

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ ВЫХЛОПНОГО ТРАКТА ГАЗОТУРБИННОЙ УСТАНОВКИ (ГТУ) ПРИ ЦИКЛИЧЕСКОЙ НАГРУЗКЕ

А.Ф. Сальников, Р.Р. Бикметов, К.В. Пальчиковский

Пермский государственный технический университет

Проведено исследование работоспособности элементов выхлопного тракта газотурбинной установки (ГТУ) при циклической нагрузке.

Одним из главных условий устойчивого развития газовой отрасли является обеспечение надежности и эффективности эксплуатации газотранспортных предприятий. Проблемы повышения надежности и эффективности эксплуатации газоперекачивающих агрегатов (ГПА) тесно связаны с работоспособностью всех его элементов и узлов. Одной из основных задач прогнозирования работоспособности ГПА является задача снижения производственных затрат на проведение ремонтно-восстановительных мероприятий в процессе функционирования.

На современных станциях, где используют и ГПА типа «Урал-16», существуют системы непрерывного контроля технического состояния отдельных узлов по величине температур, давления, уровня вибрации и т.д., поэтому отказы в работоспособности ГПА по элементам контроля сводятся к минимуму. Однако в системе выхлопа и входного тракта какие-либо элементы контроля технического состояния отсутствуют. Это привело к следующим отказам при эксплуатации ГПА серии «Урал»:

– обрыв листов внутренней облицовки на агрегатах ГПА-16ДКС-02, ГПА-16 ДКС-03 на КС Ямбургского ГКМ, ГПА-16ДКС-02Л на КС «Пургазовская»;

– прогар компенсаторов на агрегатах ГПА-12М (КС «Пермская»), ГПА-16 (КС «Горнозаводская»);

– десятки остановов ГПА, особенно в октябре, ноябре и апреле каждого года эксплуатации в районах городов Уренгоя и Сургута за счет обледенения входного тракта;

– взаимное силовое влияние выходного устройства ГТУ и выхлопного тракта.

В этих условиях резко возрастает необходимость в научных разработках, направленных на решение неотложных задач, связанных с совершенствованием методов и средств анализа технического состояния газоперекачивающего оборудования, в том числе системы выхлопа.

Проблемы повышения надежности и эффективности эксплуатации газоперекачивающих агрегатов (ГПА) тесно связаны с работоспособностью всех его элементов и узлов. Отказы систем выхлопа в работе ГПА (прогары, отрыв листов и т.п.) приводят к значительному повышению стоимости ремонтно-восстановительных работ, что диктует необходимость внедрения современных исследований поведения конструкционного материала в процессе эксплуатации при значительных температурных и динамических нагрузках. В этих условиях резко возрастает необходимость в научных разработках, направленных на решение неотложных задач, связанных с совершенствованием методов и средств анализа изменения физико-механических свойств конструкционных материалов, определяющих техническое состояние конструкции элементов выхлопа, всоса, трубопроводов и других элементов газоперекачивающего оборудования. Возникает проблема комплексного исследования поведения конструкционного материала при одновременном воздействии температурной нагрузки и динамической нагрузки, как колебание давления в газовом потоке, возникающем при вихревом течении продуктов выхлопа с ГТУ из улитки в диффузор. Изменение физико-механических свойств, появление различных дефектов, изменение в динамике нагрузки формирует ряд исследовательских задач, которые необходимо решать в рамках повышения надежности эксплуатации существующих и вновь разрабатываемых ГПА.

На базе Центра экспериментальной механики Пермского государственного технического университета реализована задача исследования двухосного нагружения образца, что достаточно близко соответствующей реальной динамической нагрузке, действующей в выхлопном тракте ГПА. На рис. 1 приведено фото данной установки, а в таблице приведены ее возможности по проведению исследований.

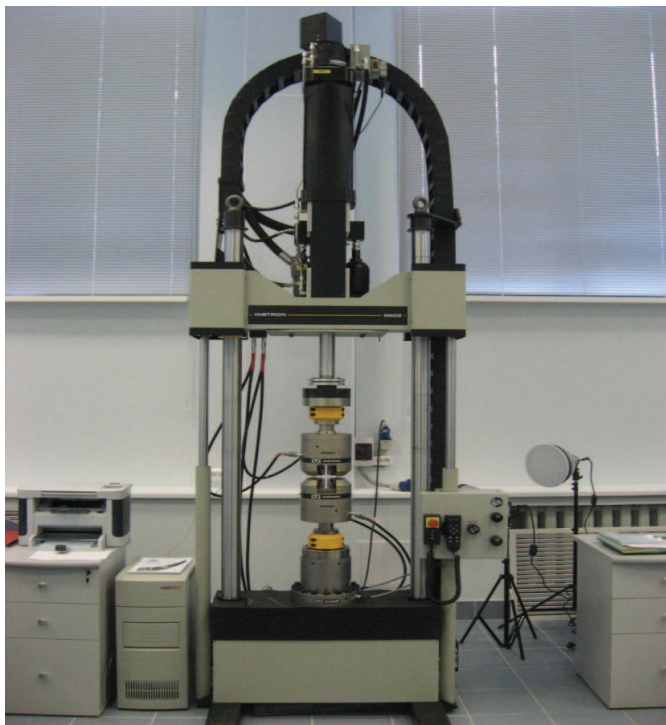


Рис. 1. Двухосевая испытательная сервогидравлическая машина Instron 8850

Возможности установки по проведению исследования

Параметры	Значения
Максимальные нагрузки при растяжении-сжатии	100 кН
Максимальные нагрузки при кручении	1 кНм
Ход актуатора	$\pm 75 \text{ мм} / \pm 45^\circ$
Частота испытаний до	20 Гц
Проведение высокотемпературных испытаний	от 350 до 1000 ⁰ С

Исследования проводились на нагруженном образце постоянной нагрузкой в осевом направлении, и осциллирующей нагрузкой в перпендикулярной плоскости с частотой 1 Гц, 25 Гц и 100 Гц.

На рис. 2 приведены в качестве примера результаты исследований изменения величины модуля материала при частоте осциллирующей нагрузки в 1 Гц.

Обработки результатов исследования – изменения модуля в зависимости от количества циклов нагружения (числа колебаний при растяжении) приведены на рис. 3 для частоты 1 Гц.

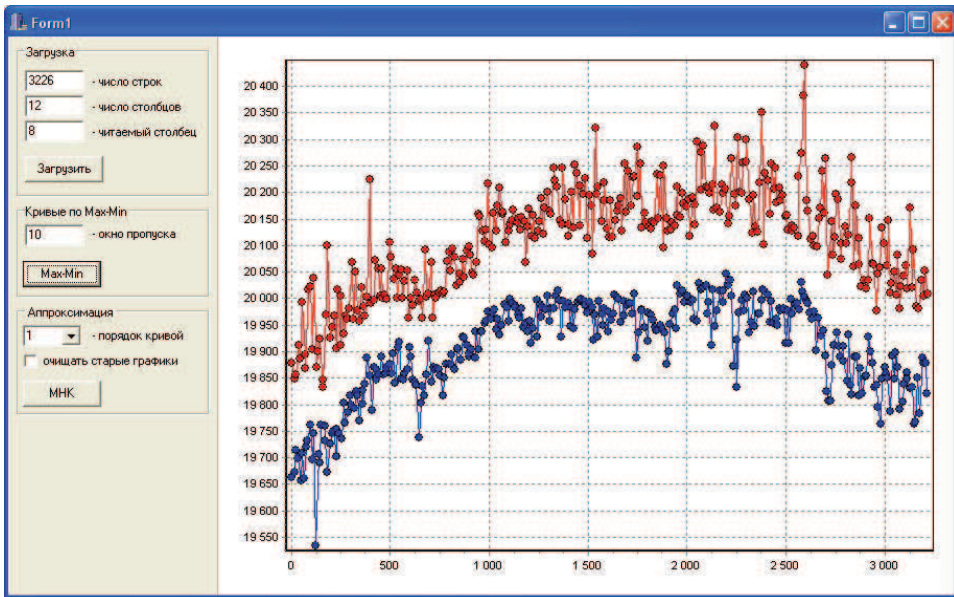


Рис. 2. Изменение величины модуля от количества циклов нагружения при частоте 1 Гц и скорости растяжения 0,2 мм/с

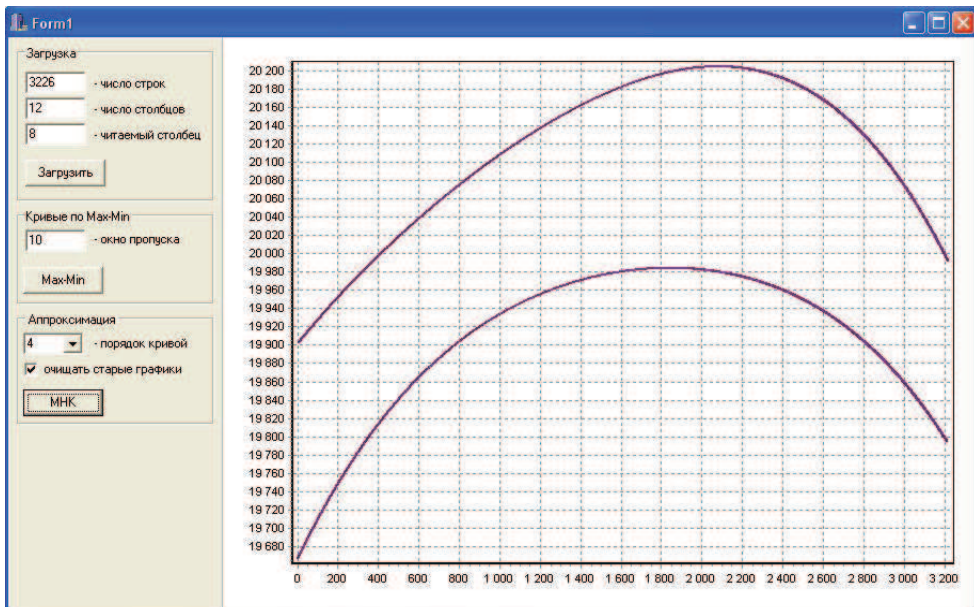


Рис. 3. Изменение амплитуды колебания модуля от количества циклов нагружения при частоте 1 Гц и скорости растяжения 0,2 мм/с

На рис. 4 приведена зависимость изменения модуля материала в зависимости от частоты осциллирующей нагрузки.

Средние значения модуля экспериментов при 2400-х циклах нагружения

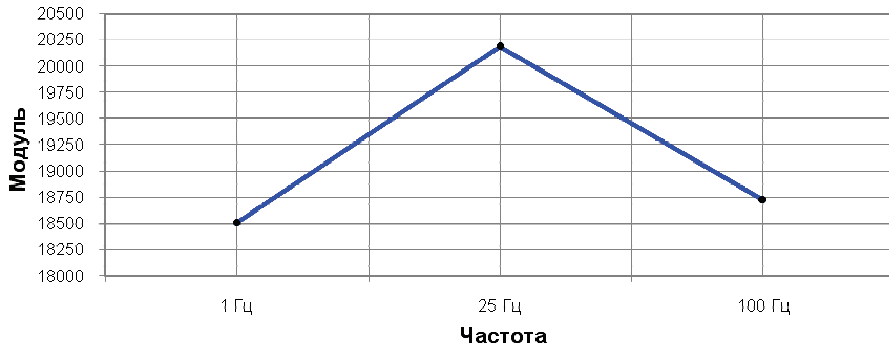


Рис. 4. Зависимость изменения модуля материала от частоты осциллирующей нагрузки

По результатам проведенных испытаний получены новые данные, характеризующие зависимости прочностных свойств стали 12X18Н10Т, используемой при изготовлении конструктивных элементов выхлопного тракта ГТУ от сложного деформирования.

Полученные результаты позволяют уточнить расчетные модели при проектировании и расчете конструктивных элементов выхлопного тракта с учетом влияния динамических нагрузок, ввести в расчет оценки несущей способности конструктивных элементов данные по динамическим характеристикам материала, уточнить их работоспособность в процессе эксплуатации.

Таким образом, полученные результаты позволяют учесть влияние динамических нагрузок на величину напряженно-деформированного состояния конструктивных элементов, используемых для выхлопных трактов газотурбинных установок. Введение в алгоритм системы управления технологическим процессом транспортировки газа предельного количества циклов нагружения или при изменении режима технологического процесса перекачки транспортируемой среды позволит обеспечить безотказную работу газокompрессорного агрегата.

Список литературы

1. Налимов В.В. Теория эксперимента. – М.: Наука, 1971. – 218 с.
2. Осипов И.С., Гусев М.Н. Особенности пластического течения и деформационного упрочнения металлических поликристаллов, облученных нейтронами // Матер. конкурса НИОКР молодых ученых и специалистов НЯЦ РК. – Курчатов, 2006. – 14 с.

Получено 17.06.2010