

Рис. 2. Максимальные напряжения по высоте конических столбиков ТЗП толщиной 120 мкм

При толщине покрытия 120 мкм максимальные напряжения в конических столбиках на высоте 10 мкм от основания волокон на сопловой лопатке достигают 170 МПа, в сегменте жаровой трубы КС – 157 МПа (рис. 2). Возникающие изгибные напряжения превышают предел прочности керамики на растяжение, и могут привести к выкрашиванию столбчатого ТЗП на указанной высоте.

В связи с этим, на этапе проектирования необходимо проводить расчетную оценку напряженного состояния столбчатого керамического теплозащитного покрытия с учетом условий работы детали, а также характеристик самого покрытия. Стоит обратить внимание, что повреждение ТЗП посторонними частицами, содержащимися в высокоскоростном газодинамическом потоке, может привести к многократному увеличению коэффициента трения, что незамед-

лительно отразится на напряженном состоянии столбчатого ТЗП и его долговечности.

Библиографический список

1. Н.В. Абраимов // Высокотемпературные материалы и покрытия для газовых турбин // М.: Машиностроение, 1993. - 336с.
2. А.Ф. Белявин, В.И. Топал // Теплозащитные покрытия лопаток ГТД, Получаемые электроннолучевым испарением и конденсацией в вакууме: коммерческое применение и перспективы // Сборник тезисов докладов II Международной научно-технической конференции «Авиадвигатели XXI», том3. –М.: ЦИАМ, 2005. – с.231-233.
3. Бычков Н.Г., Першин А.В., Равилов Р.Г., Павлов Ю.И. // Условия работы и разрушения керамических теплозащитных покрытий, нанесенных по электронно-лучевой технологии // Научные труды. Выпуск 15(87).- М.: МАТИ, 2009. с.52-56.

УДК 621.9.08

ФОРМИРОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ МЕТОДИК ИЗМЕРЕНИЯ, ОСУЩЕСТВЛЯЕМЫХ НА КООРДИНАТНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ МАШИНАХ, С УЧЕТОМ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ МАЛОЖЕСТКИХ ДЕТАЛЕЙ ТИПА «КОЛЬЦО»

Чевелева А.О., Болотов М.А.

Самарский государственный аэрокосмический университет

Координатный метод измерения основан на дискретной замене реальных поверхностей деталей путем контроля конечного числа точек на них. Условно суммарную погрешность контроля можно разделить на: инструментальную погрешность КИМ и методическую. Последняя зависит от количе-

ства контролируемых точек, особенно при выявлении отклонения формы. С увеличением вышеупомянутых точек увеличивается точность вписывания заменяющего элемента, однако также повышается время этапа контроля. Необходимость нахождения баланса между затратами ресурсов (финансо-

вых, трудовых, материальных) при контроле на координатно-измерительной машине [1] и точностью является обоснованием для формирования оптимальных методик выполнения измерений (МВИ) при выявлении отклонений формы.

Критерием оптимизации является выявление формы с погрешностью, не превышающей 30% от допуска на отклонение формы:

$$\Delta \leq \Delta_{\text{доп}} \quad (1)$$

В свою очередь, данная погрешность зависит от ряда факторов: инструментальной погрешности КИМ, заданного значения отклонения формы, количества граней, количества точек контроля. Таким образом, общую погрешность можно представить:

$$\Delta = f(\Delta_{\text{изм}}, f_c, w, N) \quad (2)$$

Анализ технологий изготовления показывает, что после обработки маложесткие детали типа «кольцо» характеризуются отклонениями от круглости, которые возникают вследствие внутренних напряжений материала (овальность) или связаны со способом закрепления заготовки (огранка). Наиболее частотны случаи огранки: три грани (закрепление в трехкулачковом патроне), четыре грани (закрепление в четырехкулачковом патроне, специальном приспособлении), шесть граней (усилия от частей специального приспособления).

Решение поставленной задачи аналитическим методом затруднительно, поэтому в данной работе используется метод Монте-Карло. Он предполагает имитацию процесса измерения с определенным количеством повторений, и последующей обработкой полученных выборок. В нашем случае необхо-

димо имитировать методики измерения (разное количество точек) путем выборки точек из данной совокупности точек, соответствующей измеряемой детали. Одним из способов получения совокупности точек является сканирование, но он является длительным. В связи с этим целесообразно генерирование окружностей с отклонениями формы и погрешностями измерения. Генерирование огранки осуществлялось с помощью рядов Фурье [2].

В работе анализируются детали диаметром 150 мм на основе воспроизведения окружностей с различным количеством граней (2, 3, 4, 6) и заданным уровнем отклонения от круглости. В результате исследований получен график доли ошибки формы (рис. 1), который вычисляется по формуле:

$$\text{bias} = \frac{f_t - \text{Hermit}(\text{form})}{f_t} \quad (3)$$

где f_t – заданное значение формы,
form – выявленное значение формы.

Значение 0 данной величины указывает на то, что отклонение формы выявлено без ошибок достоверно, в нашем случае необходимо выбирать МВИ для которых данный показатель будет меньше или равен 0,3. В ходе исследований было выявлено, что распределения исследуемых величин не соответствуют известным (нормальному, бета и т.д.). Поэтому получение оценки доверительного интервала исследуемых величин производилось на основе аппроксимации исходной гистограммной выборки с использованием полиномов Эрмита (Hermit).

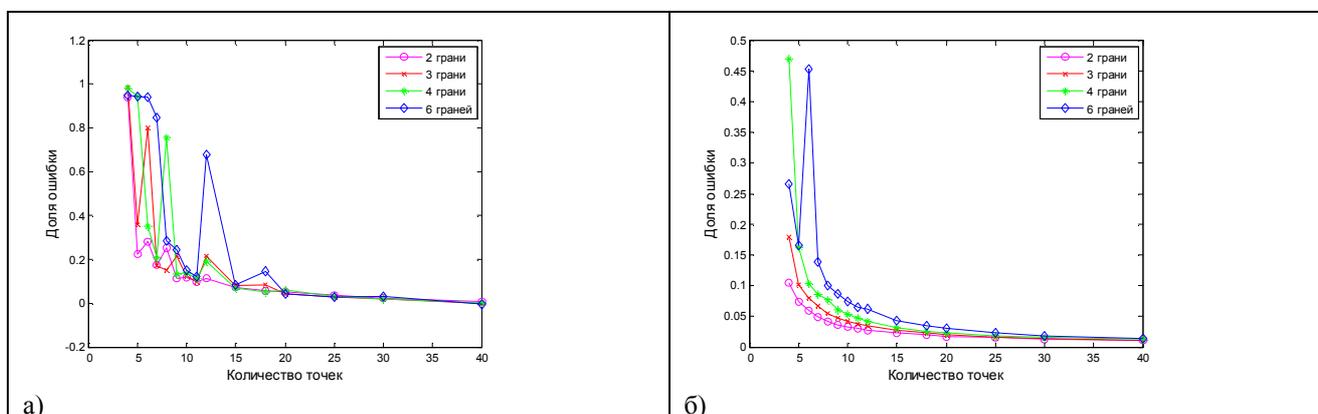


Рис.1.–График зависимости от количества точек:

а – доли ошибки при выявлении отклонения формы, б – поля рассеивание величины радиуса, отнесенной к отклонению формы (0,01мм)

Рассмотрение данных зависимостей рис.1,а показывает, что не рекомендуется контролировать по числу точек, кратному количеству граней, поскольку данный вид погрешности имеет периодический характер изменения. В противном случае происходит недооценка величины. Данный случай описан в [3].

Учитывая регулярный характер отклонения формы можно отметить, что наиболее оптимальным является контроль по 11 точкам. В дальнейших работах планируется исследование совокупностей точек для реальных поверхностей.

На рис.1,б представлена зависимость поля рассеивания радиуса отнесенного к величине отклонения формы для различных

МИ. Данные зависимости будут полезны в дальнейшем при исследовании совокупности контролируемых элементов.

Библиографический список

1 Гапшис, В.А. Координатные измерительные машины и их применение [Текст]: Учебник/В.А.Гапшис, А.Ю. Каспарайтис, М.Б.Модестов и др. – М.: Машиностроение, 1988. – 328 с.

2 Залманзон Л.А., Преобразование Фурье, Уолша, Хаара и их применение в управлении, связи и других областях. – М: Наука, 1989, - 496с.

3 Flack, D. Measurment good practice guide: CMM measurment strategies [Текст]/ Flack D. – Elseiver, 2001. – 87р.

УДК 621.43

ВОЗМОЖНОСТИ УВЕЛИЧЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА НАПОЛНЕНИЯ ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ ЗА СЧЕТ САМОЗАКРЫВАЮЩЕГОСЯ ВПУСКНОГО КЛАПАНА

Козин А.М., Русаков М.М.

Тольяттинский государственный университет

Рабочий процесс двигателя внутреннего сгорания сильно зависит от коэффициента наполнения цилиндра. С увеличением наполнения цилиндра возрастает максимальное давление цикла, максимальная температура и мощность. При этом снижается расход топлива и вредные выбросы. Коэффициент наполнения зависит от угла закрытия впускного клапана [1].

Для обеспечения максимального коэффициента наполнения разрабатывают механизмы изменения угла закрытия впускного клапана в зависимости от оборотов коленча-

того вала. Используются механические и электромагнитные механизмы изменения фаз газораспределения. Это усложняет конструкцию двигателя, а, следовательно, и его стоимость.

Был проведен анализ зависимости коэффициента наполнения от времени закрытия впускного клапана и оценено время закрытия клапана, обеспечивающее максимальный коэффициент наполнения. На рисунке 1 приведены данные из [1] и результаты специально проведенных опытов на двигателе ВАЗ-1111.