

охлаждением путем подачи жидкости /воды/ душевым способом при давлении $P=4-5$ ати. В силу большого коэффициента теплоотдачи, достигающего до $\alpha=200000$ ккал/м² ч.град, формируется требуемая эпюра остаточных напряжений. Так, например, для образцов из сплава ЭИ 598 нагрев до $t=750^{\circ}\text{C}$ с последующим охлаждением при $P=4,5$ ати приводит к формированию остаточных напряжений величиной $\sigma_{\text{max}}=70+80$ кг/мм² до глубины $\Delta a=100$ мкм с последующим плавным спадом / $\Delta a=600$ мкм/. Измерения обычными методами наклепа не выявили.

Усталостные испытания при $t=750^{\circ}\text{C}$ на базисе $N=5 \cdot 10^6$ циклов с асимметрией $\sigma_{\text{ср}}=15$ кг/мм² показали, что при исходном пределе выносливости равном $\sigma_{-1}=22$ кг/мм², термоупрочненные образцы показали $\sigma_{-1}=40$ кг/мм².

Испытания на ультразвуковой установке показали, что с увеличением базы относительный прирост предела выносливости увеличивается.

Исследованиями на релаксацию остаточных напряжений установлено, что после $t=60$ часов наработки / $N=50 \cdot 10^6$ / напряжения снижаются с $\sigma_{\text{ост}}=70+80$ кг/мм² до $\sigma_{\text{ост}}=40+50$ кг/мм². Устойчивость остаточных напряжений, наведенных методом "термоупрочнения" создает условия для "тренировки" детали.

Упрочненные этим способом лопасти 5-й ступени двигателя НК-12 при $t=600^{\circ}\text{C}$ и $P=4,5$ ати показали на пульсаторе предел выносливости, равный не ниже $\sigma_{-1}=34$ кг/мм² при исходном $\sigma_{-1}=26$ кг/мм² /база испытания $N=2 \cdot 10^7$, $t=20^{\circ}\text{C}$ /.

А.Е.ВИШНЯКОВ, Н.А.ДОНДУКОВ, П.А.ЗАХАРОВ, Б.И.КРАМАРОВСКИЙ,
В.В.СТЕПАНОВ

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ И РЕСУРСА РАБОТЫ ИЗДЕЛИЙ ТЕНОЛОГИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ

Работоспособность и надежность деталей и узлов, подверженных воздействию нагрузок циклического характера и повышенных температур, в значительной мере определяются качеством поверхностного слоя /остаточными напряжениями, наклепом, макро- и микроструктурой, шероховатостью поверхности и др./.

Опыт работы показал, что значительная эффективность в повышении усталостной прочности, надежности и долговечности ряда ответственных тяжело нагруженных деталей и узлов достигается обеспечением оптимального качества поверхностного слоя при их изготовлении в сочетании с применением различных методов уточняющей обработки. Целесообразность принятого решения по повышению надежности и ресурса изделий в условиях серийного производства очевидна, т.к. позволяет обходиться без существенных изменений конструкции и действующего техпроцесса, связанных обычно с большими материальными затратами и большими потерями времени на перестройку и проведение специальных испытаний.

В настоящее время отработаны и внедрены в серийное производство техпроцессы упрочнения деталей и узлов компрессора, редуктора, турбины, ряда сварных узлов и др.

Пневмодробеструйному упрочнению подвергаются зубья силовых шестерен, диски компрессора изделия, сварные направляющие аппараты и другие детали и узлы.

Гидродробеструйному упрочнению подвергаются рабочие и направляющие лопатки компрессора из титановых сплавов.

Виброгалтовка /виброшлифовка и виброупрочнение/ стальными шариками применяется для улучшения качества поверхности и упрочнения деталей сложной формы: рабочих, направляющих лопаток компрессора, дисков и проставок, корпусных деталей из алюминиевых и жаропрочных сплавов, зубьев шестерен, крыльчаток и др./.

Созданы 2 централизованных участка пневмо- и гидродробеструйного упрочнения, оснащенных одно- и многосопельными установками, и централизованный участок виброгалтовки, оснащенный гаммой виброгалтовочных установок грузоподъемностью от 25 до 200 кгс. Организовано изготовление стальных закаленных шариков 1-5 мм. /Ст.ШХ15/ для гидродробеструйного упрочнения и виброгалтовки деталей /ранее указанные шарики закупались на шарико-подшипниковых заводах/.

Для повышения контактной выносливости поверхности отверстий отработана и внедрена технология упрочнения роликовыми раскатчиками.

Все более широкое применение получает алмазное выглаживание. Совместно с КуАИ /руководитель работ к.т.н., доцент К.Ф.МИТЯЕВ/ внедрены в серийное производство техпроцессы упрочнения алмазным выглаживанием цапф валов под подшипники роторов компрессоров ряда изделий, вала - бочки, беговых дорожек подшипников и др. деталей.

Совместно с КПТИ /руководитель работ к.т.н., доцент Б.А.Кравченко/ разработан и находится в стадии внедрения процесс упрочнения лопаток турбины из жаропрочных сплавов.

Отработан и находится в стадии внедрения техпроцесс инвенодинамического упрочнения сварных швов крупногабаритных узлов типа картера турбины.

Многое сделано для совершенствования технологических процессов. Изготовление лопаток компрессора и турбины производится с применением ЭХО. Механизирован процесс протягивания пазов в дисках компрессора и турбины. Внедрена автоматическая сварка направляющих аппаратов компрессора, картеров компрессора и турбины и других узлов. Расточка координатных отверстий в корпусных деталях производится на многошпиндельных алмазно-расточных станках. Повышена надежность контроля профиля пера лопаток. Для деталей из жаропрочных сплавов, работающих при высоких температурах, а также сварных узлов применяются операции стабилизирующей термобработки.

Проведение большого комплекса технологических и конструктивно-технологических мероприятий позволило полностью ликвидировать ряд серьезных дефектов /поломки силовых шестерен редуктора, лопаток и дисков отдельных ступеней компрессора и турбины и др./.

Н.Э.ЛОГИНОВ, И.Н.ШКАНОВ, Р.Д.ВАГАПОВ

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ НА КОНСТРУКЦИОННУЮ ПРОЧНОСТЬ СПЛАВОВ ПРИ ПЕРЕМЕННЫХ НАГРУЗКАХ

1. Оценка влияния технологии обработки материалов на усталостную прочность проведения по многочисленным экспериментальным данным в статистическом аспекте по параметрам равной вероятности, интегральным и нормальным распределениям пределов усталости для ряда материалов.