

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 4

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ КАЧЕСТВА ОБРАБОТКИ ПОВЕРХНОСТИ ДЕТАЛЕЙ НА ИХ РЕСУРС

1. Цель занятия.

Практическое занятие имеет цель закрепить теоретические знания о методах механической обработки деталей, шероховатости поверхности деталей и влиянии качества обработки поверхности деталей на их ресурс.

При подготовке к практическому занятию и в ходе его проведения обучающиеся углубляют и закрепляют теоретические знания, а также используют навыки, полученные ими в результате проведения учебной практики.

Выполнение задания в ходе практического занятия предусматривает следующие этапы:

- изучение шероховатости поверхности деталей и методов ее измерения;
- изучение влияния качества обработки поверхности деталей на их ресурс;
- выполнить расчет влияния износа (изменения шероховатости) детали на ее ресурс.

2. Учебно-материальное обеспечение практического занятия

Практическое занятие проводится в специализированной аудитории кафедры, в которой находятся части ВС с эксплуатационными повреждениями их конструктивных элементов: обшивки, нервюры, стрингеров. На рабочих местах имеются: измерительный инструмент, ремонтно-техническая и справочная литература, а также калькуляторы.

3. Методические материалы к выполнению практического занятия

Качество поверхностного слоя деталей машин оказывает существенное влияние на их эксплуатационные свойства. Одной из важнейших эксплуатационных характеристик деталей является **износостойкость поверхностей трущихся пар**. Именно износ чаще всего определяет ресурс работы машины. При этом интенсивность изнашивания зависит не только от вида материала и его механических свойств, но и от состояния поверхностного слоя деталей.

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 m . Для количественной оценки и нормирования шероховатости поверхностей ГОСТ 2789—73* (рис. 1) устанавливает шесть параметров: три высотных (R_a , R_z , R_{max}), два шаговых (S_m , S) и параметр относительной опорной длины профиля (t_p).

Параметры R_a , R_z представляют собой среднюю высоту неровностей профиля (R_a — всех неровностей; R_z — наибольших неровностей), параметр R_{max} —

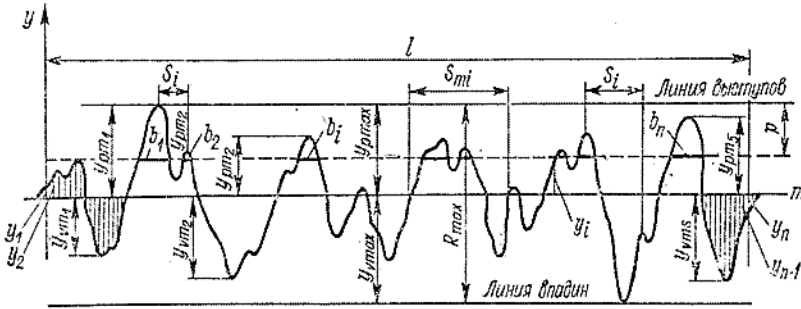


Рис 1. Параметры шероховатости поверхности

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

В процессе трения рабочих поверхностей в машинах и механизмах наблюдается начальный, более интенсивный период изнашивания, когда поверхности прирабатываются. Трущиеся поверхности вначале контактируют по вершинам микронеровностей, в результате чего происходят их срезание и пластическое деформирование. К концу приработки высота исходной шероховатости уменьшается на 65...75 %, а площадь фактического контакта возрастает, что приводит к уменьшению контактных давлений. По-

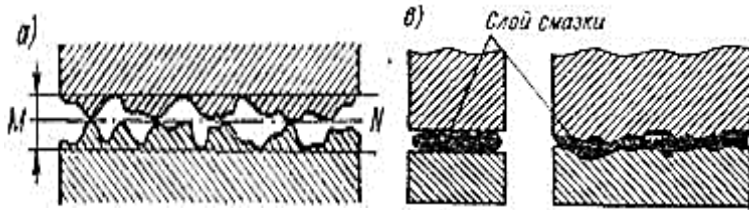


Рис 2 Схемы контакта сопряженных деталей

этому интенсивность изнашивания резко падает, и в дальнейшем происходит равномерное изнашивание, определяющее срок службы детали. Снижению износа способствует наличие смазки между трущимися поверхностями (рис. 2).

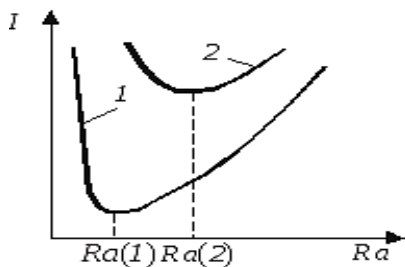


Рис. 3. Характерная зависимость износа поверхности детали I от шероховатости Ra:
1- при легких,
2- при тяжелых условиях работы деталей

Установлено, что в результате приработки на трущихся поверхностях образуется оптимальная шероховатость, характерная для конкретных условий работы соединения (давление, скорость скольжения, наличие смазочного материала, физико-механические свойства материалов деталей и т.д.). Поэтому, если в процессе обработки деталей на их поверхностях обеспечить шероховатость, близкую к оптимальной, длительность приработки и изнашивание будут наименьшими. Это положение подтверждается зависимостью интенсивности изнашивания от исходной шероховатости трущихся поверхностей (рис. 3).

Как отмечалось, оптимальная по износостойкости шероховатость поверхности деталей зависит от вида соединения и конкретных условий их эксплуатации. Так, для рабочих поверхностей беговых дорожек под-

полную высоту профиля.

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

Параметр t_p содержит

шипников качения оптимальна шероховатость $R_a = 0,04...0,08$ мкм, для зеркала цилиндров двигателей $R_a = 0,08...0,32$ мкм, для пальца в соединении его с поршнем $R_a = 0,16...0,63$ мкм, для отверстия в бобышке поршня $R_a = 0,63...1,25$ мкм.

От шероховатости поверхности зависит **сопротивление усталости деталей**. Усталостному разрушению металла способствуют отдельные дефекты и неровности на поверхности детали, которые являются источниками концентрации напряжений. При грубой обработке, когда на поверхности имеются глубокие риски, последние выступают в роли первичных очагов концентрации напряжений. Во впадинах неровностей при циклических и знакопеременных нагрузках возникают субмикроскопические трещины, которые в дальнейшем разрастаются и приводят к образованию усталостных трещин и разрушению детали.

Чем грубее шероховатость, тем больше на ней впадин и глубоких рисок, на дне которых концентрируются и собираются корродирующие вещества, и поэтому здесь коррозия поверхности происходит интенсивнее. С уменьшением шероховатости коррозионная стойкость деталей повышается.

Влияние микротвердости на эксплуатационные свойства деталей. В процессе трения происходит механическое (внедрение) и молекулярное (притяжение, схватывание) взаимодействие поверхностей. Молекулярное взаимодействие сопутствует механическому, и степень их относительного проявления зависит от конкретных условий изнашивания. Но для снижения изнашивания деталей необходимо уменьшить взаимное внедрение трущихся поверхностей, чтобы предотвратить их схватывание. Поэтому повышение микротвердости при механической обработке способствует уменьшению внедрения и контактного схватывания, а следовательно, увеличивает износостойкость трущихся поверхностей.

Влияние остаточных напряжений на эксплуатационные свойства деталей. В настоящее время на основании ряда исследований установлено, что остаточные напряжения в поверхностном слое деталей независимо от их знака не оказывают заметного влияния на износостойкость деталей при трении. Объясняется это тем, что в процессе трения происходит интенсивное пластическое деформирование трущихся поверхностей.

Величина сил трения и интенсивность изнашивания деталей в значительной степени связаны с шероховатостью поверхности, являющейся одним из основных параметров качества поверхностного слоя детали. Из-за неровностей на поверхности соприкосновение трущихся деталей в начальный период работы происходит не по всей номинальной площади, а лишь по вершинам неровностей. В результате в местах фактического контакта возникают большие давления, обуславливающие в начальный период работы машины интенсивный износ деталей. Одновременно между трущимися поверхностями быстро увеличивается зазор. Этот период работы машины называют приработкой (рис. 4 участок I).

Процесс приработки является достаточно важным в работе машины, поскольку именно в этот период в случае перегрузки отдельных деталей и узлов могут возникнуть различные задиры и заедания работающих деталей.

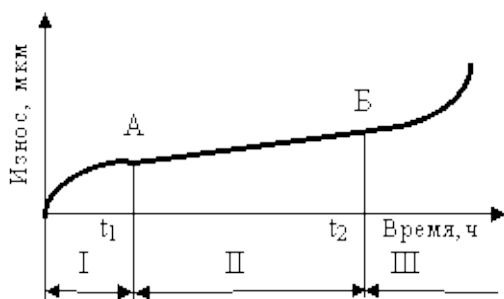


Рис. 4 Зависимость износа сопряженной пары от времени ее работы

машины, определяемый ее сроком службы. Поэтому в процессе создания машины желательно назначать такие параметры шероховатости трущихся поверхностей, которые соответствовали бы шероховатости приработанных деталей.

В период нормальной эксплуатации износ определяется физико-механическими свойствами поверхностного слоя и режимами работы трущейся пары. Особенно большой износ наблюдается при частых пусках машин, когда нарушается режим смазки поверхностей трения. Достаточно часто это связано с их задирами и схватыванием.

В конце периода нормальной работы (участок II) интенсивность изнашивания деталей нарастает (участок III), а величина износа достигает таких величин, когда дальнейшая эксплуатация машины становится практически невозможной. Поэтому в конце периода естественного изнашивания необходима остановка машины и проведение определенного объема работ по техническому обслуживанию и ремонту.

4. Порядок выполнения практического занятия

4.1. Общие указания

В часы самостоятельной работы накануне занятий обучающиеся изучают теоретический материал, знакомятся с объемом и порядком выполнения задания.

К выполнению работы допускаются обучающиеся, изучившие настоящее методические указания по выполнению практического занятия и ответившие на контрольные вопросы к данному занятию. Неподготовленные обучающиеся готовятся в этой же аудитории и могут быть допущены к практическому занятию после повторного опроса. Завершение выполнения задания и последующий зачет проводится, в этом случае, в часы самостоятельной работы.

Работа выполняется обучающимися самостоятельно, под наблюдением преподавателя. Задание, выдаваемое преподавателем, предусматривает расчет изменения ресурса агрегата при увеличении допустимого зазора в подвижном соединении. Для выполнения задания необходимо иметь тетрадь для лабораторных и практических занятий по изучаемой дисциплине, калькулятор.

При выполнении задания используются материалы данного Пособия, образец выполнения задания.

В процессе приработки высота неровностей постоянно уменьшается до некоторого оптимального значения, которое различно для разных условий трения. Эти условия определяются скоростью скольжения, нагруженностью узла, наличием и видом смазки, видом трущихся материалов и другими факторами.

После приработки процесс изнашивания протекает более медленно и становится достаточно стабильным на весь период эксплуатации

4.2. Пример выполнения задания

Ресурс авиационного агрегата определяется износом подвижного соединения вал-втулка и равен 400 часов. Поверхности трения обработаны по 9-му классу. За периоды приработки и установившегося изнашивания величина зазора в подвижном соединении увеличилась на 0,02 мм. Определить возможное изменение ресурса агрегата при увеличении максимально допустимого в подвижном соединении на 25%. Исходная шероховатость поверхностей деталей и условия их работы не изменяются. При расчетах принимать, что в период приработки деталей исходные неровности шероховатостей поверхности изнашиваются полностью, а установившееся изнашивание подчиняется линейному закону. При определении ресурса агрегата период приработки не учитывать.

Решение. Для 9-го класса чистоты поверхности (таблица 1) высота микронеровностей составляет: $R_a = 0,32$ мкм, $R_z = 1,6$ мкм, базовая длина $l_b = 0,25$ мм. Ресурс $T_1 = 400$ ч. Изменение зазора увеличилось на $\Delta S_1 = 0,02$ мм.

Таблица 1. Класс шероховатости поверхности

Класс шероховатости	R_a	R_z	Базовая длина
4	10	40	2,5
5	5	20	2,5
6	2,5	10	0,8
7	1,25	6,3	0,8
8	0,63	3,2	0,8
9	0,32	1,6	0,25
10	0,16	0,8	0,25
11	0,08	0,4	0,25
12	0,04	0,2	0,25

1. Определяем увеличение зазора за время приработки: $S_{1пр.} = 4 R_z = 4 \times 1,6 \times 10^{-3} = 6,4 \times 10^{-3}$ мм.

2. Определяем увеличение зазора за время установившегося изнашивания: $S_{1уст} = \Delta S_1 - S_{1пр.} = 0,02 - 6,4 \times 10^{-3} = 0,0136$ мм.

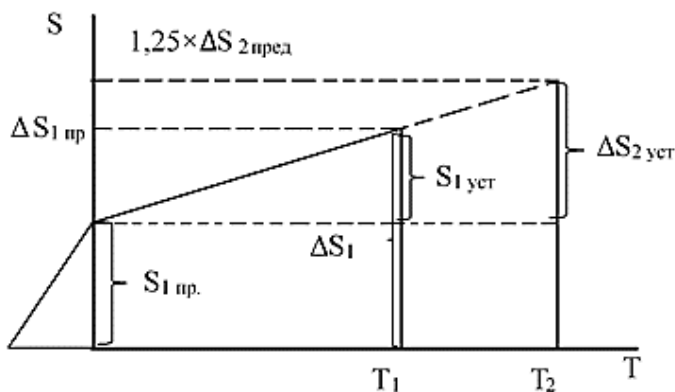


Рис 5. Изменение изнашивания за время работы

3. Предельное изнашивание составляет: $\Delta S_{1пред.} = S_{1уст} + S_{1пр.} = 6,4 \times 10^{-3} + 0,0136 = 0,02$ мм

4. Для определения изменения ресурса строим график (рис. 5) изменений изнашивания за время работы агрегата с учетом линейной зависимости и составляем соотношение установившегося изнашивания при заданном ресурсе и определяемом: $\frac{S_{1уст}}{S_{2уст}} = \frac{T_1}{T_2}$, откуда определяем

измененный ресурс: $T_2 = T_1 : \frac{S_{2уст}}{S_{1уст}}$.

5. Определяем $S_{2 \text{ уст.}}$. Т.к. зазор за время измененного ресурса увеличился на 25%, а за время приработки зазор увеличился на 0,02 мм, то: $S_{2 \text{ уст.}} = 1,25 \times \Delta S_{2 \text{ пред.}}$
 $- S_{1 \text{ пр.}} = 1,25 \times 0,02 - 6,4 \times 10^{-3} = 0,0186 \text{ мм.}$

6. Определяем изменившийся ресурс: $T_2 = T_1 : \frac{S_{2 \text{ уст.}}}{S_{1 \text{ уст.}}} = 400 \frac{0,0186}{0,0136} = 547 \text{ ч.}$

Ответ: ресурс изменился на 147 ч.

Таблица 2. Варианты заданий

Ресурс. ч	Класс шероховатости	% изменения зазора	Δ изменения зазора, мм
500	8	20	0,02
400	9	15	0,02
700	11	25	0,015
800	10	20	0,025
700	8	25	0,024
700	9	10	0,01
800	12	15	0,03
900	11	10	0,03
400	10	25	0,025
500	8	10	0,015
700	7	15	0,015
900	10	20	0,025
400	12	25	0,025
600	8	15	0,015
700	9	25	0,02
400	8	20	0,025
700	10	25	0,025

4.3 Оформление результата занятия

Каждый студент после выполненных расчетов своего варианта задания делает вывод о полученных результатах практического занятия.

После выполнения задания производится защита практического занятия, состоящая в представлении преподавателю полученных результатов и ответа на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы для подготовки к занятию.

1. Какими показателями характеризуется качество обработанной поверхности?
2. От каких факторов зависит расчетная высота микронеровностей?
3. В чем причины несоответствия расчетных и действительных значений микронеровностей обработанной поверхности?
4. Как режимы резания влияют на шероховатость обработанной поверхности?
5. Перечислите основные причины возникновения наклепа.
6. Каково воздействие силового и теплового факторов процесса резания на величину и знак остаточных напряжений?
7. На какие эксплуатационные характеристики детали оказывают влияние шероховатость обработанной поверхности, наклеп и остаточные напряжения?