

существенный эффект по оптимизации конструкции и сокращению сроков доводки при создании новых двигателей.

4. Задача оптимального конструирования предполагает создание конструкции с минимальными напряжениями при заданном весе или получение минимального веса при данных напряжениях (или коэффициентах запаса). При создании двигателей с высокими температурами газа и окружными скоростями, что ведет к увеличению статической напряженности или утяжелению конструкции, эта задача становится весьма актуальной. В настоящее время проблема заключается в том, чтобы от проекторочного расчета отдельной детали переходить к оптимальному конструированию ступени, узла, двигателя в целом.

5. К проблеме оптимального конструирования следует отнести также вопрос разработки системы защиты и контроля работы двигателя. При существующих ресурсах двигателей и методике их продления эта задача весьма актуальна.

6. Вопросы оптимального конструирования охватывают все аспекты конструкционной прочности. Решение их должно способствовать совершенствованию конструкции двигателей и повышению их надежности и ресурса.

**Д.А. ПЕТРОВ, А.Ф. ЯКОВЛЕВА**

#### **МОНОКРИСТАЛЛЬНЫЕ ЛОПАТКИ ДЛЯ ТУРБИННОГО ДВИГАТЕЛЯ**

Монокристалльные лопатки не содержат границ зерен, являющихся слабым местом в лопатках обычного литья. Поэтому монокристалльные лопатки могут работать в двигателе при предельно высоких рабочих температурах примерно в 4 раза дольше обычной лопатки, а при умеренных температурах /800-900°C/ - в 8-10 раз. Их отличает высокое сопротивление термической усталости даже при температурах вблизи точки плавления, значительно меньший разброс по характеристикам, большая надежность в работе, почти полное исключение пористости. Из друны столбчатых кристаллов, образовавшихся на мед-

ной водоохлаждаемой плите, через сложную систему нижних вертикальных и горизонтальных полостей в верхнюю полость формы, формирующей лопатку, отбирается один кристалл /монокристалл/ с определенной кристаллографической ориентацией (I).

Первые сведения о применении монокристалльных лопаток были опубликованы в США в 1966 году.

Разработанный нами метод принципиально отличается от американского и лишен ограничений в отношении выбора кристаллографической ориентации изделия. Вследствие анизотропии механических свойств монокристаллов это позволяет оптимизировать характеристики изделия заданной кристаллографической ориентации.

Размеры монокристалльных изделий (лопаток) ограничены только размерами рабочего пространства установки. Процесс позволяет изготавливать в одном блоке (форме) до 6-8 монокристалльных лопаток - близнецов при строго одинаковой кристаллографической ориентации. Кристаллизация изделия может осуществляться со скоростью до 3-5 мм в минуту в зависимости от сложности переходов в изделии. При съемках с постоянными поперечным сечением скорость может быть доведена до 6-8 мм в минуту. Процесс выращивания монокристалльных изделий контролируется как по температурным и скоростным параметрам роста, так и по кристаллографической ориентации и может быть полностью автоматизирован.

С.Т.КИШКИН, Э.В.ПОЛЯК, Л.П.СОРОКИНА, М.П.УСИКОВ  
ЭЛЕКТРОННО-МИКРОСКОПИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА  
ПОЛЗУЧЕСТИ ЖАРОПРОЧНЫХ СПЛАВОВ

1. Методом дифракционной электронной микроскопии установлено роль несовершенств кристаллической решетки в поведении сплавов на никель-хромовой основе при ползучести в условиях высокой температуры больше 0,5 Т пл.

2. Установлены различия в механизме пластической деформации на разных стадиях ползучести:

на первой, неустановившейся стадии, пластическая деформа-