

Ассистент Л. Н. УГЛАНОВ

ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДИКИ РЕШЕНИЯ ОБЪЁМНЫХ РАЗМЕРНЫХ ЦЕПЕЙ К КРИВОШИПНО-ШАТУННОМУ МЕХАНИЗМУ ДВИГАТЕЛЕЙ

Объёмная размерная цепь узла кривошипно-шатунного механизма (КШМ) двигателей решается в настоящее время с применением метода «минимум—максимум». В конструкторских отделах почти не применяются теоретико-вероятностные расчёты, несмотря на то, что погрешности при изготовлении деталей машин в значительной мере определяются случайными процессами. Характеристики же случайных процессов могут быть получены только с помощью теоретико-вероятностных расчётов.

Для решения объёмной размерной цепи была разработана новая методика, базирующаяся на анализе точности производства и законах теории вероятностей. В основу были положены также исследования и работы различных авторов по решению линейных и плоских размерных цепей «теоретико-вероятностным» методом. Распространив положения теории вероятностей

на объёмную размерную цепь узла КШМ, удалось получить сложные, но достаточно точные расчётные уравнения. Эти уравнения, после подстановки в них параметров существующих двигателей автотракторного типа, значительно упростились и свелись к простым и удобным для расчёта формулам. Выведенные расчётные формулы дают незначительные отклонения от теоретических уравнений. Этими отклонениями можно пренебречь.

Объёмная размерная цепь узла КШМ рядного двигателя может быть представлена уравнением

$$E - 1 = \frac{2P}{C - P} = \frac{2}{\frac{C}{P} - 1}, \text{ где}$$

E — степень сжатия цилиндров по объёму,

P — радиус кривошипа коленчатого вала,

C — суммарный размер линейной размерной цепи, в состав которой входят фактические размеры (независимые случайные величины) и фиктивные размеры.

Фиктивные линейные размеры представляют собой различные линейные и нелинейные функции нескольких случайных независимых величин (фактических размеров) или их квадратов.

Для определения основных параметров распределения фиктивных линейных размеров были решены основные уравнения теории вероятностей применительно к узлу кривошипно-шатунного механизма двигателей автотракторного типа. Эти уравнения удалось упростить и свести к простым и удобным для расчёта формулам.

Был произведен анализ допусков на изготовление деталей узла КШМ двигателей со степенями сжатия 16,75; 15,90 и 4,54. Анализ показал, что расчёт объёмной размерной цепи методом «минимум-максимум» ужесточает допуски по сравнению с их оптимальной величиной, рассчитанной «теоретико-вероятностным» методом в среднем на 60%, а по основным деталям на 30%.

Учёт деформаций от температуры и от динамических нагрузок, как показали исследования по двигателю СМД-55, показал, что расчётная величина степени сжатия работающего двигателя увеличивается по сравнению с расчётной величиной степени сжатия «холодного» примерно на 3,4%. В рабочем (горячем) двигателе существенно уменьшается расчётная ве-

личина зазора между донышком поршня и головкой цилиндров за счёт температурных деформаций и деформаций от динамических нагрузок.

Экспериментальные данные, собранные на заводах, подтверждают теоретические положения и показывают, что применение «теоретико-вероятностного» метода расчёта объёмной размерной цепи даст определенный экономический эффект при изготовлении деталей.

При решении поставленной задачи были проведены более 9 тысяч экспериментальных замеров, выведены законы распределения погрешностей при изготовлении деталей и основные параметры распределений. Эти параметры могут быть использованы при проектировании новых машин и при доводке двигателей. Разработанная методика расчёта была использована на заводе «Серп и молот», в результате чего были расширены допуски на изготовление деталей узла КШМ двигателей СМД-55 и У-5М.