

УДК 669.782:539.78

А.С.Кривченко (6 курс, каф. ФМиКТМ), В.Ф.Берзов, к.т.н.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ДЕФОРМАЦИОННЫХ И ТЕМПЕРАТУРНЫХ ПОЛЕЙ, РЕЖИМОВ ТЕРМООБРАБОТКИ НА ПОЯВЛЕНИЕ МАКРОЗЕРНА СПЛАВА ЭИ-893 В ПРОЦЕССЕ ГОРЯЧЕЙ ШТАМПОВКИ ЛОПАТОК ГАЗОВЫХ ТУРБИН

Характерным дефектом при обработке давлением (в частности, при штамповке) жаропрочных сплавов в процессе машиностроительного производства является разнотернистость. Возникновение разнотернистости после обработки давлением определяется особенностями пластической деформации и рекристаллизации жаропрочных сплавов.

Известно, что одними из основных причин разнотернистости являются температура и неоднородность деформации, а точнее, наличие узкого диапазона критических степеней деформации, при которых рекристаллизация металла сопровождается образованием крупного зерна. Кроме того, механизм рекристаллизации и размер зерна после рекристаллизации в значительной мере зависят не только от температуры и степени деформации, но и от всей совокупности режимов технологических процессов обработки давлением и термической обработки: скорость деформации, время выдержки при рекристаллизации, скорость нагрева при рекристаллизации и др. Также нельзя забывать о влиянии легирующих элементов и примесей. Наряду со снижением жаропрочных свойств при рабочих температурах присутствие легкоплавких элементов ухудшает возможность горячей обработки давлением.

Для решения поставленной задачи на первом этапе была разработана методика для определения критических степеней деформации с помощью клиновидных образцов. Изготовленные образцы подвергались осадке и последующей термической обработке по режимам, используемым при производстве лопаток с небольшими вариациями по температуре. Исследуя макроструктуру (очаги крупного зерна) на шлифах в продольном сечении образцов и зная распределение по степеням деформации в сечении, определяли диапазон критических степеней деформации.

В результате проведенных исследований было установлено, что очаги крупного зерна в образцах расположены в недеформированных областях (по краям), лишь в одном образце область крупного зерна наблюдалась на стыке (на границе раздела) деформируемой и недеформируемой частей образца (т.е. можно принять, что критическая степень деформации 0-1%).

Таким образом, для всех образцов во всем спектре степеней деформации по сечению (от 0 до 50%) зернистая структура была практически однородной и достаточно мелкой (около 0,3-0,5 мм с уменьшением в области больших степеней деформации).

По результатам исследования макроструктуры образцов будут проведены дополнительные исследования по оценке влияния температуры окончания штамповки, скорости деформации на макроструктуру. Также планируется исследование влияния первичной структуры плавок, легирующих элементов и примесей на образование макрозерна.