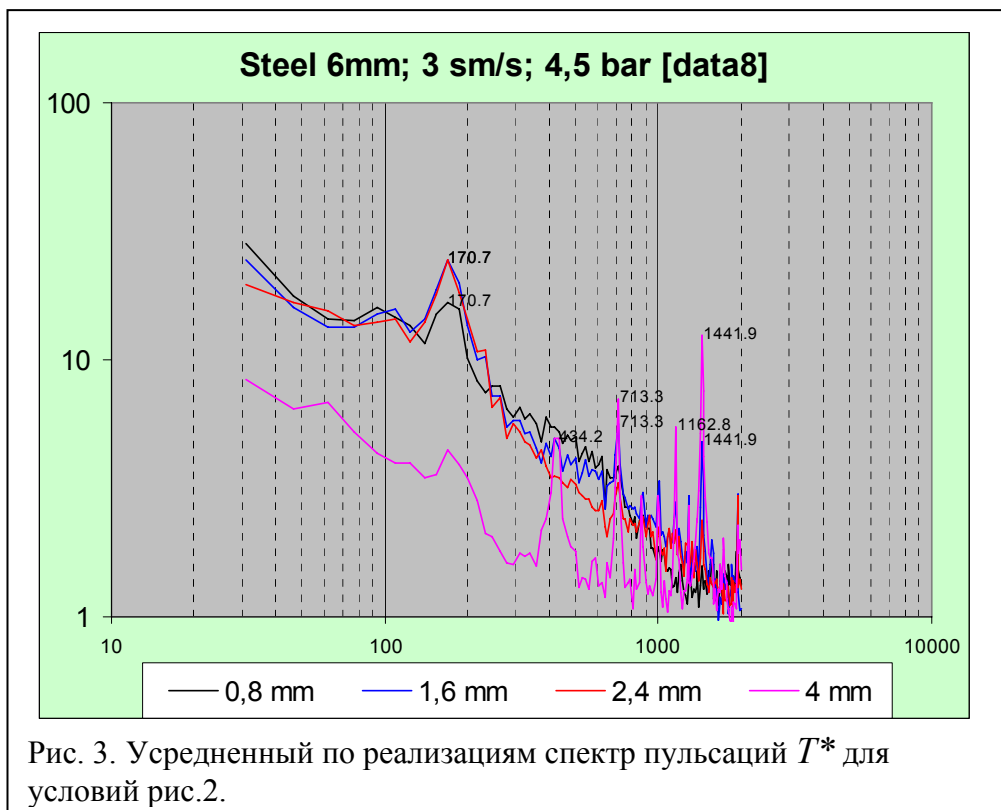


Рис. 2. Временная диаграмма изменения T^* . Сталь толщиной 6 мм. Мощность CO_2 -лазера 1500 Вт, скорость перемещения образца 33 мм/с Давление газа кислорода 4.5бар.

Полученные данные позволяют вычислить спектр пульсаций температуры путем усреднения спектров отдельных реализаций T^* . На рис.3. приведен пример таких вычислений для условий, рис.2. Были использованы 12 реализаций, по 1024 измерений в каждой реализации.

Для измеренных спектров пульсаций температуры T^* характерным является пик на квазирезонансной частоте около 170 Гц, что соответствует, с учетом скорости перемещения образца, периодичности профиля шероховатости боковой поверхности образующегося канала 0,16 мм.

Сравнивая спектры в высокочастотной области пульсаций температуры, на различной глубине, можно выделить квазирезонансные пульсации температуры на глубине 4 мм, и колебания волнового характера, при которых пульсации температуры на той же частоте происходят на различной глубине фронта реза, что может быть связано с особенностями гидродинамики выноса расплава из зоны воздействия излучения на металл. Можно предполагать, что характер спада в высокочастотной области спектра пульсаций температуры связан с особенностями формирования капиллярных волн по поверхности движущегося под влиянием струи вспомогательного газа расплава металла. Измерения показывают, что



показатель спада зависит от давления газа, и изменяется в пределах от $-0,8$ для давления 4.5 бар до -1.6 при давлении 1 бар.

Таким образом, показано, что использование многоканального пирометра позволяет изучать процессы гидродинамики расплава при воздействии лазерного излучения на металлы. Получены спектры пульсаций яркостной температуры на разной глубине фронта воздействия лазерного излучения на металл, и для различных параметров лазерного реза. Измерения спектра пульсаций на различной глубине дают основания утверждать, что по поверхности движущегося расплава формируются квазирезонансные капиллярные волны, что может быть проявлением термокапиллярного механизма воздействия лазерного излучения на фронт реза [2]. В этом случае высокочастотный спад пульсаций температуры связан с особенностями переноса энергии капиллярных волн по турбулентному спектру.

1. V. Dubrov, Yu.N. Zavalov «Optical diagnostic in technology of the gas - jet assisted laser fusion cutting » // В сб. Труды XII Международной научной конференции «ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ПРИ СЕЛЕКЦИИ АТОМОВ И МОЛЕКУЛ и в лазерных, плазменных и нано- технологиях», 31 марта - 4 апреля 2008 г., Звенигород, стр.245-252, 2008.
2. С.А. Ахманов, В.И. Емельянов, Н.И. Коротеев, В.Н. Семиногов «Воздействие мощного лазерного излучения на поверхность полупроводников и металлов: нелинейно-оптические эффекты и нелинейно-оптическая диагностика» УФН, 147 (12), стр.675-745 (1985)