

В опытах использовались различные способы создания потока воздуха. На аэростенде НИИкомпрессормаша скорость потока прямоугольного сечения варьировалась в пределах 4,2...11,8 м/с с четырьмя дискретными значениями, а на аэростенде СумГУ поток имел круглое сечение диаметром 0,5 м и скорость его изменялась также дискретно в пределах 2,7...7,6 м/с. Необходимо отметить, что измерение скорости набегающего потока, величины, казалось бы, простой и известной, остается недостаточно точным вследствие относительной малости этой величины в наших опытах.

9. Результаты испытаний на модели в масштабе 1 : 10 к натурному объекту, который при скорости ветра 10 м/с обеспечивал бы полезную мощность 2 кВт, позволяют создавать сам натуральный объект. В настоящее время экспериментальный образец установки мощностью 2 кВт изготавливается на ОПО "Промсвязь" г. Ахтырка (опора, трансмиссия, крепление лопастей) и НПП "Старт", г. Запорожье (стальные лопасти). Размеры ротора: диаметр 4 м, высота 4 м. Монтаж и первичные испытания установки предстоят весной нынешнего 1994 г.

10. В заключение отметим, что заинтересованность в установлении деловых контактов с СумГУ проявили научные учреждения ФРГ: институт экологически чистых технологий (г. Баден-Баден, проф. Вурц) и Инженерный Центр по ветроэнергетике (г. Хайдельберг, др.-инж. Книель). В настоящее время рассматривается вопрос о формах, объемах и способах реализации сотрудничества.

SUMMARY

The article deals with the questions of wind-energetics development in the Ukraine, especially in Sumy region. The main arguments for investigations and use of wind-energetic plants of ortogonal type are proposed. The main stages of investigations of wind-energetic plants in Sumy State University are stated. New methods of experimental investigations are proposed. In particular, the advantage of calculation of the rotation moment by brake band is shown. Content and main results of the investigations of the proposed method of increase of aerodynamic characteristics of the blade by use of so-called demppher of separated flows are described.

At present the laboratory of wind-energetics begins to use its designes in practice. In Spring, 1994, field-tests of the experimental model of wind-energetic plant of ortogonal type with the capacity 2 kWt must be conducted.

Поступила в редколлегия 11 мая 1994 г.

УДК 621.941

ПОКАЗАТЕЛЬ ТОЧНОСТНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ

Осипов В.А.

Возможность прогнозирования характеристик технологического процесса механообработки деталей позволяет перенести решение многих вопросов из стадии их освоения на стадию проектирования, где поиск рациональных решений не связан с такими большими материальными затратами. Особенно это важно при создании единичных технологических процессов, универсальных и применимых для любого типа производства и любых деталей.

Возможные перемещения инструмента в пределах зазоров в узлах технологической системы на данной операции (отжим) проявляются в колебаниях размера обрабатываемой поверхности, что регламентируется. Тогда переход от одного качества точности к другому по этапам обработки поверхности (ЭОП): черновой, получистовой, чистой и т.д. можно, при известных допущениях, представить как переход от одной технологической системы к другой, что количественно будет

характеризоваться некоторым коэффициентом $K_{\text{дв}}$. При условии, что отклонение формы и расположения поверхностей ограничены полем допуска на размер [1], коэффициент $K_{\text{дв}}$ характеризует интенсивность уменьшения исходной погрешности формы обрабатываемой поверхности на данной операции. Он объективно отражает закономерности, присущие изменению точности (величины погрешностей) при изменении податливости технологической системы на данной операции применительно к любой поверхности, которая подвергается многократной обработке, т.е. является критерием технически возможного точностного уровня операции.

Введение коэффициента $K_{\text{дв}}$ обусловлено следующей причиной. Теоретический и экспериментальный анализ рассчитываемых по методике [1] операционных припусков показал, что характер изменения их величин по ЭОП подчиняется закону показательной функции вида $y = ae^{-bx}$ ($y = ab^{-x}$). Аналогичный характер имеют кривые изменения величин допусков по ГОСТ 25346-82 и ГОСТ 25347-82, а также технологических допусков, назначаемых от технологических баз [1] (см. таблицу 1)

Таблица 1

	Интервал мм	Припуски		Допуски		
		a	-b	a	-b	масштабный коэффициент ΔX_i , мкм
1	до 3	2.73	0.623	1000	0.0055	83.33
2	3...6	2.71	0.589	1200	0.0045	100
3	6...10	2.94	0.597	1500	0.0036	125
4	10...18	3.72	0.597	1800	0.003	150
5	18...30	4.71	0.603	2100	0.0025	175
6	30...50	6.13	0.62	2500	0.021	208.33
7	50...80	7.69	0.626	3000	0.018	250
8	80...120	10.18	0.652	3500	0.0015	291.66
9	120...180	12.89	0.653	4000	0.0013	333.33
10	180...250	15.93	0.662	4600	0.0011	383.33
11	250...315	19.24	0.683	5200	0.001	433.33
12	315...400	20.12	0.675	5700	0.0009	475
13	400...500	22.09	0.663	6300	0.0008	525

Зависимости определены для 13-ти интервалов диапазона размеров от 0 до 500 мм и охватывают допуски от 5-го по 17-й квалитет (погрешность аппроксимации находится в пределах 6%). Одинаковый характер изменения операционных допусков и припусков указывает на то, что возможные погрешности технологической системы, исходя из стратегии достижения среднеэкономической точности механообработки, также формируются по единому закону, характер которого выражается через безразмерный коэффициент $K_{\text{дв}}$.

Для нахождения коэффициента $K_{\text{дв}}$ вводим следующие условия:

1. Согласно маршруту назначаются этапы обработки каждой поверхности в направлении осей трехмерного пространства. Например, для тел вращения, направление l - вдоль тела детали, X - радиальное. В результате получаем набор значений допускаемых отклонений линейных Tl_i и диаметральных TX_i размеров, характеризующих точность (квалитет iT_i) и соответствующую шероховатость поверхности на этапе обработки.

2. Между двумя смежными ЭОП предельный разрыв между квалитетами точности не должен превышать двух его значений.

Можно использовать графический способ определения $K_{ду}$. В системе координат по оси ординат откладываем значения величин допусков T_{i-1} и TX_i по ЭОП, а по оси абсцисс - значение iT_i . Построение необходимо производить таким образом, чтобы по координатным осям предельные значения были равны. В этом случае прямая, проходящая через центр координат и точку пересечения предельных значений, располагается под углом 45° к каждой оси, что позволяет устранить влияние масштабного фактора. При этом во внимание берется интервал, в котором находится изменяющийся соответственно ЭОП размер детали, величины допусков T_{i-1} и TX_i i -го и $i+1$ -го этапа обработки (при проектировании размерной структуры от детали к заготовке), а также масштабный коэффициент ΔX_i , установленный экспериментально. Значение тангенса угла наклона прямой, соединяющей значения допусков соответствующих квалитетов точности двух этапов механообработки, с достаточной для практических расчетов степенью точности определяет коэффициент $K_{ду}$. В общем случае можно записать:

$$K_{ду} = \operatorname{tg} \alpha_i = \frac{T_{i+1} - T_i (\text{MkM})}{\Delta X_i (\text{MkM})}$$

где индекс i при ΔX_i обозначает номер интервала, $i = 1, \dots, 13$, см. табл. 1. При этом следует иметь в виду, что при выборе ΔX_i следует учитывать конкретное изменение точности механообработки: если между смежными ЭОП разрыв между квалитетами составляет два его значения (например, с JT13 до JT11), то табличное значение ΔX_i необходимо удвоить.

Практические расчеты показали, что пределы изменений рассматриваемого коэффициента следующие:

а) почти для всех методов обработки и большинства ЭОП (включая отделочные) $0 < K_{ду} < 1$, т.к. технологическая система, обладая определенной податливостью, обуславливает частичное копирование погрешностей формы;

б) при $K_{ду} = 0$ происходит копирование исходной погрешности формы, т.к. последняя настолько мала, что лежит вне пределов "чувствительности" системы, т.е. погрешность и экономическая достигаемая точность одинаковы. Такое явление наблюдается при выглаживании, суперфинишировании, полировании, обработке абразивной лентой и др.;

в) если $K_{ду} \geq 1$, то погрешность формы исходной заготовки полностью устраняется, т.е. экономическая достигаемая точность метода обработки значительно больше погрешности формы. Это характерно при сверлении, зенкерования, развертывании, нарезании резьб плашками, метчиками, протягивании, в случае когда выбираемые допуски значительно больше погрешностей, возникающих в технологической системе.

При $K_{ду} \rightarrow 0$, очень часто та или иная операция не позволяет обеспечивать заданную точность традиционными методами. Тогда для повышения $K_{ду}$ необходимо использовать средства, повышающие жесткость системы или устройства, совершенствующие метод обработки.

Следует оговорить тот факт, что здесь для демонстрации метода значения $K_{ду}$ рассматриваются исходя из среднеэкономической точности получения размеров. В условиях конкретного производства оборудование имеет различные характеристики технологических систем, а следовательно, рассеивание статистической точности размеров, отличающееся от

рекомендуемых в машиностроительных нормативах. В этом случае технолог обязан знать реальную картину состояния оборудования с точки зрения его точностных возможностей, т.е. для каждого станка, участвующего в технологическом процессе преобразования заготовки в готовую деталь, необходимо по известным правилам установить поля рассеивания размеров, которые и явятся исходными величинами для расчета реальных значений $K_{ду}$.

Рекомендуемая формула расчета $K_{ду}$ имеет вид:

$$K_{ду} = \frac{\bar{\Delta} - \bar{\Delta}}{t} \text{ фл}$$

где $\bar{\Delta}$ - погрешность положения исходной заготовки;

$\bar{\Delta} = \bar{\varepsilon}_y + \bar{\rho}_a + \bar{\Delta}_{\text{фа}}$ (мм), $\bar{\varepsilon}_y$ - погрешность установки;

$\bar{\rho}_a$ - пространственное отклонение взаимосвязанных поверхностей, (мм);

$\bar{\Delta}_{\text{фа}}$ - погрешность формы исходной заготовки, не установленной на станке, (мм);

$\bar{\Delta}_{\text{фд}}$ - погрешность формы детали после обработки, (мм);

t - глубина резания, (мм).

Практика использования данной методики в производстве показала, что параметры режима механической обработки зачастую отличаются от возможных параметров для данной операции.

В этой связи, рассчитав глубину резания по переходам проектируемой операции, рассматриваем один из примеров проверки реального значения $K_{ду}$. Так, при расчете режима чистового обтачивания вала из стали 45, длиной 55 мм с полем допуска f9, заданной табличным способом $t = 1,5$ мм, были получены следующие параметры: $S = 0,3$ мм/об; $V = 117$ м/мин; $n = 1000$ об/мин; $K_{ду} = 0,65$ - получен путем сравнения набора среднеэкономических допусков для поверхности по ЭОП: $t_0 = 0,183$ мин; $t_{шт} = 0,675$ мин (обработку производили на станке мод. ИК620 резцом, оснащенным пластинкой Т5К10). Определив реальное для данного станка $K_{ду} = 0,8$ посредством программного обеспечения для ПЭВМ было установлено, что для удовлетворения требований в отношении шероховатости поверхности подача должна быть уменьшена на 16,6%, скорость увеличена на 25,6%, глубина резания $t = 1,1$ мм.

Т.е. $S = 0,25$ мм/об; $V = 147$ м/мин;

$n = 1250$ об/мин; $t_0 = 0,175$ мин; $t_{шт} = 0,68$ мин.

Снижение трудоемкости операции составляет лишь 10%, однако становится ясно, что значение $K_{ду}$, рассчитанное для конкретного оборудования, представляется универсальным критерием принятия рациональных технологических решений; с одной стороны - использование изменения допусков в виде показательной функции позволяет регламентировать величину среднеэкономической точности по ЭОП, с другой - открывается перспектива определения посредством этого коэффициента величины необходимого слоя металла для компенсации возникающих погрешностей по ЭОП, т.е. величины припусков.

SUMMARY

The introduction of production operation accuracy level criterion, quantitatively representing the existing equipment possibilities, has been theoretically grounded. The range of its usage has also been determined and explained.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т.1. Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мецеракова - 4-е изд. перераб. и доп. - М.: Машиностроение. 1986. 656 с., ил.

Поступила в редколлегию 22 декабря 1993 г.