# Шероховатость поверхности и её изображение на чертежах

Московский Авиационный Институт.

Кафедра 904.

Инженерная графика.

 **Шероховатость поверхности и её изображение  на чертежах.**

Москва 2000.

**Оглавление:**

1.Основные составляющие производства, взаимное влияние и взаимосвязи между

   ними.…………………………………………….………………………………...4

2.Конструкторская подготовка производства……….……………………………….4

2.1 Чертёж - как основной документ производства и предъявляемые  к нему требования. Общие требования по выполнению чертежей. …………………………………...5

3.Качество поверхности и её влияние на эксплуатационные

    характеристики   детали. ……………..……………….…………………………6

3.1.Шероховатость, как геометрическое состояние поверхности….………………….7

3.2 Параметры для нормирования шероховатости поверхности……………………..8

3.3.Обозначение шероховатости поверхности на чертежах (детали,

    сборочных чертежах)……………………………………………………………..14

4.Литература……………………………………………………………………...19

ПРОИЗВОДСТВО

|  |
| --- |
| КОНСТРУКЦИЯ (объект производства)  |

|  |
| --- |
| ТЕХНОЛОГИЯ (производственные процессы)  |

↔

↔

↔

   ↑          ↑            ↑          ↑          ↑          ↑           ↑

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Сопромат  | Детали машин  | Технология  | Инженерная графика  | Конструирование  | Материало                ведение  | И другие  |

Прикладные науки

   ↑        ↑          ↑        ↑         ↑         ↑          ↑         ↑

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Физика  | Математика  | Химия  | Геометрия  | Иностр. язык  | Информатика  | География  | Механика  |

Теоретические науки

Рис.1

Схема взаимосвязи и взаимодействия конструкции и технологии

**1. Основные составляющие производства, взаимное влияние и взаимосвязи между ними.**

     На рис.1 ,в виде схемы показаны составляющие производства и связи между ними. Техническая сторона производства (см. рис . 1) охватывает две её стороны ; сферу проектирования конструкции (создание графической модели будущего изделия) и сферу технологии производства (разработка технологических процессов изготовления и сборки изделий, разработка способов и средств осуществления процессов и др.).

  Теоретические и прикладные науки, со всеми их ответвлениями, обеспечивают выполнение возникающих конструкционных и технологических задач и создают базу для решения технических и организационных проблем производства.

    На схеме (см.рис.2) показан переход от состояния производства соответствующему началу разработки проекта до его практического воплощения в материале (приборы ,машины, устройства и т.д.).

**2.Конструкторская подготовка производства.**

На этапе проектирования « Конструкция» представляет собой комплект графических и текстовых материалов: чертежей , схем , расчётно-пояснительных записок и т.п., описывающих будущую конструкцию изделия и предполагаемый научно-технический и экономический эффект

Задачей «Технологии» является материализация поставленной «Конструкцией» технического решения в виде готовых к использованию машин ,приборов, устройств и т.д. На этапе производства (изготовления) «Конструкция» выступает уже в виде готовых изделий. На схеме (см рис.2) показан переход от состояния производства Соответствующему началу разработки проекта до его практического воплощения в материале (приборы, машины....).



|  |
| --- |
|  |



|  |
| --- |
|  |
|  |  |



Рис.2

Схема производственного цикла.

(Т - время; А - физические затраты человека )

Анализ произведения (Т х А) позволяет сделать вывод ,что определяющим условием достижения оптимального их значения является квалификация специалистов .занятых в производстве от постановки задачи до её воплощения в материале

      В силу обстоятельств «Конструкциям «Технология» (рис. 1) не могут быть независимыми друг от друга. Их связь обусловлена рядом объективных закономерностей.                                                          Производственный процесс включает в себя не только процессы непосредственно связанные с разработкой конструкторской и технологической документации а так же изготовление деталей и сборке из них изделий но и все вспомогательные операции, например: подготовка производства;

транспортировка; контроль и хранение материалов; ремонт оборудования; изготовление технологической оснастки и др.

Этап проектирования является важной и ответственной задачей  в общем процессе

производства.

**2.1 Чертёж - как основной документ производства и предъявляемые к нему требования. Общие требования по выполнению чертежей.**

    Чертёж детали - документ, содержащий изображение детали и другие данные, необходимые для её изготовления и контроля.

    Изготовление составных частей , входящих в изделие не может осуществляться ранее того времени когда будут разработаны соответствующие конструкторские документы на них (чертежи , схемы и т.д.). Последние должно быть выполнимо в полном соответствии с требованиями ЕСКД. В решении данной задачи весьма важное значение имеют квалификация и опыт исполнителя. Чертёж должен удовлетворять основным требованиям, а именно:

    а) быть наглядным, т.е. давать полную информацию о форме и размерах изображаемого предмета;

    б) быть простым, т. е. применяемые для его выполнения методы должны быть достаточно простыми и давать однозначное описание ;

    в) быть точным, т. е. используемые графические операции должны быть простыми и должны давать точное решение;

    г) быть обратимым, т.е. обеспечивать однозначный переход от графической модели к натуре и обратно.

    Основные требования по выполнению чертежей деталей; сборочных, габаритных и монтажных чертежей, установлены стандартом ЕСКД. ГОСТ 2.109-73. « Основные требования к чертежам ».

    Из выше перечисленного, нас будет интересовать шероховатость поверхности, как геометрическое состояние, зависящее от вида обработки детали и применённых к ней эксплуатационных требований.

3.Качество поверхности и её влияние на эксплуатационные характеристики   детали.

   Шероховатость поверхности является одной из основных геометрических характеристик качества поверхности деталей и оказывает влияние  на эксплуатационные показатели. В условиях эксплуатации машины или прибора, внешним воздействиям, в пер­вую очередь, подвергаются поверхности их деталей. Износ трущихся поверхностей, зарождение трещин усталости, смятие, коррозионное и эрозионное разрушения, разрушение в результате кавитации и др. — это процессы, протекающие на поверх­ности деталей и в некотором прилегающем к поверхности слое. Естественно, что придание поверхностям деталей специальных свойств, способствует существенному повышению показателей качества машин в целом и в первую очередь показателей надежности.

       Качество поверхности является одним из важнейших факторов, обеспечивающих высокие эксплуатационные свойства деталей машин и приборов  и обусловливается свойствами металла и методами обработки: механической, электрофизической, электрохимической, термической и т. д. В процессе механической обработки (резание лезвийным инстру­ментом, шлифование, полирование и др.) поверхностный слой деформируется под действием нагрузок и температуры, а также загрязняется примесями (частицы абразива, кислород) и другими инородными включениями.

      Геометрические характеристики качества поверхности показаны на рис.3 в порядке уменьшения их абсолютных  величин: отклонения формы   (макрогеометрия); волнистость; шероховатость (микрогеометрия); субмикрошероховатость. В отдельных случаях волнистость может быть больше погрешности формы, а шероховатость больше волнистости. Волнистость занимает промежуточное положение между шероховатостью и погрешностями формы поверхности. Критерием дляих разграничения служит отношение шага S к высоте неровностей R.

Рис. 3

Классификация геометрических характеристик качества поверхности

Взаимосвязь параметров качества поверхности деталей и их эксплуатацион­ных свойств является одним из основных направлений исследований в области машино- и приборостроения.

         В настоящее время достаточно изучены вопросы связей качества обработанной поверхности с   эксплуатационными показателями деталей и узлов машин и приборов (трение и износ при скольжении и качении, жидкостное трение контактная жесткость, прочность прессовых соединений, отражательная способность,  износостойкость при переменных нагрузках, коррозионная стойкость и качество лакокрасочных покрытий, точность измерений, соотношение между допусками раз­мера и шероховатостью поверхности и т. д. )

        Трение и износ деталей в значительной степени связаны с макронеровностями, волнистостью, микронеровностями, а также с направлением штрихов (следов) обработки. На рис.4 показано влияние шероховатости поверхности на износостойкость деталей машин. При взаимном перемещении контактирующих плоских (рис.4 а) или цилиндрических (рис.4 б) поверхностей, имеющих мик­ронеровности (шероховатость), в первоначаль­ный момент происходит срез, отламывание и пластический сдвиг вершин неровностей, так как их контакт происходит по вершинам не­ровностей. Зависимость износа  от времени работы трущихся поверхностей видна из графика    (рис.4 г, д). Сначала сравнительно быстро (участок  I) за период времени T1 происходит начальное изнашивание  (приработка). При правильном режиме смазывания (рис.4  в) изнашивание протекает медленно (участок  II), что обусловлено образованием равновесной шероховатости. Этот период времени определяет срок службы детали. Катастрофическое изнашивание пары характеризуется участком  III.

      На рис.4 д кривая 2 характеризует износ поверхностей с меньшими началь­ными шероховатостями, чем кривая  l. В этом случае величина и время приработочного изнашивания уменьшаются, а интенсивность эксплуатационного изнашивания остается той же.   При меньшей шероховатости сопряжен­ных поверхностей время работы деталей будет большим (Т**2>** T1 )

 Рис 2.

Шероховатость поверхности и её влияние на износостойкость.

 а, б — схемы контакта сопряженных деталей по образующей  (вдоль оси) и по окружности; в — идеализированный и фактический контакт поверхностей; г, д  — типовые графики износа во времени.

      Шероховатость и волнистость поверхности взаимосвязаны между собой.

      Волнистость является элементарным отклонением поверхности любой формы. Высота неровностей волнистости и высота шероховатости примерно одинаковы, отношение же шагов к высоте различны.

Волнистость — совокупность периодически повторяющихся неровностей на поверхности, которые образуются прежде всего в связи с колебаниями или относи­тельными колебательными движениями в системе станок—инструмент—изделие.

       Волнистость определяется на нормальном сечении поверхности, причем шеро­ховатость и другие отклонения формы исключаются. К волнистости, как правило. относятся периодические неровности, у которых отношение шага к высоте больше 40. У изделий с круглым сечением к волнистости относятся отклонения в радиальном сечении, у которых шаг меньше 1/15 окружности.

3.1.Шероховатость, как геометрическое состояние поверхности.

     Прочность деталей также зависит от шероховатости поверхности. Разрушение детали, особенно при переменных нагрузках, в большей степени объясняется концентрацией напряжений, вследствие наличия неровностей. Чем меньше шерохова­тость, тем меньше возможность возникновения поверхностных трещин от усталости металла. Отделочная обработка деталей (доводка, полирование и т. п.) обеспечивает значительное повышение предела их усталостной прочности.

Уменьшение шероховатости поверхности значительно улучшает антикорро­зионную стойкость деталей. Это имеет особенно важное значение в том случае, когда для поверхностей не могут быть использованы защитные покрытия (поверхности цилиндров двигателей и др.).

    Надлежащее качество поверхностииграет немаловажную роль и в сопряжениях, отвечающих условиям плотности, герметичности, теплопроводности. С пони­жением шероховатости поверхностей улучшайся их способность к отражению электромагнитных, ультразвуковых и световых волн; уменьшаются потери электромагнитной энергии в волноводных трактах, резонирующих системах, уменьшается  емкость электродов; в электровакуумных приборах уменьшается газопоглощеиие и газовыделение, облегчается очистка деталей от адсорбированных газов, паров и пыли.

Важной геометрической характеристикой качества поверхности является на­правленностьштрихов — следов механической и других видов обработки  (Рис.5). Она влияет на износостойкость поверхности, определенность посадок, прочность прессовых соеди­нений. В ответственных случаях конструктор должен оговаривать направленность следов обработки на поверхности детали. Это может оказаться необходимым, на­пример, в связи с направлением относительного скольжения сопряженных деталей или с направлением движения по детали струи жидкости или газа. Изнашивание уменьшается и достигает минимума при совпадении направления скольжения с на­правлением неровностей обеих деталей.

     Высокой точности всегда отвечают малые шероховатости и волнистость поверх­ности. Это определяется не только условиями работы сопряженных деталей, но и необходимостью получения надежных результатов измерения в производстве. Умень­шение шероховатости поверхности вносит большую определенность в характер  сопряжения, так как размер зазора (или натяга), полученный в результате контроля деталей, отличается от размера эффективного зазора или натяга, имеющего место в эксплуатации или при сборке. Эффективный натяг при сборке уменьшается, а зазор в процессе работы механизма увеличивается, причем тем больше и быстрее, чем более грубо обработаны сопрягаемые поверхности.

        Малую шероховатость поверхности бывает необходимо использовать и для придания красивого внешнего вида детали или удобства содержания поверхностей  в чистоте и т. п.

       Требования к шероховатости поверхности должны устанавливаться исходя из функционального назначения поверхности для обеспечения заданного качества изде­лий. Если в этом нет необходимости, то требования к шероховатости поверхности не устанавливаются и шероховатость этой поверхности контролироваться не должна  . Требования к шероховатости поверхности    не включают требований к дефектам поверхности (раковины и пр.), поэтому при контроле шероховатости поверхности влияние дефектов поверхности должно быть исключено. В некоторых случаях допускается устанавливать требования к шероховатости отдельных участков одной поверхности, которые могут быть различными.

ГОСТ 2789—73\*   устанавливает требования к шероховатости поверхности независимо от способа ее получения или обработки. Это дает возможность применять требования стандарта к поверхностям, обработан­ным  резанием и другими методами, например литьем, прессованием, электрофизи­ческими и электрохимическими методами и т. д.

3.2 Параметры для нормирования шероховатости поверхности.

 Шероховатость    поверхности   оценивается по неровностям профиля (чаще поперечного), получаемого путем сечения реальной поверхности плоскостью (чаще всего   в  нормальном сечении). Для отделения шероховатости поверхности от других не­ровностей с относительно большими шагами (отклонения формы и волнистости)  ее рассматривают в пределах ограниченного участка , длина которого называется базовой длиной l . Базой для отсчета отклонений про­филя является средняя линия профиля т .

      Для количественной оценки и нормирования шероховатости поверхностей   ГОСТ 2789—73\* (Рис. 5) устанавливает шесть параметров: три высотных (Ra, Rz, Rmах),  два шаговых (Sm , S) и параметр относительной  опорной   длины профиля (tp).

       Параметры Ra, Rz представляют собой среднюю высоту неровностей профиля (Ra — всех неровностей; Rz — наибольших неровностей), параметр Rmax — полную высоту профиля

       Параметры S и Sm характеризуют   взаимное расположение    (расстояние) характерных точек неровностей (максимумов) про­филя и точек пересечения профиля со средней линией (нулей про­филя).

Параметр tр содержит наиболь­шую информацию о высотных свой­ствах профиля (он комплексно ха­рактеризует высоту и форму неров­ностей профиля), так как она ана­логична функции распределения. В продольном направлении tp по­зволяет судить о фактической пло­щади контакта при контактиро­вании шероховатых поверхностей на заданном уровне сечения р.

 Рис. 5 Профиль шероховатости, его характеристики и параметры

В дополнение к количественным параметрам в некоторых случаях целесообразно нормировать направление неровностей, например в связи с направлением относитель­ного перемещения трущихся сопряженных поверхностей или струи жидкости, или газа относительно поверхности, а также для обеспечения необходимой виброустой­чивости и прочности при циклических нагрузках.

При необходимости конструктором устанавливается также способ или последо­вательность способов получения (обработки) поверхности, если они являются единственными для обеспечения ее заданного качества.

При назначении параметров шероховатости поверхностей следует проверить возможность их достижения в связи с рациональными методами обработки детали. Как правило, следует применять наибольшую шероховатость, допускаемую кон­структивными требованиями. В противном случае может значительно увеличиться стоимость обработки, что может быть компенсировано лишь повышением качества изделия. В некоторых же случаях повышение требований к шероховатости может оказаться не только не рентабельным, но и недопустимым. Например, при слишком   гладких сопрягаемых поверхностях может возникнуть явление «схватывания», При котором частицы металла отрываются от поверхностного слоя трущихся поверхностей. Для таких поверхностей следует нормировать оптимальную исходную шеро­ховатость, которая должна быть близкой к  получающейся в процессе приработки

Обычно отделать отверстие труднее, чем вал. Это часто учитывается назначением  различной шероховатости поверхностей сопрягаемых деталей : у отверстия шероховатость несколько выше.

         Правильное решение, принятое при выборе параметров шероховатости поверхностей деталей, а также при выборе методов обработки, обеспечивающих получение ; поверхностей с заданной шероховатостью, оказывает серьезное влияние на качество : конструкции, ее технологичность и позволяет установить наиболее экономичные   методы изготовления деталей .

     Для обеспечения условий взаимозаменяемости назначение шероховатости сопряженных поверхностей может производиться в зависимости от точности сопряжения (выбранной посадки) и точности обработки (выбранного квалитета). Прямой  связи между точностью и шероховатостью поверхности нет, так как к самым неточным поверхностям по допуску размера можно предъявить весьма высокие требования шероховатости (например, поверхности ручек хирургического инструмента в т. п.). Вместе с тем при выборе шероховатости поверхности следует учитывать что

значение Rz  должнo составлять лишь некоторую часть допуска (δp) соответству­ющего размера.

     Если в конструкциях сопряжении, согласно требованиям к эксплуатационным качествам деталей, необходимо ограничить отклонение формы (Δф) или отклонение расположения (Δп) по сравнению с допуском на размер (δр), то соответственно должна быть ограничена и шероховатость поверхности. При этом следует ориентироваться ва возможные (рекомендуемые) методы обработки, обеспечивающие получение значений Rz =(0,2-0,5) Δф или Rz =(0,24-0,5) Δц .

       Если, точность сопряжения и метод обработки не позволяют определить требова­ния к шероховатости поверхностей, назначение шероховатости поверхности следует производить по другим главным для данного случая признакам, ориентируясь на данные практики передовых отраслей промышленности, отраженные во многих трудах.

      Нормирование шероховатости поверхности: применяется три основных способа регламентации конструктором качества поверхности, в том числе шероховатости: 1) по прототипу (метод прецедентов);   2) расчетный; 3) экспериментальный .

        Выбор параметров и их значений для нормирования шероховатости должен Производиться с учетом назначения поверхности и установления их связи с эксплуа­тационными свойствами поверхности .

В таблице1приведены некоторые важнейшие эксплуатационные свойства по­верхности, зависящие от ее шероховатости, и номенклатура параметров, при помощи которых обеспечиваются показатели этих свойств . Основным во всех случаях является нормирование высотных параметров. Предпочтительно, в том числе и для самых грубых поверхностей, нормировать параметр Ra, который более информа­тивно, чем Ra и Rmax  характеризует неровности профиля, поскольку определяется по всем точкам (или достаточно большому числу точек) профиля.

Таблица 1

|  |  |
| --- | --- |
| **Эксплуатационное свойство поверхности**  | **Параметры шероховатости поверхности и характеристики,** определяющие эксплуатационное свойство  |
| Износоустойчивость при всех видах трения  Виброустойчивость Контактная жесткость Прочность соединения Прочность конструкций при цик­лических нагрузках Герметичность соединений Сопротивление в волноводах  | Ra (Rz), tp направление неровностей Ra (Rz), Sm, S, направление неров­ностей Ra (Rz), tp Ra (Rz) Rmax, Sm, S, направление неров­ностей Ra (Rz), Smax, S, tp  Ra, Sm, S  |

Параметры Rz и Rmax нормируют в тех случаях, когда по функциональным тре­бованиям необходимо ограничить полную высоту неровностей профиля, а также когда прямой контроль параметра Ra с помощью профилометров или образцов сравнения не представляется возможным, например для поверхностей, имеющих малые размеры или сложную конфигурацию (режущие кромки инструментов, детали часовых механизмов и пр.).

Для ответственных поверхностей производится нормирование не только высот­ных параметров, но и шаговых и параметра tp, так как они обеспечивают некоторые их функциональные свойства.

Требования к шероховатости поверхности должны устанавливаться путем указания: 1) параметра шероховатости (одного или нескольких)  ; 2) числовых значений выбранных параметров; 3) базовых длин, на кото­рых происходит определение указанных параметров.

         На практике применяются три варианта указания числовых значений параметра (параметров) шероховатости: 1) наибольшим значением; 2) диапазоном значений; 3) номинальным значением.

Наиболее распространенным применительно к деталям машин является ва­риант, когда указано числовое значение параметра, соответствующее наиболее гру­бой допускаемой шероховатости, т. е. наибольшему предельному значению для пара­метров Ra,Rz,Rmax ,Sm, S и наименьшему предельному значению параметра  tp.

В отдельных случаях, когда для правильного функционирования недопустима и слишком гладкая поверхность, применяется второй вариант, при котором указан Диапазон значений параметра; наибольший и наименьший предельные значения.

Третий вариант применяется реже, в основном для образцов сравнения шеро­ховатости поверхности или для образцовых деталей, служащих для этих же целей. . При этом варианте указывается номинальное значение параметра с допустимыми пре­дельными отклонениями от него (%). Установление требований к шероховатости по­верхности указанием номинальных значений параметра обеспечивает наиболее строгий метрологический контроль.

Таблица 2

Шероховатость поверхности Ra (мкм) элементов деталей

|  |  |
| --- | --- |
| **Элемент детали**  | **Шероховатость**  |
| Нерабочие контуры деталей. Поверхности деталей, устана­вливаемых на бетонных, кирпичных и деревянных основаниях  | **Rz= 320÷160**  |
| Отверстия на проход крепежных деталей. Выточки, проточки. Отверстия масляных каналов на силовых валах. Кромки детали под сварные швы. Опорные поверхности пружин сжатия. По­дошвы станин, корпусов, лап  | **Rz= 80**  |
| Внутренний диаметр шлицевых соединений (не шлифован­ных). Свободные несопрягаемые торцовые поверхности валов, муфт, втулок. Поверхности головок винтов  | **Rz=40**  |
| Торцовые поверхности под подшипники качения. Поверх­ности втулок, колец, ступиц, прилегающие к другим поверх­ностям, но не являющиеся посадочными. Нерабочие торцы валов, втулок, планок. Шейки валов 12-го квалитета диаме­тром 80—500 мм. Поверхности отверстий 12-го квалитета диа­метром 18—500 мм и 11-го квалитета  | **Rz=.20**  |
| Нерабочие торцовые поверхности зубчатых и червячных ко­лес и звездочек. Канавки, фаски, выточки, зенковки, закругле­ния и т, п. Болты и гайки нормальной и повышенной точности (кроме резьбы)  | **Rz = 40÷10**  |
| Шаровые поверхности ниппельных соединений. Канавки под уплотнительные резиновые кольца для подвижных и неподвиж­ных торцовых соединений. Радиусы скруглений на силовых валах. Поверхности осей для эксцентриков. Опорные плоскости реек. Поверхности выступающих частей быстровращающихся деталей. Поверхности направляющих типа «ласточкин хвост». Опорные плоскости реек. Шейки валов 9-го квалитета диаме­тром 80—500 мм,1 1-го квалитета диаметром 3—30 мм. Поверх­ности отверстий 7-го квалитета диаметром 180—500 мм, 9-го квалитета диаметром 18—360 мм, 11-го квалитета диаметром 1—10 мм  | **2.5**  |
| Наружные диаметры шлицевого соединения. Отверстия при­гоняемых и регулируемых соединений (вкладыши подшипников и др.) с допуском зазора — натяга 25—40 мкм. Цилиндры, работающие с резиновыми манжетами. Отверстия подшипников скольжения. Трущиеся поверхности малонагруженных дета­лей. Посадочные поверхности отверстий и валов под неподвиж­ные посадки. Трущиеся поверхности малонагруженных дета­лей. Рабочие поверхности дисков трения. Шейки валов 6-го квалитета диаметром 120—500 мм, 8-го квалитета диаметром 6—80 мм. Поверхности отверстий 6-го квалитета диаметром 50—500 мм, 7-го квалитета диаметром 10—180 мм, 9-го квали­тета — 1—18 мм | **1,25**  |
| Поверхности зеркала цилиндров, работающих с резиновыми манжетами. Торцовые поверхности поршневых колес при диа­метре не менее 240 мм. Валы в пригоняемых и регулируемых соединениях с допуском зазора — натяга 7—25 мкм. Трущиеся поверхности нагруженных деталей. Посадочные поверхности 7-го квалитета с длительным сохранением заданной посадки: оси эксцентриков, точные червяки, зубчатые колеса. Сопряжен­ные поверхности бронзовых зубчатых колес. Рабочие шейки распределительных валов. Штоки и шейки валов в уплотне­ниях. Шейки валов 5-го квалитета диаметром 30—500 мм, 6-го квалитета диаметром 10—120 мм. Поверхности отверстий 6-го квалитета диаметром 3—50 мм, 6-го квалитета диаметром 1—10 мм  |  **0,63**  |
| Шейки валов 5-го квалитета диаметром свыше 1 до 30 мм, 6-го квалитета диаметром свыше 1 до 10 мм. Валы в пригоняе­мых и' регулируемых соединениях (шейки шпинделей, золот­ники) с допусками зазора — натяга 16—25 мкм. Отверстия при­гоняемых и регулируемых соединений (вкладыши подшипников) с допуском зазора — натяга 4—7 мкм. Трущиеся элементы сильнонагруженных деталей. Цилиндры, работающие с порш­невыми кольцами  | **0,32**  |
| Поверхности деталей, работающих на трение, от износа кото­рых зависит точность работы механизма  | **0,16**  |
|   Рабочие шейки валов прецизионных быстроходных станков и механизмов. Шейки валов в пригоняемых и регулируемых соединениях с допуском зазора — натяга 2,5—6,5 мкм. Поверх­ности отверстий пригоняемых и регулируемых соединений с до­пуском зазора — натяга до 2,5 мкм  | **0,08**  |
|   Зеркальные валики координатно-расточных станков и др.  | **0,04**  |

3.3.Обозначение шероховатости поверхности на чертежах (детали, сборочных чертежах)

Таблица 3

  **Типы направлений неровностей поверхности по ГОСТ 2789—73\***

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Тип  | Направление неровностей | **Обозначение**  | **Пояснение обозначения на поверхности, к шероховатости которой устанавливаются требования**  |
| Параллельный  |  |  | Параллельно линии, изображающей на чертеже поверхность  |
| **Перпендику­лярный**  |  |  | Перпендикулярно к линии, изображающей на чертеже поверхность  |
| **Перекрещи­вающийся**  |  |  | Перекрещивание в двух направлениях наклонно к линии, изображающей на чер­теже поверхность  |
| **Произвольный**  |  |  | Различные направления по отношению к линии, изображающей на чертеже по­верхность  |
| **Кругообраз­ный**  |  |  | Приблизительно кругообразно по отно­шению к центру поверхности  |
| **Радиальный**  |  |  | Приблизительно радиально по отноше­нию к центру поверхности  |

      Нанося размеры элементов деталей, или после нанесения их, конструктор указывает на чертеже параметры и характеристики шероховатости поверхностей, установленные ГОСТ 2789-73.

      Обозначение шероховатости поверхностей и правила их нанесения на чертеже установлены ГОСТ 2309-73.

      Структура обозначения шероховатости приведена на Рис.6

Рис.6

Структура знака для изображения шероховатости поверхности

       При установлении требований шероховатости поверхности рекомендуется применять параметры Ra, Rz, Rmax, tp.

    Среднее арифметическое значение отклонения профиля Ra —среднее арифметическое абсолютных значений отклонений профиля в пределах базовой длины  l.

     Высота неровностей профиля по десяти точкам Rz — сумма средних арифметических абсолютных значений отклонений точек пяти наибольших минимумов и пяти наибольших макси­мумов профиля в пределах базовой длины l.

    Наибольшая высота неровностей профиля Rmax — расстояние между линией выступов профиля и линией впадин профиля в пределах базовой длины l. Относительная опорная длина профиля tp (где р — числовое значение уровня сечения про­филя) — отношение опорной длины профиля к базовой длине.

|  |  |
| --- | --- |
| Элементы обозначения  | ГОСТ 2.309-73  |
| Знак шерохо­ватости по­верхности, вид обработки которой не устанавли­вается  |  |
| Знак шерохо­ватости по­верхности, ко­торая обраба­тывается уда­лением слоя материала (то то­чением, фрезе­рованием, шлифованием, полированием и т. д.)  |  |
| Знак шерохо­ватости по­верхности, по­лучаемой без удаления слоя материала (литьем, ков­кой, штампов­кой, прокатом, волочением и т. д.)  |  |
| Знак, указы­вающий по­верхность, не обрабатывае­мую по данно­му чертежу  |  |
| Обозначение поверхностей с одинаковой шероховатостью  | Если шероховатость всех поверхностей дета ли должна быть одинаковой, общее обозначение шероховатости наносят в правом верхнем углу чертежа Знаки наносятся на расстоянии 5—10 мм от верх ней и правой сторон рамки чертежа Размеры и толщина знаков, нанесенных в правый верхний угол чертежа, должны быть больше знаков, нанесенных на изображении Знаки увеличиваются в 1,5 раза  |
| Обозначение преобладающей шероховатости  | При указании одинаковой шероховатости для части поверхностей детали в правом верхнем углу чертежа помещают обозначение одинаковой шероховатости и условное обозначение Размеры этого знака такие же, как знаков, нанесенных на изображении     Когда часть поверхностей изделия по данному чертежу не обрабатывается, в правом верхнем  углу чертежа перед обозначением     поме­щают знак  размеры и толщина линии которого должны быть приблизительно в 1,5 раза больше, чем знаков, нанесенных на изображении    При наличии в изделии поверхностей, шерохова­тость которых не указы­вают, обозначение шеро­ховатости или знак в правый верхний угол чертежа не выносят  |
| Обозначение шероховатости поверхности при недостатке места на чертеже  | При недостатке места на чертеже допускается обозначение шероховато­сти поверхности распола­гать на размерных ли­ниях или прерывать вы­носную линию Через зону штриховки  линию границы между поверхностями с различной  шероховатостью не про­водят  |
| Нанесение шероховатости на поверхно­стях глобоидных червяков и колес  | Для глобоидных червяков и сопряженных с ними колес обозначение ше­роховатости рабочих по­верхностей наносят на ли­нии расчетной окружно­сти  |
| Обозначение поверхности с различной шероховатостью  | Если на отдельных участках детали шероховатость одной и той же поверхности должна быть   различной то эти участки разграничивают сплошной тонкой линией  с нанесением соответствующего размера и обозначений и обозначений шероховатости Через зону штриховки  линию границы между поверхностями с различной  шероховатостью не про­водят  |
| Обозначение шероховатости поверхности профиля резьбы  | Шероховатость поверх­ности профиля резьбы обозначают  по  общим правилам, если изобра­жается профиль резьбы, или условно на выносной линии для обозначения размера резьбы, или на размерной линии  |

Литература:

1. Попова Г.Н. Иванов Б.А.

   Условное обозначение в чертежах и схемах по ЕСКД. Справочное пособие. Под    ред.

   канд. тех. наук Б. Я. Мирошниченко. Л., «Машиностроение», 1976.

2. Федоренко В. А., Шошин А. И.

    Справочник по машиностроительному черчению. – 14-е изд., перераб. и доп. /Под ред.

    Г.Н. Поповой. – Л: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1981.-416с.

3.Бабулин  Н.А.

    Построение и чтение машиностроительных чертежей: учебник для профессиональных

    учебных заведений. – 10 изд.,  перераб. и доп. – М.: Высшая школа; Издательский центр

    «Академия», 1998. – 367с.

4.Гжиров  Р.И.

   Краткий справочник конструктора. - Л., Издательство «Машиностроение»