

УДК 621.78:621.4

УСТАНОВКА ДЛЯ ЛОКАЛЬНОГО ТЕРМОПЛАСТИЧЕСКОГО УПРОЧНЕНИЯ ТУРБУЛЕНТНЫХ ДИСКОВ

© 2012 В. Г. Круцило, О. В. Никишов

Самарский государственный технический университет

Описывается установка термопластического упрочнения дисков турбингазоперекачивающего агрегата.

Долговечность, турбинные диски, усталостная трещина, локальное термопластическое упрочнение, автоматизированная установка, испытания на усталость.

Детали газотурбинных двигателей (ГТД), такие например, как, лопатки, диски, дефлекторы, работают в условиях повышенных температурных и силовых знакопеременных нагрузок. Это предъявляет высокие требования к качеству проектирования и изготовления. В настоящее время практически исчерпаны возможности повышения качественных показателей деталей ГТД методами конструкторского совершенствования их геометрии, совершенствованием процесса производства, получен максимальный эффект от использования современных материалов и покрытий.

Для увеличения прочностных характеристик поверхностных слоев деталей ГТД существует большое число упрочняющих технологий.

В число положительно зарекомендовавших себя методов при производстве и восстановительном ремонте крупногабаритных деталей входит и термопластическое упрочнение (ТПУ).

Данный метод позволяет наводить в поверхностном слое деталей благоприятные с точки зрения усталостной прочности остаточные напряжения сжатия. Отличительной особенностью метода ТПУ является минимальная величина остаточных деформаций (0,5-1%) и связанная с этим энергетическая стабильность термоупрочнённого поверхностного слоя. Данное напряжённо-деформированное состояние обеспечивает малую релаксацию наведённых сжимающих напряжений, и, следовательно, более длительное, чем при методах, основанных на поверхностно-пластическом деформировании (ППД),

положительное воздействие их на сохранение высокого уровня усталостной долговечности в процессе эксплуатации детали.

Независимо от метода, как правило, возникает технологическая проблема при упрочнении крупногабаритных деталей, особенно в том случае, когда при восстановительном ремонте, исходя из технологических и экономических соображений, желательно исключить процесс разборки. При этом практически невозможно создать установку, в которой можно было бы поместить деталь или узел целиком и при этом обеспечить необходимый равномерный уровень параметров упрочнения по всему объёму.

Выход из этой ситуации обычно находят в использовании локального упрочнения. При локальном упрочнении детали происходит воздействие на её ограниченную часть, в которой есть участки гарантированного повышения уровня качества и переходные участки (между упрочнённой и неупрочнёнными зонами). При локальном упрочнении следующий упрочняемый участок включает в себя переходную зону, т.е. происходит её повторное упрочнение. В результате процесс упрочнения является более сложным для достижения требуемого уровня качества по всему объёму детали.

Теоретическая составляющая заключается в том, что необходимо рассмотреть проблемы и учесть влияние технологических факторов повторного процесса упрочнения в переходной зоне на параметры качества поверхностного слоя, в

частности, на остаточные напряжения сжатия и деформационное упрочнение.

Практическая проблема заключается в создании установок с минимумом возникновения переходных зон упрочнения; автоматизированных установок с чётким контролем технологических параметров процесса упрочнения; компактных, возможно накладных установок, обеспечивающих такой цикл обработки, который гарантирует перекрытие всех зон детали.

В серийной технологии газотурбинные диски не подвергаются упрочнению. Известно, что такого класса детали, подвергнутые ТПУ (например лопатки из жаропрочных материалов), дают прирост усталостной прочности до 15...20%. Поэтому целесообразно проводить упрочняющую обработку ТПУ всех турбинных дисков. Это даст возможность отдалить момент появления микротрещин и

увеличить срок службы газоперекачивающего агрегата (ГПА).

Метод ТПУ лёг в основу создания установок термопластического упрочнения дисков турбин газоперекачивающего агрегата ГТК-10-4.

Была спроектирована и совместно с ООО «Самаратрансгаз» изготовлена автоматизированная установка для термопластического упрочнения пазов турбинных дисков с использованием электронагрева.

Установка имеет две основные системы: систему нагрева и систему спрейерного охлаждения. Система нагрева выполнена в виде печи сопротивления. Нагрев диска в печи осуществляется локально, по секторам из 13 зубьев, из которых 9 находятся в оптимальной зоне упрочнения, а 4, по два с каждой стороны - в переходной зоне (рис. 1).

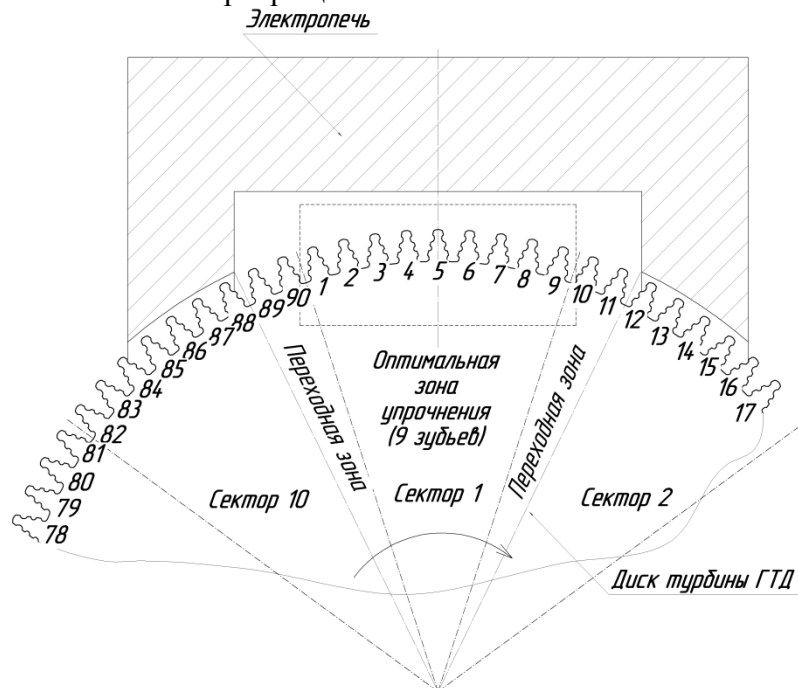


Рис. 1. Схема локального нагрева диска ГТД при упрочнении

Работа установки осуществляется в следующем порядке.

Производится настройка приборов и устройств. Осуществляется проверка работы установки в ручном режиме управления. Далее производится термопластическое упрочнение. В гидробаке 4 (рис.2) в автоматическом режиме поддерживается необходимый уровень воды. Гидравлический аккумулятор 2 системы спрейерного

охлаждения наполняется водой с помощью вертикального многоступенчатого насоса 14, создается давление 8 атм. Нагрев диска и последующее охлаждение осуществляется периодически. В печи 3 одновременно находятся 9 упрочняемых зубьев диска. Интервал нагрева завершается командой на поворот диска, при разрешающем сигнале от пирометра 21 (температура нагрева диска $650 \pm 20 \text{ } ^\circ\text{C}$). По 9 зубьев одновременно

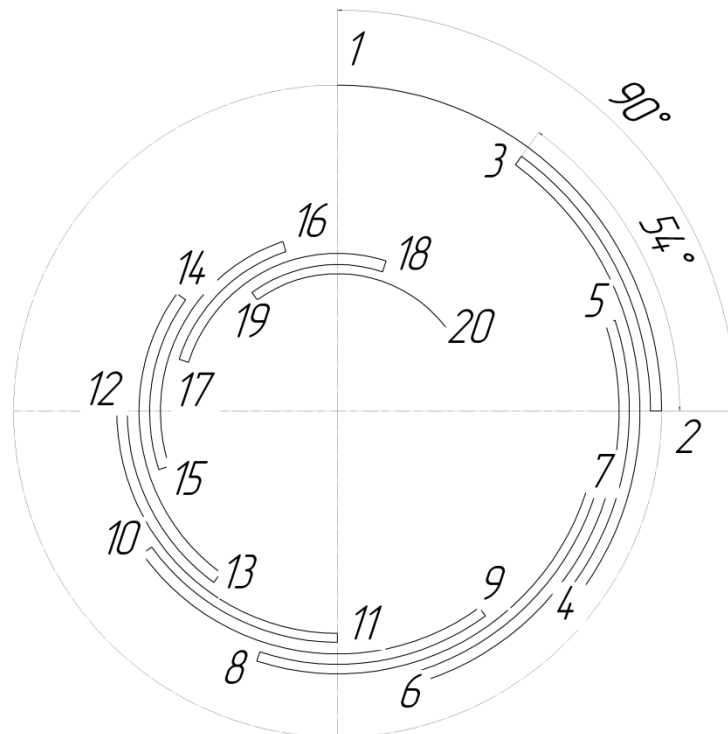


Рис. 3. Схема позиционирования диска ГТД при упрочнении

Преимущества данной установки - надёжность, безопасность и простота конструкции; дешевизна процесса упрочнения; полная автоматизация работы установки и всех сервисных устройств обеспечивается применением системы микропроцессорного управления (ПК); контроль над ведением процесса упрочнения и документирование полученных результатов.

Данная установка прошла межведомственные испытания и успешно внедрена в производство.

Библиографический список

1. Кравченко, Б.А. Термопластическое упрочнение – резерв повышения прочности и надежности деталей машин: монография [Текст]/ Б.А. Кравченко, В.Г. Круцило, Г.Н. Гутман. – Самара: СамГТУ, 2000. – 216 с.
2. Повышение долговечности газотурбинных дисков [текст]/ О.В. Никишов, В.Г. Круцило. – Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета имени академика С.П.Королева.– Самара: СГАУ, 2011. – 317-323 с.

INSTALLATION FOR STRENGTHENING LOCAL THERMOPLASTIC TURBULENT DISC

© 2012 V. G. Krutsilo, O. V. Nikishov

Samara State Technical University

This article is about local thermoplastic hardening of large parts GTE.

Durability, turbine disks, fatigue crack, local thermoplastic hardening, automated installation, a fatigue test.

Информация об авторах

Круцило Виталий Григорьевич, кандидат технических наук, доцент кафедры «Инструментальные системы и сервис автомобилей», Самарский государственный технический университет. E-mail: isap@samgtu.ru. Область научных

интересов: технология машиностроения.

Никишов Олег Викторович, старший преподаватель кафедры «Инструментальных систем и сервиса автомобилей», Самарский государственный технический университет. E-mail: rusdemon@mail.ru. Область научных интересов: технология упрочнения деталей газотурбинных двигателей.

Krutsilo Vitaliy Grigorievich, Candidate of Technical Sciences, Docent department of instrumental systems and service vehicles, Samara State Technical University. E-mail: isap@samgtu.ru. Area of research: engineering technology.

Nikishov Oleg Viktorovich, a senior lecturer in «instrumentation systems and service vehicles», Samara State Technical University. E-mail: rusdemon@mail.ru. Area of research: the technology of hardening of parts of gas turbine engines.