**Содержание.**

1 Введение

2 Определения и основные понятия.

3 Параметры оценки и измерение шероховатости поверхности.

4 Влияние качества поверхности на эксплуатационные

свойства деталей

машин.

5 Методы и средства оценки шероховатости.

6 Зависимость шероховатости поверхностей и точности от

видов обработки.

7 Список литературы.

**1 ВВЕДЕНИЕ**

Машиностроение - важнейшая отрасль промышленности. Его продукция - машины различного назначения поставлятся всем отраслям народного хозяйства.

Весьма актуальна проблема повышения и технологического обеспечения точности в машиностроении. Точность в машиностроении имеет большое значение для повышения эксплуатационных качеств машины и технологии их производства. Решение вопросов точности должно решаться комплексно. Так повышение точности механической обработки снижает трудоемкость сборки в результате устранения пригоночных работ и обеспечения взаимозаменяемости деталей изделия. Особое значение имеет точность при автоматизации производства. С развитием автоматизации производства проблема получения продукции высокого качества становится все более актуальной. Ее решение должно базироваться на глубоком исследовании технологических факторов.

Из изложенного выше следует, что установление заданной точности - от-ветственная задача конструктора. Точность должна назначаться на основе анализа условий работы машины с учетом экономики ее изготовления и последующей эксплуатации.

**2** **Определения и основные понятия**

Эксплуатационные свойства деталей машин и долговечность их работы в значительной степени зависят от состояния их поверхности.

В отличие от теоретической поверхности деталей, изображаемых на чертеже, реальная поверхность всегда имеет неровности различной формы и высоты, образующиеся в процессе обработки.

Высота, форма, характер расположения и направление неровностей поверхностей обрабатываемых заготовок зависят от ряда причин:

режима обработки, условий охлаждения и смазки режущего инстру­мента, химического состава и микроструктуры обрабатываемого ма­териала, конструкции, геометрии и режущей способности инстру­мента, типа и состояния оборудования, вспомогательного инструмента и приспособлений.

Различают следующие отклонения от теоретической поверхности:

макрогеометрические, волнистость и микрогеометрические.

**Макрогеометрические отклонения** — единич­ные, не повторяющиеся регулярно отклонения от теоретической формы поверхности, характеризующиеся большим отношением протяженно­сти поверхности L к величине отклонения h*,* которое больше 1000.

Макрогеометрические отклонения характеризуют овальность, конусообразность и другие отклонения от правильной геометрической формы.

Волнистость поверхности представляет собой сово­купность периодически чередующихся возвышений и впадин с отно­шением шага волны L/h =50…1000. Волнистость является следствием вибрации системы СПИД, а также неравномерности процесса резания.

**Микрогеометрические отклонения**, или микро­неровности, образуются при обработке заготовок в результате воздей­ствия режущей кромки инструмента на обрабатываемую поверхность, а также вследствие пластической деформации обрабатываемого мате­риала в процессе резания.

Микронеровности определяют шероховатость (негладкость) обра­ботанной поверхности.

Микрогеометрические отклонения характеризуются небольшим зна­чением отношения шага микронеровностей S к их высоте h

S/ h < 50. (1)

Характер и расположение микронеровностей зависят от направле­ния главного движения при резании и направления движения подачи.

Поперечная шероховатость образуется в направлении, перпендику­лярном движению режущего инструмента, а продольная *—* в парал­лельном направлении. По ГОСТ 2789—59 шероховатость измеряется в направлении, дающем наибольшее значение шероховатости. Как правило, этим условиям соответствует поперечная шероховатость.

Этим же ГОСТом установлены следующие определения, относя­щиеся к шероховатости поверхностей (рисунок 1):

**- реальная поверхность** — поверхность, ограничиваю­щая тело и отделяющая его от окружающей среды;

**- неровности** — выступы и впадины реальной поверхности;

**- геометрическая поверхность *1***— по­верхность заданной геометри­ческой формы, не имеющая неровностей и отклонений формы;

**- измеренная поверхность *2*** *—* поверх­ность, воспроизведенная в ре­зультате измерения реальной поверхности;

**- реальный про­филь** — сечение реальной поверхности плоскостью, ори­ентированной в заданном направлении по отношению к геометрической поверхности;

**- геометрический профиль 3** *—* сечение геометриче­ской поверхности плоскостью, ориентированной в заданном направ­лении по отношению к этой поверхности;

**- измеренный профиль *4*** *—* сечение измеренной поверх­ности плоскостью, ориентированной в заданном направлении по от­ношению к геометрической поверхности.

Графическое изображение измеренного профиля называется профилограммой.

**3 Параметры оценки и измерение шероховатости поверхности**

Для оценки шероховатости поверхности ГОСТ 2789—59 установ­лены следующие два параметра: среднее арифметическое отклонение профиля -Ra и высота неровностей -R z*.*

Среднее арифметическое отклонение про­филя Ra есть среднее значение расстояний (у1, у2, ..., уn ) точек изме­ренного профиля до его средней линии (рисунок 2):

Ra =( Σ уi)/n (2)

где уi- абсолютные (без учета алгебраического знака) расстояния до средней линии;

n — число измеренных отклонений.

Средняя линия профиля делит измеряемый профиль таким об­разом, что в пределах длины участка поверхности, выбираемого для измерения шероховатости, сумма квадратов расстояний (у1, у2, ..., уn ) точек профиля для этой линии минимальна.

При определении положения средней линии на профилограмме можно использовать следующее условие: средняя линия должна иметь направление измеренного профиля и делить его таким образом, чтобы в пределах базовой длины l площади F по обеим сторонам от этой ли­

нии до линии профиля были равны между собой

F1+F3+…+Fn-1 =F2+F4+…+Fn. (3)

Длина участка поверхности, выбираемая для измерения шерохо­ватости, называется базовой длиной и обозначается l.

Высота неровностей R z характеризует среднее расстоя­ние между находящимися в пределах базовой длины пятью высшими точками выступов и пятью низшими точками впадин, измеренное от линии, параллельной средней линии (см. рисунок 2),

R z =((h1+h3+…+h9) - (h2+h4+…+h10))/5 (4)

где h1, h3, …, h9—расстояние от высших точек выступов до линии, параллельной средней линии;

h2,h4,…,h10— расстояние от низших точек впадин до линии,параллельной средней линии.

По ГОСТ 2789—59 шероховатость поверхности *—* это совокупность неровностей с относительно малыми шагами (расстоянием между вершинами характерных неровностей измеренного профиля), образую­щих рельеф поверхности и рассматриваемых в пределах участка, длина которого выбирается в зависимости от характера поверхности и равна базовой длине.

Шероховатость поверхности появляется в результате обработки независимо от метода и представляет собой сочетание наложенных друг на друга неровностей с различными шагами.

ГОСТ 2789—59 установлены следующие значения базовых длин:0,08; 0,25; 0,8; 2,5; 8 и 25 *мм,* а также 14 классов чистоты поверхности.

Шероховатость поверхности следует измерять в направлении, которое дает наибольшее значение Ra или R z ,если заранее не указано какое-либо другое определенное направление измерения шерохова­тости.

Различные дефекты поверхности (царапины, раковины и т. п.) при измерении шероховатости не учитывают.

**4 Влияние качества поверхности на**

**эксплуатационные свойства**

**деталей машин**

Как указывалось выше, на эксплуатационные свойства деталей машин существенно влияет шероховатость обработанной поверхности, но не во всех случаях чисто обработанная поверхность является наи­более износоустойчивой, так как удержание смазки на поверхности деталей при различных условиях трения (в зависимости от нагрузки, скорости, материала сопрягаемых деталей и др.) зависит от микро­неровностей поверхностей. Поэтому в зависимости от конкретных усло­вий трения устанавливают оптимальную шероховатость поверхности.

На износоустойчивость поверхности влияют сопротивляемость поверхностного слоя разрушению и макрогеометрические отклонения, т. е. отклонения от геометрической формы, которые приводят к нерав­номерному износу отдельных участков.

Волнистость приводит к увеличению удельного давления, так как трущиеся поверхности соприкасаются с выступами волн; то же проис­ходит и при микронеровностях поверхностей, причем выступы микро­неровностей могут деформироваться — сминаться или даже срезаться при движении одной трущейся поверхности относительно другой.Вершины микронеровностей могут вызывать разрывы масляной пленки, вследствие чего в местах разрывов создается сухое трение.

Во многих случаях прочность деталей машин зависит также от чистоты обработки. Установлено, что наличие рисок, глубоких и ост­рых царапин создает очаги концентрации внутренних напряжений, которые в дальнейшем приводят к разрушению детали. Такими оча­гами могут являться также впадины между гребешками микронеров­ностей. Это не относится к деталям, изготовляемым из чугунов и цвет­ных сплавов, в которых концентрация напряжений возможна в мень­шей степени.

Прочность прессовых соединений также зависит от шероховатости и особенно от высоты микронеровностей; при запрессовке одной детали в другую фактическая величина натяга зависит от шероховатости поверхности и отличается от величины натяга при запрессовке деталей с гладкими поверхностями для тех же диаметров.

От шероховатости поверхности зависит также устойчивость поверх­ности против коррозии. Чем выше класс чистоты поверхности, тем меньше площадь соприкосновения с коррелирующей средой, тем меньше влияние среды. Чем глубже впадины микронеровностей и чем резче они очерчены, тем больше разрушающее действие коррозии, направленное в глубь металла.

**5 Методы и средства оценки шероховатости**

**поверхности**

Шероховатость поверхности оценивают двумя основными методами: качественным и количественным.

Качественный метод оценки основан на сравнении обработанной поверхности с эталоном (образцом) поверхности посред­ством визуального сопоставления, сопоставления ощущений при ощупывании рукой (пальцем, ладонью, ногтем) и сопоставления результа­тов наблюдений под микроскопом.

Визуальным способом можно достаточно точно определять класс чистоты поверхности, за исключением весьма тонко обработанных поверхностей.

Эталоны, применяемые для оценки визуальным способом шерохо­ватости поверхности, должны быть изготовлены из тех же материа­лов, с такой же формой поверхности и тем же методом, что и деталь.

Качественную оценку весьма тонко обработанных поверхностей следует производить с помощью микроскопа; можно пользоваться лупой с пятикратным и большим увеличением.

Количественный метод оценки заключается в из­мерении микронеровностей поверхности с помощью приборов: профилографа К. М. Аммона, профилографа Б. М. Левина (модели ИЗП-17 и ИЗП-5), двойного микроскопа и микроинтерферо­метра В. П. Лннника, профилометра В. М. Киселева и др.

Схема профилографа Б-M. Ле­вина (модель ИЗП-17) приведе­на на рисунке 3.

Луч света от лампы 1 падает на зеркало 8 и 7, проходя через линзу 2*,* щель 3 и оптическую систему 5.

Зеркало 8 связано с ощупы­вающей иглой. Луч света, отра­женный от зеркала 7 и затем

от зеркала 8*,* проходит оптическую систему 6*,* попадая на зеркало 4и далее на цилиндрическую линзу 14*,* проектирует изображение щели 3 на светочувтвительную пленку 13, расположенную на барабане 12*.* Изображение щели проектируется в виде световой точки.

Деталь 10, поверхность которой подвергается измерению, распо­лагается на верхнем диске стола 11, которому придается поступатель­ное движение относительно иглы 9 с одновременным вращением барабана 12.

Скорость снятия профилограммы может меняться изменением ско­рости вращения барабана. Скорость перемещения стола 11 не зависит от скорости вращения барабана 12, что обеспечивает получение трех горизонтальных масштабов с увеличением 25 и 50.

Размеров вертикального увеличения в пределах 250 — 5000 дости­гают сменой объектива 6 и установкой иглы 9 *в* различные отверстия рычага.

От вертикального увеличения зависит максимальная высота мик­ронеровностей, записываемая на барабане 12*;* от горизонтального уве­личения зависит длина профилируемого участка (1,75 — 7 *мм)* иссле­дуемой поверхности.

Для измерения микронеровностей в пределах от 4-го до14-го клас­сов чистоты поверхности применяют профилометр конструкции В. М. Киселева, принцип действия которого заключается в возбужде­нии электродвижущей силы в результате коле­бательных движений ощупывающей иглы.

На рисунке 4 приведена схема этого профилометра (модель КВ-7). Игла 1 с алмазным нако­нечником, радиус закругления которого 12 *мкм,* подвешена на пружинах 2*.* Нижний конец ее ощупывает неровности поверхности детали, а верхний связан с индукционной катушкой 3*,* которая перемещается в магнитном поле полю­сов 4 и 6 магнита 5. Возбуждаемые этим переме­щением малые токи усиливаются и отмечаются гальванометром.

Датчик перемещается по проверяемой по­верхности со скоростью 10—20 *мм/сек.* Давле­ние иглы на поверхность проверяемой детали в пределах 0,5—2,5 *гс/мм2.*

При подключении к профилометру осцил­лографа можно получить профилограмму исследуемой поверхности.

Для измерения шероховатости поверхности от 3-го до 9-го классов чистоты применяют двойной микроскоп В. П. Линника (рисунок 5).

Прибор состоит из двух частей: микроскопа *А* для освещения исследуемой поверхности, микроскопа *Б* для наблюдения и измерения профиля поверхности Оси обеих частей микроскопа наклонены под углом 45° к исследуемой поверхности с совпадением точек пересечения осей с предметными точ­ками объективов.

В плоскости изображения объек­тива 3 микроскопа *А* расположена перпендикулярно плоскости оси ми­кроскопа щель 2 с освещением от источника света 1. Объектив 3*,* умень­шая, дает изображение а1 щели 2на проверяемой плоскости Р в виде узкой светящейся линии. При отсут­ствии на участке поверхности Рмикронеровностей объектив 4 микро­скопа *Б* в плоскости сетки окуля­ра 5 даст изображение а2 той же узкой светящейся линии, а также изображение близлежащего участка исследуемой поверхности.

При том же расположении микроскопов *А* и *Б* при наличии мик­ронеровностей *h* часть пучка света, отраженная от участка поверх­ности Р1, при наблюдении будет казаться выходящей из точки а1или из точки а'1 поверхности Р'1, расположенной на расстоянии 2h ниже поверхности Р. Тогда изображение точки а'2 на сетке окуляра 5будет на расстоянии *h'* от оси микроскопа *Б*, равном

*h'*=2\*x\*h\*sm45°, (5)

где х — увеличение объектива 4*.*

Для измерений высоты неровностей в микроскопе *Б* установлен окулярный микрометр.

Двойной микроскоп В. П. Линника позволяет также фотогра­фировать исследуемую поверхность с высоты неровностей от 0,9 до 60 *мкм.*

Для измерения микронеровностей от 0,1 до 6 *мкм с* увеличением от 400 до 500 применяют микроинтерферометры В. П. Линника с интер­ференционными полосами, соответствующими профилю исследуемой поверхности в данном сечении (рис. 6). С помощью окуляра произ­водят отсчеты величины а, выражающей величину высоты микронеров­ностей, и отсчет величины b, соответствую­щей расстоянию между двумя соседними интерференционными полосами, тогда вы­сота микронеровности

h=0.25\*(a/b),мкм. (6)

Для определения шероховатости по­верхности в труднодоступных местах при­меняют метод снятия с исследуемой поверхности слепков, шерохо­ватость поверхности которых служит в дальнейшем критерием оценки с помощью указанных выше приборов. Искажение профиля иссле­дуемой поверхности при снятии слепка практически не превышает 2 - 3%.

В качестве материалов для слепков обычно применяют целлулоид, растворяемый в ацетоне. Для получения слепка целлулоид опускают на непродолжительное время (2 — 3 *мин}* в ацетон, затем приклады­вают к исследуемой поверхности и сушат в течение 10 — 50 *мин* (в за­висимости от шероховатости обработанной поверхности).

При технологической целесообразности для оценки микрогеомет­рии поверхности применяют также метод среза.

Исследуемую поверхность покрывают слоем хрома толщиной 5—10 *мкм,* а затем производят срез под углом 1 — 2°; срезанную плоскость травят, после чего фотографируют.

Фотоснимок представляет собой профилограмму, у которой гори­зонтальным увеличением является увеличение, полученное при фото­графировании, а вертикальным является горизонтальное увеличение, умноженное на увеличение, полученное от косого среза.

Увеличение от косого среза при угле среза 1° составляет 60, а при угле среза 2° — 30 раз. С помощью косого среза можно получить про­филограмму с вертикальным увеличением до 8000.

**6 Зависимость шероховатости поверхностей и**

**точности от видов**

**обработки**

Практикой и исследованиями определены взаимосвязи между видами обработки и шероховатостью (классами чистоты) поверхности. Так, например, установлено, что средняя высота неровностей не должна превышать 10 — 25% от допуска на обработку. Это позволило установить достижимую чистоту поверхности для различных видов обработки, а с учетом затрат, необходимых для достижения заданной чистоты, не превышающих затрат при любом другом способе обра­ботки, и экономически достижимую чистоту поверхности*.*

**7 Список использованной литературы.**

1. Основы технологии машиностроения: Учебник для вузов /В.М. Кован,

В.С. Корсаков и др.; Под ред. Корсакова. -изд. 3-е, доп. И перераб. -М.:

"Машиностроение", 1977; 336 с.с ил.

2. Технология машиностроения: В 2 т. Т. 1. Основы технологии

машиностроения: Учебник для вузов /В.М. Бурцев, А.С. Васильев,

А.М. Дальский и др.; Под редакцией А.М. Дальского. - 2-е изд., стереотип.

-М.:Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2001; 564 с., ил.