

**МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ
И ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ
О РАДИАЛЬНЫХ ЗАЗОРАХ
В ПРОТОЧНОЙ ЧАСТИ ГТД
С САМОКОМПЕНСАЦИЕЙ
ТЕМПЕРАТУРНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ
НА ДАТЧИК**

"Новая техника"

**МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ
И ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ
О РАДИАЛЬНЫХ ЗАЗОРАХ
В ПРОТОЧНОЙ ЧАСТИ ГТД
С САМОКОМПЕНСАЦИЕЙ
ТЕМПЕРАТУРНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ
НА ДАТЧИК**

Под общей редакцией
О.П. СКОБЕЛЕВА

САМАРА
ИЗДАТЕЛЬСТВО «НОВАЯ ТЕХНИКА»
2021

УДК 621.452.3
ББК 31.16
М54

Печатается по решению Ученого совета Института проблем управления сложными системами Российской академии наук – обособленного подразделения Федерального государственного бюджетного учреждения науки Самарского федерального исследовательского центра Российской академии наук

Рецензенты: д-р техн. наук, проф. В.П. Данильченко
д-р техн. наук, проф. А.А. Трофимов

Авторы: В.Н. БЕЛОПУХОВ, С.Ю. БОРОВИК, П.Е. ПОДЛИПНОВ,
Ю.Н. СЕКИСОВ, О.П. СКОБЕЛЕВ

М54 Методы и средства измерения и обработки информации о радиальных зазорах в проточной части ГТД с самокомпенсацией температурных воздействий на датчик / В.Н. Белопухов, С.Ю. Боровик, П.Е. Подлипов и др.; под общ. ред. О.П. Скобелева - Самара: Изд-во «Новая техника», 2021. – 142 с., ил.

ISBN 978-5-88940-156-8

Рассматриваются новые методы и реализующие их средств измерения и обработки информации о радиальных зазорах и осевых смещениях в газотурбинных двигателях на основе применения оригинальных одновитковых вихрековых датчиков с чувствительными элементами в виде отрезка проводника. Методы предусматривают самокомпенсацию температурных воздействий на каждый из используемых датчиков, что позволяет сократить количество первичных преобразователей и, как следствие, число требуемых установочных отверстий на статорной оболочке двигателя. Приводятся результаты исследований функций преобразования датчиков и измерительных цепей, а также исследуется влияние ряда мешающих факторов на преобразование радиальных и осевых смещений торцов лопаток. Предлагаются принципы построения систем измерения с самокомпенсацией температурных воздействий на датчики и приводятся результаты экспериментальных исследований макета такой системы.

Книга адресована специалистам в области измерения, диагностики и испытаний газотурбинных двигателей и может быть интересна разработчикам лопаточных энергосиловых установок и студентам соответствующих специальностей вузов.

УДК 621.452.3
ББК 31.16

ISBN 978-5-88940-156-8



9 785889 401568

© В.Н. Белопухов, С.Ю. Боровик, П.Е. Подлипов,
Ю.Н. Секисов, О.П. Скобелев, 2021

© Институт проблем управления сложными системами
Российской академии наук – обособленное подразделение
Федерального государственного бюджетного учреждения
науки Самарского федерального исследовательского центра
Российской академии наук, 2021

ОГЛАВЛЕНИЕ

Сокращения	5
Введение	6
Раздел 1 Методы измерения и обработки информации о радиальных зазорах	11
1.1. Идея самокомпенсации температурных воздействий на ОВТД в методе измерения радиальных зазоров	12
1.2. Методы обработки, обеспечивающие самокомпенсацию температурных воздействий на ОВТД	16
1.2.1. Метод определения усредненного значения кода в межлопаточных промежутках	17
1.2.2. Метод определения экстремальных значений разностных кодов по каждой лопатке за один период вращения РК	18
1.3. Методы обнаружения опасных деформаций лопаток	22
1.4. Кластерный метод измерения и обработки информации о радиальных и осевых смещениях торцов лопаток	25
Заключение к разделу 1	31
Раздел 2 Функции преобразования одновиткового вихретокового датчика и измерительной цепи	34
2.1. Семейства функций преобразования одновитковых вихретоковых датчиков	35
2.2. Семейства функций преобразования измерительной цепи	45
Заключение к разделу 2	58
Раздел 3 Принципы построения систем измерения и обработки информации с самокомпенсацией температурных воздействий на ОВТД.....	61
3.1. Структурно-функциональные схемы систем измерения	61
3.2. Алгоритмы функционирования систем	65
Заключение к разделу 3	75
Раздел 4 Влияние мешающих факторов	78
4.1. Влияние соседних лопаток	79
4.2. Влияние температуры контролируемой и соседних лопаток	88

4.3. Влияние осевых смещений.....	98
Заключение к разделу 4.....	103
Раздел 5 Погрешности системы измерения	105
5.1. Погрешности, связанные с «недокомпенсацией» температурных воздействий на ОВТД.....	105
5.2. Погрешности дискретизации	108
5.2.1. Максимально возможные погрешности дискретизации	108
5.2.2. Случайная погрешность дискретизации.....	113
Заключение к разделу 5.....	116
Раздел 6 Действующий макет системы измерения радиальных зазоров.	
Результаты экспериментальных исследований	118
6.1. Технические средства и программное обеспечение.....	118
6.2. Метрологические показатели.....	120
6.3. Оценка работоспособности действующего макета системы.....	123
6.3.1. Имитация объекта.....	124
6.3.2. Изменения кодов на выходе ИЦ в процессе вращения РК..	126
6.3.3. Оценка работоспособности системы по разности заданных и вычисленных значений РЗ.....	130
6.3.4. Оценка работоспособности усреднения разностных кодов на нескольких периодах вращения РК для уменьшения случайных погрешностей.....	130
Заключение к разделу 6.....	133
Список литературы.....	136