

КОНТРОЛЬ РАЗМЕРОВ ДЕТАЛЕЙ ПРИ ИЗМЕРЕНИЯХ

Короткин В.М., к.т.н., доц. (БГАТУ, Минск)

Введение

Обеспечение и поддержание необходимого уровня качества изделий машиностроения, а значит и их конкурентоспособности на мировом рынке, невозможно без систематического мониторинга и контроля входных и выходных параметров технологических процессов, что неизбежно связано с выполнением большого числа измерений. Огромную роль в современном производстве изделий машиностроения, во многом определяя уровень его развития, играют измерения геометрических параметров машин и их деталей. В связи с этим особое внимание уделяется изучению вопросов рационального выбора и методов использования средств измерений и контроля геометрических параметров изделий, метрологической экспертизе конструкторской и технологической документациями.

Основная часть

Изготовление деталей машин на различном оборудовании немыслимо без использования измерения их размеров.

Измерения – это процесс, завершающим этапом которого является «результат измерения». Любой результат измерения содержит погрешность, которая складывается из ряда факторов. Это может быть несовершенство средств измерений, методики измерений, недостаточная тщательность выполнения измерений или обработки результатов, влияние внешних условий (температура, давление, влажность и др.) и т.п.

Погрешность результатов измерения является важной характеристикой измерения, она вычисляется или приписывается полученному результату. Погрешность искажает результат измерения и позволяет определить лишь приблизительное значение измеряемой величины. Из всех погрешностей измерения промахи являются наиболее существенными, так как приводят к значительному изменению результата измерения.

Промахи (грубая погрешность) – это погрешность результата отдельного измерения, входящего в ряд измерений, которая для данных условий резко отличается от остальных результатов этого ряда.

Промахи, как правило, возникают из-за ошибок или неправильного действия оператора: неумелом обращении со средством измерения, несоблюдении техники измерения, неточный отсчет (съем) информации и т. д., кратковременных резких изменений условий проведения измерений и др. Во избежание проявления промахов при проведении технических измерений в учебном процессе на занятиях должны использоваться объекты измерения, признанные годными к применению, не бывшими в эксплуатации и измеряемые поверенными средствами измерений. Тогда основное внимание оператора будет направлено на подготовку приборов к измерениям, соблюдение техники измерений и съем информации. Если же промахи обнаруживаются в процессе измерений, то результаты, их содержащие, отбрасываются как недостоверные, так как во всех случаях в машиностроении при измерении размеров деталей при изготовлении или их контроле, промах приводит к выбраковке изделия, т. е. признанию его негодным.

Размер считается годным, если соблюдается условие

$$X_{\min} \leq X_{\text{д}} \leq X_{\max} \text{ мм,}$$

где $X_{\text{д}}$ - действительный размер детали, полученный в результате измерения с допустимой погрешностью измерения, мм;

$X_{\min}$, $X_{\max}$ - предельные (минимальный и максимальный) значения измеренного размера, мм.

При однократном измерении размеров универсальными средствами результат измерения определяют

как $X_{\text{д}} = X_{\text{изм}} + \Delta \text{lim}$, мм,

где $X_{\text{изм}}$ - измеренный размер детали определяемый по показаниям прибора, мм;

Δlim - предельная погрешность средства измерения, нормируемая стандартом, мм.

При проведении технических измерений универсальными средствами измерения с целью определения геометрических характеристик объекта измерения следует проводить промеры в 4...6 контрольных точках согласно выбранной схемы и методики выполнения измерений, равномерно расположенных по поверхности детали так, чтобы повысить информативность и достоверность полученных результатов. Такая методика выполнения измерений позволяет получать результаты, которые носят случайный характер и снижают вероятность недостаточности и недостоверности измерений и повышают их точность, уменьшая зону рассеяния контрольных точек. Таким образом, риск получения неточных результатов измерения сводится к минимуму, т.е. измерения характеризуются как равноточные и многократные.

При выполнении многократных равноточных измерений одного и того же объекта измерения число результатов измерений возрастает от 1 до n . Для обработки полученных результатов измерений размеры располагают в ряд от $\min$ до $\max$ в порядке возрастания

$$\min \leftarrow 1, 2, 3, 4 \dots n \rightarrow \max$$

и сравнивают их крайние (граничные) значения с предельными размерами измеряемого размера.

$$X_{\min} \dots 1 \leftarrow X_{\text{изм}} \rightarrow n \dots X_{\max}$$

В случае, если $X_{\min} \leftarrow X_1$ и $X_n \rightarrow X_{\max}$ или когда $X_{\min} = X_1$ и $X_n = X_{\max}$,

т.е. предельные размеры совпадают с граничными, получается, что эти размеры с учётом погрешности средств измерений Δ_{lim} выходят за предел допуска размера и приемочных границ, рекомендуемых ГОСТ 8.051-81 и должны быть признаны негодным, т.е. отнесены к браку. Таким образом, указанные размеры попадают в зону риска, так как какие-то годные размеры признаются браком. Однако с применением более точных средств измерений эта ошибка измерения существенно снижается, из которых отверстия с $D_{\text{Dmin}} < D_{\text{min}}$ и валы с $d_{\text{Dmin}} > d_{\text{min}}$ являются исправимым браком, уменьшая долю брака в производстве. Остальные детали, признанные негодными, относятся к неисправимому браку.

Приёмочные границы, т.е. значения размеров, по которым производится приёмка деталей, необходимо в соответствии со стандартом устанавливать с учётом влияния допускаемой погрешности измерений (рис. 1), т.е.

$$\Delta_{\text{lim}} \leq \delta,$$

где δ – допускаемая погрешность измерения, мм.

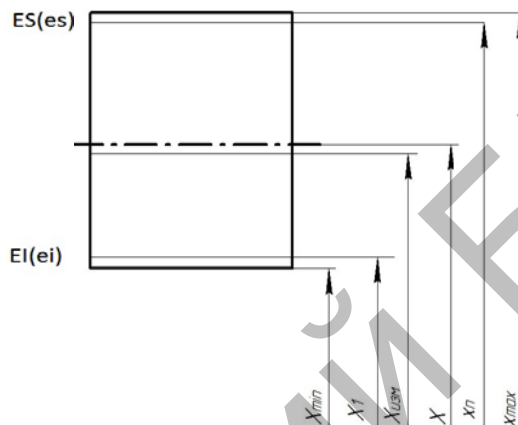


Рисунок 1 – Соотношение измеряемых размеров и схемы поля допусков:

$X_{\min}$ - минимальный предельный размер, мм; X_1 - минимальный измеряемый размер, мм; X_n - максимальный измеряемый размер, мм; $\bar{X}$ - среднее значение измеряемого размера, мм; $X_{\max}$ - максимальный предельный размер, мм.

Предельные размеры изделия определяются как

$$\begin{aligned} X_{\min} &= X_H + EI, & X_{\min} &= X_H + ei, \\ X_{\max} &= X_H + ES, & X_{\max} &= X_H + es, \end{aligned}$$

где X_H - номинальное значение измеряемого размера, мм, в качестве которого могут быть D , d , L , l и т.д.; ES , EI , es , ei - соответственно верхнее и нижнее отклонения рассматриваемого размера, мм.

В ГОСТ 8.051-81 предусмотрен вариант, при котором приёмочные границы изделия совпадают с нормируемыми предельными значениями проверяемого размера, т.е. возможное влияние погрешности измерения учитывается конструктором при выборе качества вида посадки. Этот вариант в стандарте является основным и вполне соответствует принятой мировой практике.

Необходимо иметь в виду, что допускаемые погрешности измерений установлены исходя из факта неизбежности существования погрешности измерения и нецелесообразности выявления размера с высокой степенью точности, когда сам размер задаётся в относительно широких пределах.

Поэтому нет необходимости вести тщательный контроль размеров изделий внутри допуска размера, т.к. это приводит только к увеличению затрат и времени, а следует вести активный контроль граничных размеров с предельными, что даёт большую возможность судить о годности детали. Это подтверждается использованием в производстве предельных калибров, контроля изделий с помощью средств измерений, имеющих ограничение допуска размера стрелочными индикаторами (рычажный микрометр, рычажная скоба и т.д.).

Часто за действительное значение принимается общее среднее значение (математическое ожидание) установленной совокупности результатов измерений. В действительности оно не имеет никакой связи со средним значением измеряемого размера детали в машиностроении, поэтому такое мнение не корректно. В стандарте ИСО 5725 вместо термина «действительное значение» введён термин «принятое опорное значение», которое и рекомендуется для использования в практике, а его значение определяется так

$$\bar{X} = \frac{X_{\max} + X_{\min}}{2}, \text{ мм}$$

Заключение

В настоящее время измерительная информация используется не только для проверки соответствия характеристик качества изделий установленным требованиям, но и для управления технологическими процессами. Следовательно, достоверность принимаемых решений по управлению технологическими процессами зависит от качества выполненных измерений. Таким образом, перед специалистом в области машиностроения встают задачи должной организации измерительного эксперимента, обработки и представления результатов измерений в соответствии с принципами метрологии и действующими нормативными экспериментами.

Литература

1. Метрология, стандартизация и сертификация / А.И. Аристов, Л.И. Карпов, В.М. Приходько, Т.М. Раковщик. - М.: Академия, 2008.
2. Серый И.С. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения, М: Агропромиздат, 1987.

УДК 621.81

СЕЛЕКТИВНАЯ СБОРКА ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

Короткин В.М., к.т.н., доц. (БГАТУ, Минск)

Введение

Конструирование, изготовление и восстановление деталей машин, узлов и агрегатов в современном машиностроении выполняется по принципу полной взаимозаменяемости. Однако в производстве иногда возникает необходимость выполнения указанных работ и по принципу неполной (групповой) взаимозаменяемости, например, изготовление плунжерных пар топливного насоса, поршней и гильз двигателя. Обусловлено это условием сузить допуски изготавливаемых деталей за счет расширения допуска изделия. Возникает такое требование вследствие невозможности или производственной ограниченности выполнения указанных условий, в первую очередь, по причинам устаревания станочного оборудования и невозможности изготовления параметров деталей более высоких качествен. Для достижения поставленной цели проводится селективная сборка деталей, что позволяет получать продукцию, отвечающую установленным требованиям.

Основная часть

Сущность метода групповой взаимозаменяемости заключается в сортировке изготовленных деталей по группам в зависимости от их действительного размера и последующей сборки типовых соединений одноименных размерных групп (селективная сборка).

Таким образом, при тех же допусках на обработку деталей селективная сборка позволяет значительно повысить точность сопряжений. С увеличением числа размерных групп при селективной сборке наибольшие групповые зазоры или натяги уменьшаются, а наименьшие – увеличиваются, следовательно, посадка становится более стабильной. Это обеспечивает наибольший технический ресурс сопряжений.

Для определения параметров таких соединений (рисунок 1 и 2) имеются соответствующие расчеты. Однако они не дают конкретных значений зазоров или натягов по группам сопряжений, так как не ставят такую цель и тем самым обладают существенным недостатком.

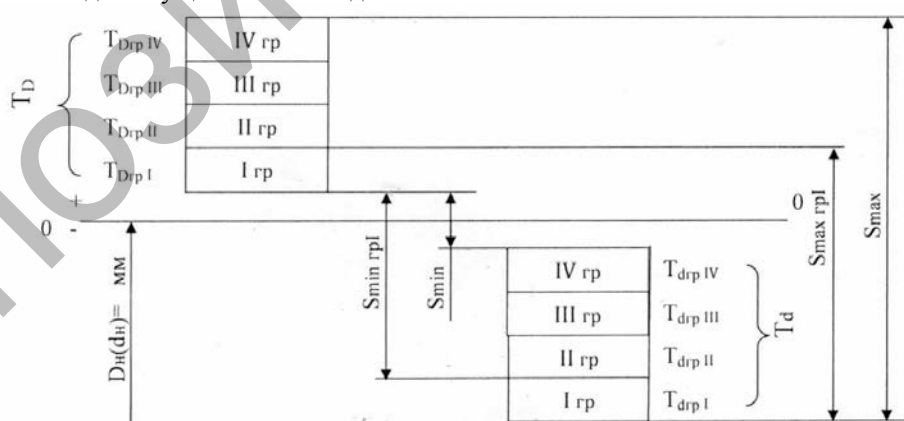


Рисунок 1. Схема полей допусков сопряжения с зазором при селективной сборке