

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ФОКУСАТОРОВ ПРИ ЛАЗЕРНОЙ ОБРАБОТКЕ МАТЕРИАЛОВ

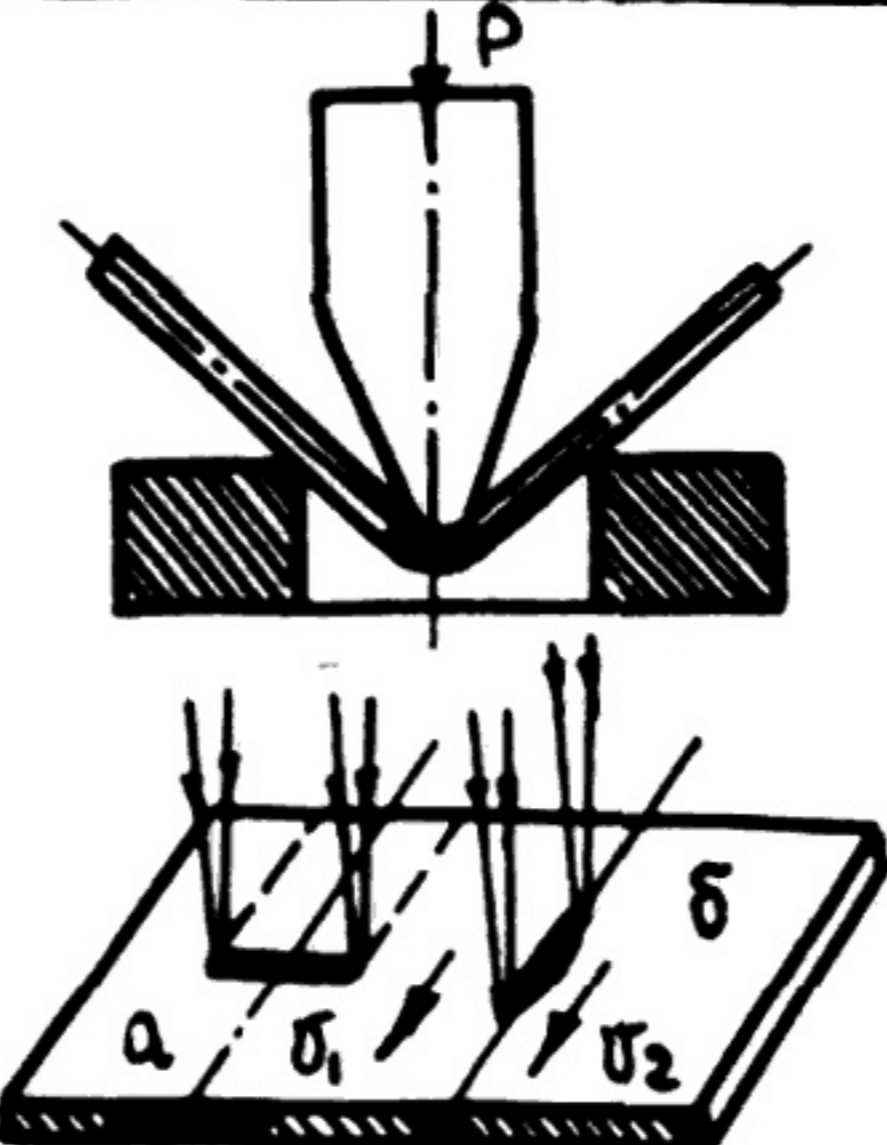
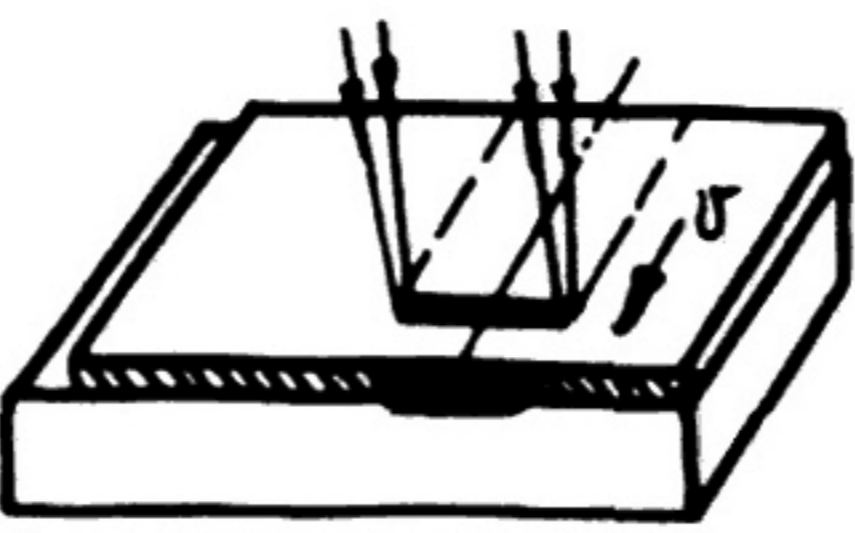
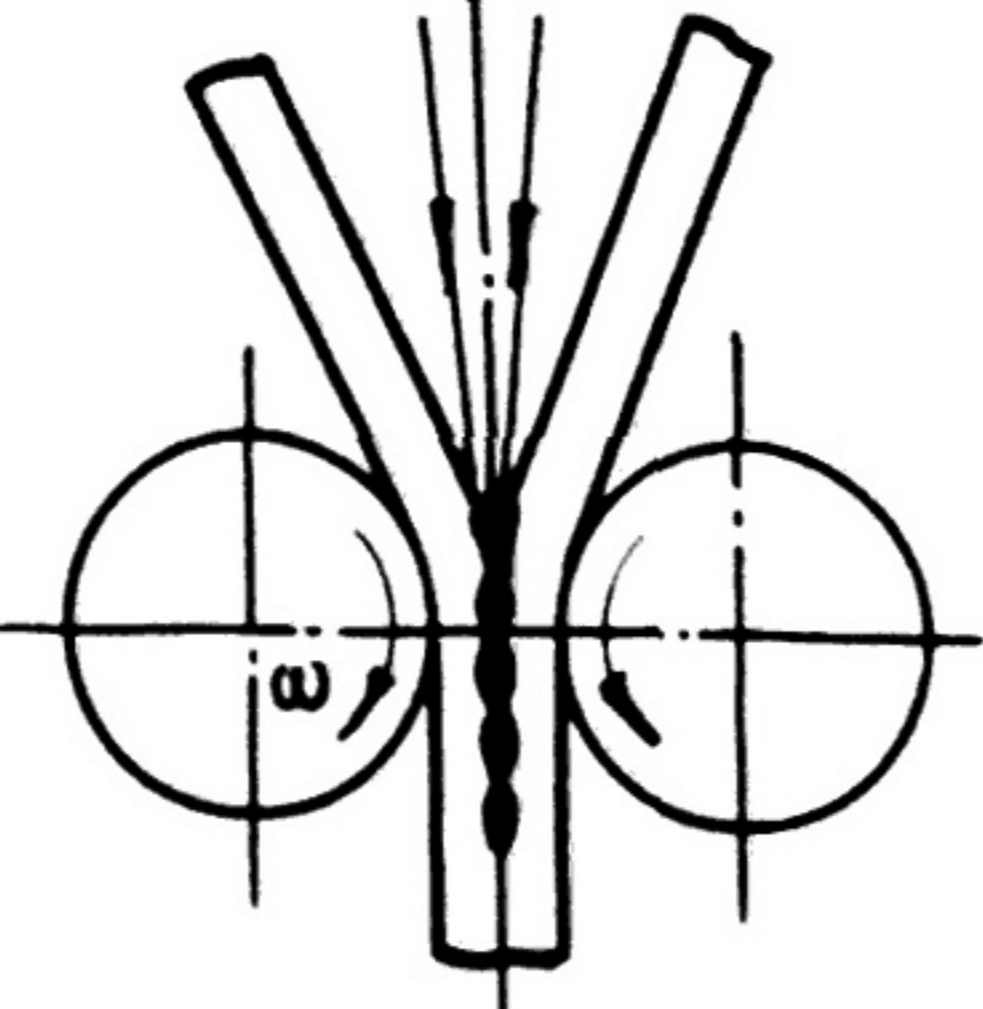
Мощные технологические лазеры с высокой эффективностью используются в машиностроении для выполнения значительного числа заготовительных операций с условием минимальных затрат на дорогостоящие материалы и технологическую оснастку [1]. Детали, прошедшие лазерную обработку, имеют заметное улучшение эксплуатационных свойств, что во многом зависит от надежности оптических систем, перераспределяющих энергию по поверхности заготовки с заданной интенсивностью. В этом плане перспективным является применение элементов плоской оптики (фокусаторов) [2]. Рассмотрим технологические возможности использования фокусаторов при лазерном отжиге, поверхностном легировании металлов и сварке полимеров.

Установленный в качестве поворотного зеркала мощного технологического лазера фокусатор, который выполнен из меди методом гальванопластики, перераспределяет световой поток с гауссовским распреде-

нием плотности в отрезок постоянной толщины с равномерной интенсивностью. При многомодовом режиме генерации лазера наблюдается увеличение величины интенсивности и ширины в центре отрезка с их уменьшением по краям. В таблице представлены схемы лазерной обработки материалов с применением фокусаторов. Так, например, при изготовлении детали с большим радиусом изгиба термически упрочненную или наклепанную металлическую заготовку подвергают отжигу с помощью местного нагрева непрерывным излучением лазера, сфокусированным в отрезок с перемещением его по заданной траектории. Процесс гибки листовой заготовки под действием усилия, приложенного к пуансону, сопровождается локализацией пластической деформации в зоне отжига. В отличие от общепринятой схемы гибки здесь требуется правка полок, увеличивается точность изготовления детали, т.к. она определяется прохожде-

Таблица

Схемы лазерной обработки материалов с применением фокусаторов

	Наименование операции	Схема процесса	Основные требования
1	Отжиг при изготовлении листовой детали гибкой: а. с большим внутренним радиусом б. с малым внутренним радиусом		Равномерное распределение интенсивности в пятне. Отрезок установлен перпендикулярно ребругиба. Одномодовое излучение  Интенсивность излучения уменьшается по краям отрезка. Отрезок установлен параллельно ребругиба. Многомодовое излучение
2	Поверхностное легирование		Равномерное распределение интенсивности в пятне. Отрезок установлен перпендикулярно направлению движения. Одномодовое излучение
3	Сварка полимерных материалов		Интенсивность излучения уменьшается по краям отрезка. Отрезок установлен параллельно направлению движения. Многомодовое излучение

нием светового пятна. Устранение калибровки при гибке снижает усилие штамповки в 2-3 раза, позволяет применить универсальную оснастку при уменьшении металлоемкости штампа в 2-3 раза, сократить допуски на обрезку заготовки.

При выполнении операции гибки заготовка имеет конкретную ширину зоны отжига  $a = (0,45 - 0,6)(2r+s)\alpha$ , где  $r$  - внутренний радиусгиба,  $s$  - толщина листа,  $\alpha$  - уголгиба. Ее нижний предел определяется наименьшей величиной очага пластических деформаций, при которой не возникает последующее разрушение заготовки. Верхний предел ширины зоны отжига ограничен условиями минимальной величины изгибающего момента (величины усилия) при гибке заготовки, а также повышенной точностью изготовления детали. При увеличении ширины зоны отжига за пределы указанного интервала не реализуется необходимая схема течения металла, что также приводит к увеличению упругой отдачи заготовки и внутреннего радиусагиба. Эти требования при изготовлении данного типа деталей могут быть выполнены при использовании фокусатора излучения в отрезок, имеющего равномерное распределение интенсивности в световом пятне.

С уменьшением ширины зоны отжига возможно получение гнутых деталей с малым внутренним радиусом (см. таблицу и рис. 1). Отжиг заготовки производится движением светового пятна в виде отрезка, установленного параллельно ребругиба. Неоднородное распределение интенсивности излучения по длине отрезка с уменьшением ее по краям, приводит к снижению уровня пластических деформаций, а следовательно, уменьшению коробления заготовки в процессе отжига. В этом случае следует применить многомодовый режим генерации технологического лазера.

Рассмотренные способы изготовления деталей из листовых заготовок с применением лазерного отжига с использованием фокусаторов осуществлялись при гибке z-образных профилей (40 × 50 × 40 × 1000 мм) из алюминиевых сплавов АМГ2Н и АДОН толщиной 1,5 мм. В зоне отжига для уменьшения отражательной способности заготовка покрывалась водоземulsionей с добавлением черного пигмента (газовая сажа 40%) и подвергалась сушке при температуре 70°C. Отжиг проводился местным нагревом непрерывным излучением газового СО<sub>2</sub>-лазера типа "ЛАТУС-31" по режиму: мощность - 0,7 кВт, размеры светового пятна - 1,0 × 12 мм, скорость движения светового пятна для профилей с большим радиусом внутреннего закругления -  $v_1 = 0,3$  м/мин, с малым радиусом -  $v_2 = 0,7$  м/мин. Степень разупрочнения металла в зоне отжига составляла

$\frac{\sigma_{02}}{\sigma_b} = 0,4$ , где предел прочности накле-

панного материала имел значение  $\sigma_b = 18$  кг/см<sup>2</sup>,  $\sigma_{02}$  - предел текучести металла в отожженной зоне. Для совершення формоизменяющих операций листовых деталей применялся кривошипный пресс КД2124 усилием 25 тс, имеющий 160 ходов/мин. В отличие от общепринятой схемы гибки усилие штамповки уменьшено в 2-2,5 раза, производительность увеличена в 2 раза. Перестройка режимов генерации лазерной установки из одномодового в многомодовый осуществлялась путем подбора газовой смеси и условий протекания газового разряда в камерах технологического лазера.

Другим направлением эффективного применения лазерной технологии с использованием фокусаторов является создание износостойких и ударопрочных покрытий для увеличения в 2-3 раза ресур-



Рис. 1. Общий вид детали из алюминиевого сплава АМГ2Н, полученной гибкой по криволинейному контуру предварительно отожженной заготовки

са эксплуатации дорогостоящих узлов и деталей. Износостойкие покрытия применяются при упрочнении рабочих поверхностей и кромок штампового инструмента, матриц и т.д., а также деталей и механизмов, работающих в условиях высоких нагрузок и температур. Высокий эффект поверхностного упрочнения сталей до 12000-14000 МПа по глубине 180-220 мкм достигается путем плазменного напыления карбидов тугоплавких металлов, например, WC + Ni и их последующей лазерной обра-

ботки непрерывным излучением. Применение фокусатора, проектирующего излучение в отрезок с равномерным распределением интенсивности (см таблицу) позволяет создать температурно-скоростные режимы обработки покрытий без образования трещин. На рис. 2 приведен общий вид микроструктуры упрочненного слоя стали лазерным легированием. Здесь глубина лазерного воздействия при обработке с применением фокусатора является равномерной по всей поверхности детали.

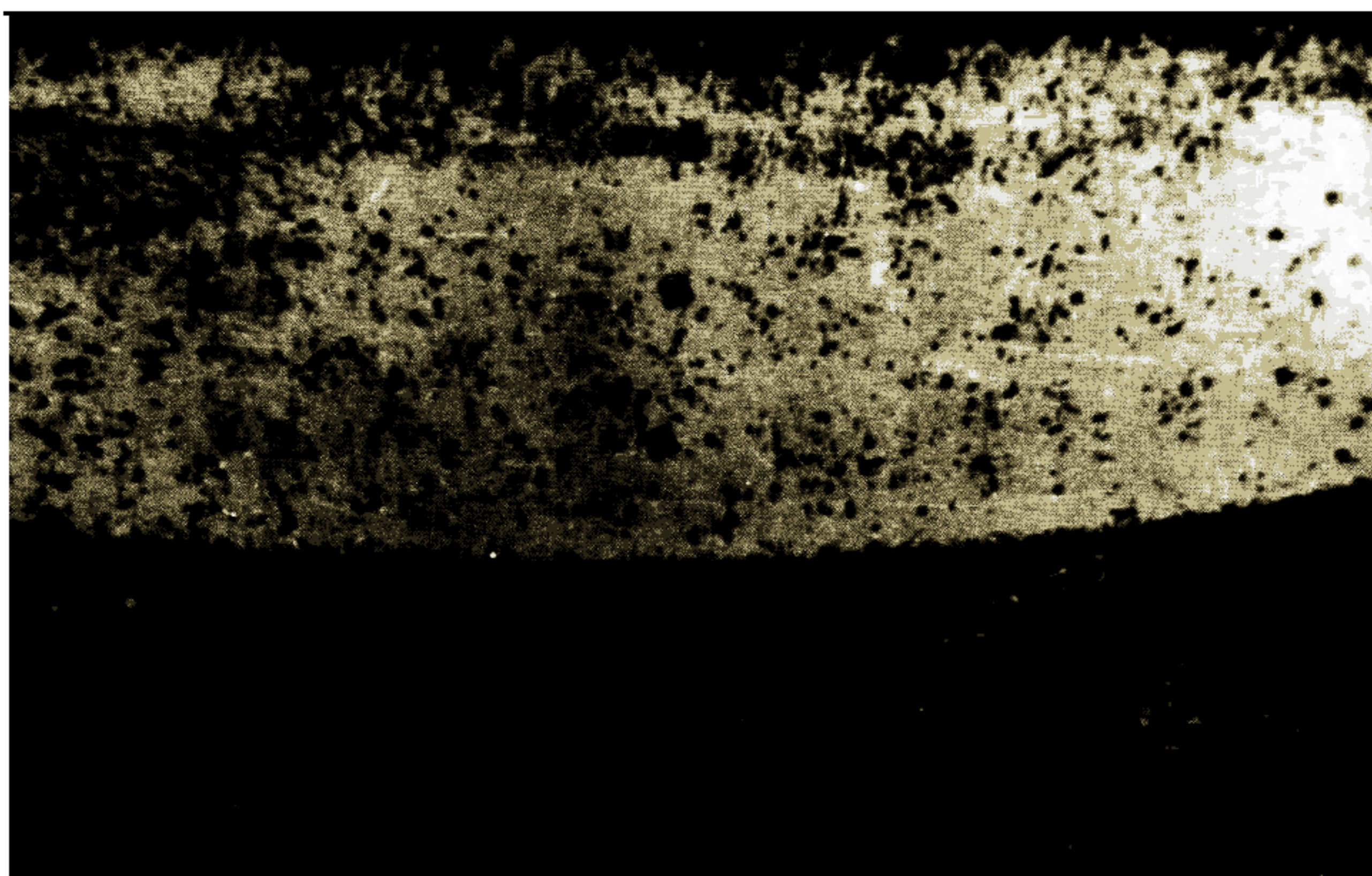


Рис. 2. Микроструктура упрочненного слоя стали У8 лазерным легированием WC+Ni с использованием фокусатора

При сварке листовых полимерных материалов "внахлест" с помощью непрерывного излучения лазера также возможно эффективное применение фокусатора, проектирующего излучение в отрезок (см. таблицу). Заготовка помещается в технологическом устройстве между двумя прижимными валками, установленными под углом 75-85° к направлению движения материала. В процессе местного нагрева заготовок излучением лазера при одновременном вращении валков и движении светового пятна в виде отрезка, ориентированного вдоль линии соприкосновения материала, образуется зона расплава. Для получения соединений с высокими прочностными свойствами требуется обеспечение технических условий по глубокому проплавлению полимерного материала и уменьшению скорости кристаллизации расплава. Здесь при лазерной обра-

ботке используется неравномерное распределение плотности излучения на отрезке с наибольшим значением в его центральной части. Поэтому режим генерации излучения лазерной установки является одномодовым. Повышение прочности сварного соединения и его герметизация обеспечивается путем прохождения заготовок между прижимными валками с уменьшением их толщины.

Из вышеизложенного можно сделать следующие выводы: фокусаторы, проектирующие излучение в отрезок с высокой эффективностью, могут быть применены при проведении операций лазерной обработки: локального отжига листовых материалов, поверхностного легирования сталей и сварки полимерных материалов. Использование фокусаторов значительно улучшает эксплуатационные характеристики деталей, увеличивает производительность процессов обработки, сокращает затраты на материалы.

#### Л и т е р а т у р а

1. А б и л ь с и т о в Г.А. и др. Мощные CO<sub>2</sub>-лазеры и их применение в технологии. М.: Наука, 1984. 104 с.
- 2: Г о л у б М.А., К а р п е е в С.В., П р о х о р о в А.М., С и с а - к я н И.Н., С о й ф е р В.А. Фокусировка излучения в заданную область про-

странства с помощью синтезированных на ЭВМ голограмм // Письма в ЖТФ, 1981. Т. 7, № 10. С. 618-623.

3. Шорин В.П., Мордасов В.И., Журавлев О.А. Разработка лазерной технологической установки и применение ее для обработки листовых материалов. Деп. рук. ВИНТИ, № 6860-84 от 24.10.84, 15 с.

---