

## Литература

1. Исследование состояния поверхностного слоя глубоких отверстий в деталях ответственных теплообменных аппаратов/ Терехов В.М.: М.: Технология машиностроения, 2001, № 3, - с. 41-45.
2. Механика контактного взаимодействия/ Джонсон К.: М. Мир. 1989 – 510 с.
3. Колебания и методы управления скоростью движения технологических объектов/ Кондратенко Л. А.: МГОУ. М. 2005 - 448 с.

### Функционально-ориентированные технологии обработки рабочих поверхностей деталей машин

д.т.н. Суслов А.Г.

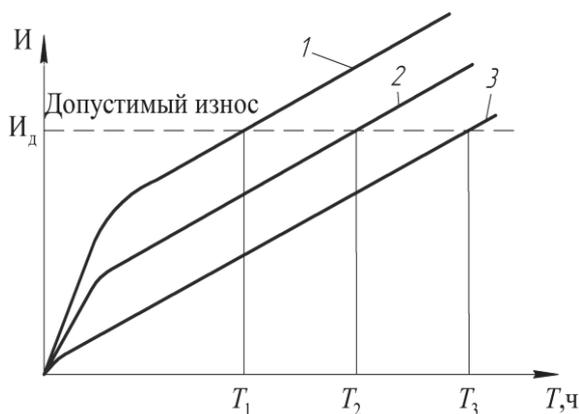
Московский государственный индустриальный университет  
8 (903) 869-70-63, [naukanm@mashin.ru](mailto:naukanm@mashin.ru)

**Аннотация.** В статье изложена методология создания инновационных технологий обработки рабочих поверхностей деталей машин, исходя из их функционального назначения. Приведены примеры этих методов обработки.

**Ключевые слова:** эксплуатационные свойства, качество поверхности, технологическое обеспечение, долговечность

Все разрушения деталей начинаются с их рабочих поверхностей. Поэтому технологии их обработки уделяют особое внимание.

Так как окончательное качество поверхности с учетом явления технологической наследственности формируется при окончательной чистовой обработке, то наибольшее количество инноваций, как правило, приходится на эту финишную обработку.



**Рисунок 1.** Кривые износа поверхности трения различной формы и качества: 1 и 2 – неоптимальная исходная форма и качество; 3 – оптимальная эксплуатационная форма и качество, полученные при окончательной обработке рабочей поверхности трения;  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$  – соответствующие долговечности поверхности трения при допустимом износ  $U_d$



**Рисунок 2.** Структурная схема воздействия различных факторов на заготовку по окончательной обработке рабочей поверхности и при ее эксплуатации детали: 1, 2, 3, 4 – кинематическое, силовое, температурное и химическое воздействие на рабочую поверхность соответственно

Научное совершенствование и создание новых методов обработки ведется с учетом функционального назначения рабочих поверхностей деталей. Например, если рабочая поверхность функционирует в условиях трения и изнашивания то в соответствии с трибологической наукой, окончательный метод обработки должен обеспечить ее оптимальную форму

и качество, которые соответствуют их состоянию после приработки. Это позволяет значительно повысить долговечность рабочих поверхностей трения деталей (рисунок 1).

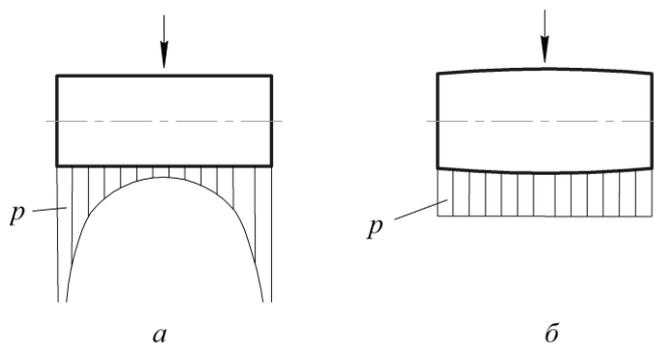
Это можно обеспечить, если условия окончательной обработки детали будут соответствовать или будут близкими к их значениям при эксплуатации (рисунок 2). Совместное рассмотрение процессов окончательной обработки рабочей поверхности трения и ее приработки привело к открытию нового направления – триботехнологии.

Учитывая явление технологической наследственности, этот подход может быть применен и ко всему технологическому процессу изготовления детали. При этом может быть использован энергетический подход.

Одной из основных характеристик, определяющих долговечность деталей, является форма их рабочих поверхностей.

Известно, что давление при эксплуатации цилиндрических роликов распределяется неравномерно и наибольшее значение оно имеет по краям ролика (рисунок 3, а). Если обеспечить такую же неравномерность распределения давления при обработке ролика, то он приобретет форму, обеспечивающую равномерность распределения давления (рисунок 3, б) [1].

Это позволяет обеспечить шлифование роликов бесконечной лентой. В результате такого шлифования ролики приобретают бочкообразную форму, которая при эксплуатации дает почти равномерное распределение давления вдоль образующей ролика. Правильный расчет условий обработки (ширина и натяжение ленты, радиальная сила) позволяет получить форму ролика, обеспечивающую практически равномерное распределение давления вдоль образующей при его эксплуатации. Аналогично обстоит дело и с подшипниками скольжения, но в данном случае неравномерность давления при эксплуатации возникает как вдоль образующей, так и по дуге контакта. Избежать этого можно отделочно-упрочняющей обработкой ППД поверхности трения подшипника при закономерно изменяющемся рабочем давлении.



**Рисунок 3. Распределение рабочих давлений  $p$  вдоль образующей при контакте ролика и поверхности катания: а – при цилиндрической форме; б – при бочкообразной форме**

Если долговечность детали определяется не величиной износа, а изменением формы ее криволинейной поверхности, то технология должна обеспечить ее неизменность при эксплуатации. Это может быть достигнуто за счет закономерного изменения качества рабочей поверхности.

Например, для обеспечения равномерности износа отдельных участков поверхностей трения чашек дифференциала и кулачков распредвалов можно применять электромеханическую обработку (ЭМО) с закономерно изменяющейся силой тока. Это позволяет получить поверхности трения с закономерно изменяющейся степенью упрочнения, обеспечивающей равномерный износ  $U$  при различных давлениях и скоростях [2]:

$$I_{(\varphi)} = 176 + 3,6HV_{\text{исх}} U_{(\varphi)} = 176v - 5,1P;$$

где:  $U(\varphi)$  – степень упрочнения поверхностного слоя;  $HV_{\text{исх}}$  – исходная твердость обрабатываемой заготовки;  $v$  – скорость обработки, м/мин;  $P$  – рабочая сила при ЭМО, Н.

Из полученного уравнения следует, что воздействие на степень упрочнения может быть осуществлено не только через силу тока, но и через скорость и давление, т.е. те же факторы, которые при эксплуатации вызывают различную интенсивность износа. Это еще раз под-

тверждает правильность выдвинутой гипотезы о единстве процессов силового, температурного и другого воздействия на рабочие поверхности, как при их изготовлении, так и при эксплуатации.

Аналогичный подход применим и при ЭМО кулачков, поверхности катания железнодорожных колес и других кривошейных поверхностей трения [3, 4].

Закономерное изменение шероховатости достаточно легко обеспечивается на станках с ЧПУ с запрограммированным изменением режимов обработки.

Широкими возможностями в повышении эксплуатационных свойств рабочих поверхностей деталей обладают отделочно-упрочняющие методы обработки поверхностным пластическим деформированием. Они позволяют за счет варьирования режимов обработки и предшествующего качества поверхности повысить как статическую и усталостную прочность деталей, так и их износостойкость при различных условиях трения (жидкостное, граничное и сухое).

Таким образом, функционально-ориентированные технологии разрабатываются на основе совместного рассмотрения процессов обработки и эксплуатации рабочих поверхностей деталей машин. Это позволяет в значительной мере увеличить долговечность ответственных деталей машин.

### Литература

1. Технологическое обеспечение и повышение эксплуатационных свойств деталей и их соединений / Суслов А.Г., Федоров В.П., Горленко О.А. и др. под общ. ред. А.Г. Суслова: М., Машиностроение, 2006, 448 с.
2. Инженерия поверхности деталей / Колл. авт. под ред. А.Г. Суслова. М.: Машиностроение, 2008, 320 с.
3. Научные основы технологии машиностроения / Суслов А.Г., Дальский А.М.: М.: Машиностроение, 2002, 425 с.
4. Научоёмкие технологии в машиностроении / А.Г. Суслов, Б.М. Базров, В.Ф. Безъязычный и др.; под ред. А.Г. Суслова: М. Машиностроение, 2012, 528 с.

### **Влияние типа многономенклатурного машиностроительного производства на величину непродуктивных потерь времени в технологических и производственных процессах изготовления**

к.т.н. Рябов А.Н.

РГАТУ имени П.А.Соловьева, Рыбинск  
8(4855)222-091, [technology@rsatu.ru](mailto:technology@rsatu.ru)

*Аннотация.* Рассмотрена проблема влияния типа многономенклатурного машиностроительного производства на производительность технологических и производственных процессов. Выполнен анализ структуры формул по расчетному определению продолжительности рабочего цикла, позволяющий учесть технологические и организационные особенности типа производства.

*Ключевые слова:* тип производства, производительность, механическая обработка

Максимальная эффективность работы изготовленной техники обеспечивается при обеспечении требуемого уровня ее специализации, т.е. при эффективном выполнении требований, предъявляемых к машинам в каждом конкретном случае. Подобный подход требует от производителя расширения номенклатуры и типоразмеров выпускаемой машиностроительной продукции, что приводит к выпуску изделий более мелкими партиями и даже штучно.

При попытке учесть требования потребителя производитель вынужден столкнуться с понятием типа производства. Тип производства преимущественно рассматривается как комплексная характеристика технических, организационных и экономических особенностей машиностроительного производства, обусловленная его специализацией, типом и постоян-