

ВЛИЯНИЕ СПОСОБА ЧИСТОВОЙ ОБРАБОТКИ ПОВЕРХНОСТЕЙ ПАР ТРЕНИЯ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИХ ПРИРАБОТКИ

Акулич Я. А.

Брестский государственный технический университет,
г. Брест, Республика Беларусь

Рациональная приработка взаимодействующих поверхностей узлов трения не в последнюю очередь определяет общую долговечность работы изделия. В завершении процесса приработки основные взаимосвязанные характеристики качества поверхностей, такие как микротвердость, чистота поверхностей, шероховатость, структура граничного слоя и ряд других, приобретают величины, соответствующие стабильным условиям изнашивания при эксплуатации. Данные условия определяются материалом пар трения, скоростью и направлением взаимного перемещения, нагрузкой, способом смазывания и взаимодействием поверхностей с используемой смазкой, а так же рядом других факторов.

Установлено, что развитие процесса поверхностного разрушения связаны с характеристиками шероховатостей поверхности, от которой зависят также несущая способность смазочных слоев, формирование сил трения и других эксплуатационных свойств в зоне контакта. Вместе с тем, одним из основных условий окончания процесса приработки можно считать изменение исходной технологической шероховатости поверхностей и образование эксплуатационной шероховатости, зависящей от условий их изнашивания. Полученная шероховатость будет оптимальной для конкретных условий взаимодействия пары трения и обеспечит оптимальный ее износ.

Достаточно важной и ответственной задачей представляется выбор материала исследуемых пар трения. В данном случае такой выбор будет зависеть от конструкции и назначения узла, условий эксплуатации, прочности составляющих деталей, надежности, затрат на изготовление и эксплуатационных расходов.

Испытания проводились с использованием пар трения типа “вал-втулка”. Материалом образцов выступали легированная конструкционная сталь 40Х, с проведением последующей термообработки до HRC 40..45, ГОСТ 4543–71, и оловянистая бронза БрОЦС 5–5–5 ГОСТ 613–79. Такое сочетание материалов антифрикционных пар трения – сталь-бронза можно отнести к одному из оптимальных, вследствие того, что коэффициенты трения скольжения для них не будут иметь высоких значений.

Размеры образцов, подвергнутых испытаниям, были установлены согласно руководству по эксплуатации машины трения 2070 СМТ–1 [1]. Радиус рабочей поверхности образцов составлял $R_{\text{раб.}} = 17,5$ мм.

Для определения трибологических характеристик исследуемых пар трения в процессе приработки, которые бы имели отличную исходную шероховатость, были использованы разные методы механической обработки. Сопрягаемые поверхности образцов имели усредненный параметр шероховатости поверхностей, полученных шлифованием $R_a = 0,27$ и точением $R_a = 1,31$. Наиболее оптимальные показатели шероховатости для испытания пар трения данного типа были определены в соответствии с рекомендациями источника [2].

При проведении трибологических испытаний была реализована прямая пара трения, т. е. соблюдались следующие условия: вращался образец с большей номинальной площадью и большей твердостью исходной структуры материала поверхности, когда как нагрузка прикладывалась через неподвижный образец.

В качестве жидкостной среды, в которой проводились испытания, было использовано масло И-40А, ГОСТ 20799-88, с кинематической вязкостью при 40 °С 51–75 мм²/с. При испытании был реализован режим граничного трения.

В процессе трибологических испытаний регистрировались: момент трения $M_{тр}$, частота вращения образца, температура смазочной среды. Отслеживая динамику изменения температуры жидкостной среды в процессе испытания, представлялось возможным установить момент стабилизации температуры, что является одним из критериев завершения процесса приработки трущихся поверхностей.

Так же были определены трибологические характеристики пар трения в процессе приработки. Параметр шероховатости в процессе эксперимента определялся с помощью профилографа-профилометра модели 296.

Определение линейного износа внешнего образца (втулки) пары трения проводили методом весового износа образцов на основе данных определения массы до и после испытаний. Взвешивание образцов производили на аналитических весах ВЛР-200, 2 класс, ГОСТ 19491–74 с точностью измерения до 0,0001 г. Таким образом, был определен путь трения и линейная интенсивность изнашивания по изменению массы Δm изношенного слоя.

При проведении исследований пар трения в процессе приработки, имеющих отличную исходную шероховатость, полученную разными методами механической обработки, были получены следующие результаты. На рисунке 1 представлены кривые изменения значений среднего арифметического отклонения профиля R_a в процессе приработки пары трения. Из зависимостей видно, что при полученной после обработки чистовым точением характеристике качества поверхности $R_a = 1,31$, в завершении приработки наблюдалось уменьшение среднего арифметического отклонения профиля ($R_a = 0,53$). Вместе с тем, при испытании образцов после шлифования и соответственно имеющих более низкую исходную шероховатость ($R_a = 0,27$), параметр шероховатости при завершении приработки имел значения, превышающие исходные ($R_a = 0,32$). Таким образом, в процессе приработки была получена оптимальная шероховатость для данных условий трения, которая должна обеспечить наиболее приемлемый износ пары трения. Следует отметить, что значение параметра оптимальной шероховатости было как выше, так и ниже исходного, что свидетельствует о влиянии способа обработки поверхностей, на износные характеристики исследуемой пары трения.

Динамика изменения величин коэффициента трения от времени испытания представлены на рисунке 2.

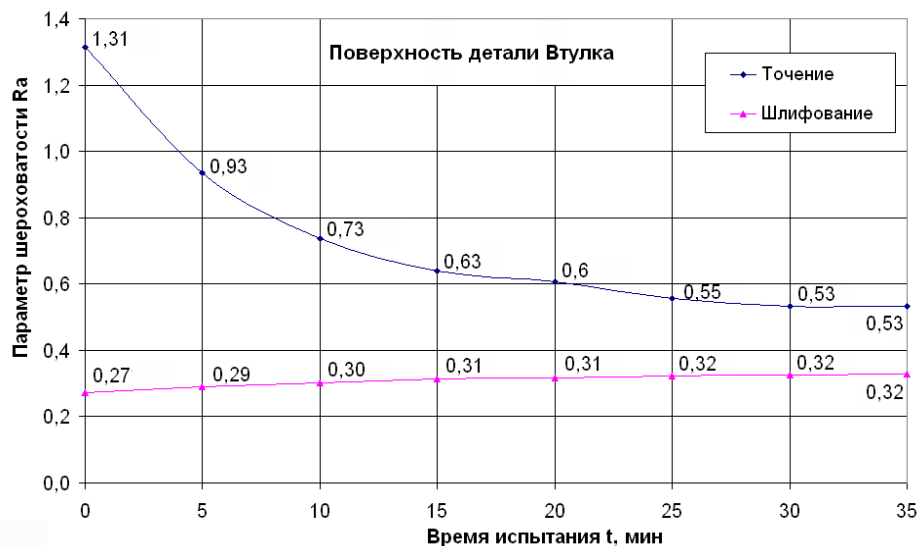


Рисунок 1 – Изменения параметра R_a поверхности детали втулка в процессе приработки

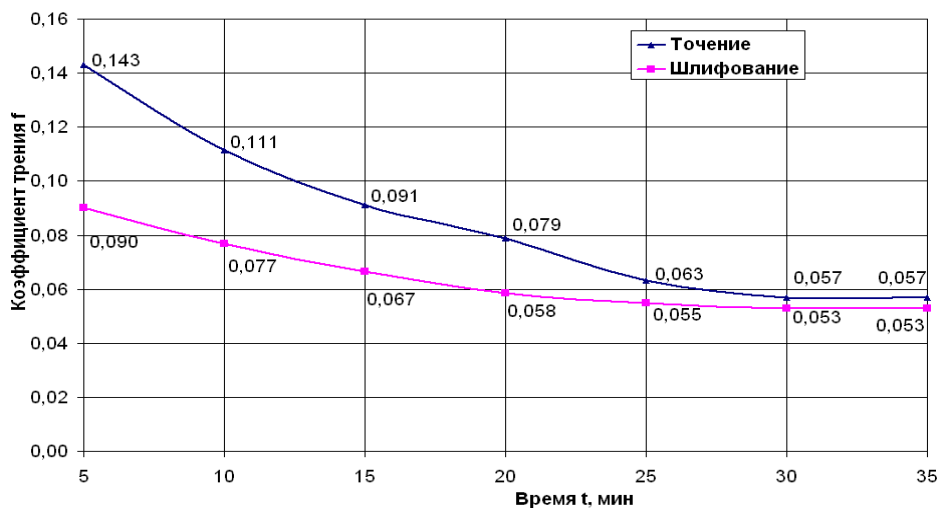


Рисунок 2 – Зависимость коэффициента трения от времени испытания пар трения

Как видно из приведенных зависимостей, через 25–30 минут после начала испытаний наблюдались стабильные значения коэффициента трения, что говорит о переходе исследуемой пары трения в равновесное динамическое состояние.

Следует отметить, что процесс приработки поверхностей пар трения, обработанных шлифованием, проходит быстрее. Отметим так же полученные более низкие значения коэффициента трения и температуры среды для данной пары трения. Очевидно, что время приработки, сопровождаемое интенсивным изнашиванием сопряженных поверхностей будет зависеть от того, насколько исходные параметры шероховатости будут близки к эксплуатационным, что обуславливает технологическое обеспечение оптимальных параметров качества взаимодействующих поверхностей пар трения на стадии изготовления.

Результаты испытаний пар трения на износ и расчета интенсивности изнашивания приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Расчет значений интенсивности изнашивания пары трения

Время испытания t, мин.	Путь трения L, м	Величина суммарного износа, для поверхностей		Интенсивность изнашивания	
		точение $\Sigma\Delta m$, г	шлифование $\Sigma\Delta m$, г	точение, I_h	шлифование, I_h
15	900	0,0049	0,0032	$28,020 \cdot 10^{-11}$	$20,686 \cdot 10^{-11}$
30	1800	0,0067	0,0038	$19,157 \cdot 10^{-11}$	$12,282 \cdot 10^{-11}$
180	10800	0,0069	0,0039	$3,288 \cdot 10^{-11}$	$2,101 \cdot 10^{-11}$
360	21600	0,0073	0,0041	$1,739 \cdot 10^{-11}$	$1,104 \cdot 10^{-11}$
540	32400	0,0077	0,0042	$1,223 \cdot 10^{-11}$	$0,754 \cdot 10^{-11}$
720	43200	0,0080	0,0043	$0,9531 \cdot 10^{-11}$	$0,579 \cdot 10^{-11}$

Диаграмма на рисунке 3 свидетельствует о том, что интенсивность изнашивания в первые минуты приработки (путь трения от 0 до 0,9 км) значительно превышает последующие значения изнашивания. Однако, при значении пути трения $L = 10,8$ км, уже можно наблюдать стабилизацию величины интенсивности изнашивания как для поверхностей, полученных точением, так и шлифованием.

Очевидно, что интенсивность изнашивания пар трения в процессе приработки имеет значительно более высокие показатели, чем в процессе их стабильной работы. При этом на диаграмме видно, что интенсивность изнашивания пары трения с поверхностями трения, полученными шлифованием ($R_a = 0,65$) имеет несколько меньший показатель в процессе приработки. Вместе с тем, по достижении оптимальной шероховатости поверхности, показатели интенсивности изнашивания поверхностей, полученных разными способами обработки, имеют близкие значения.

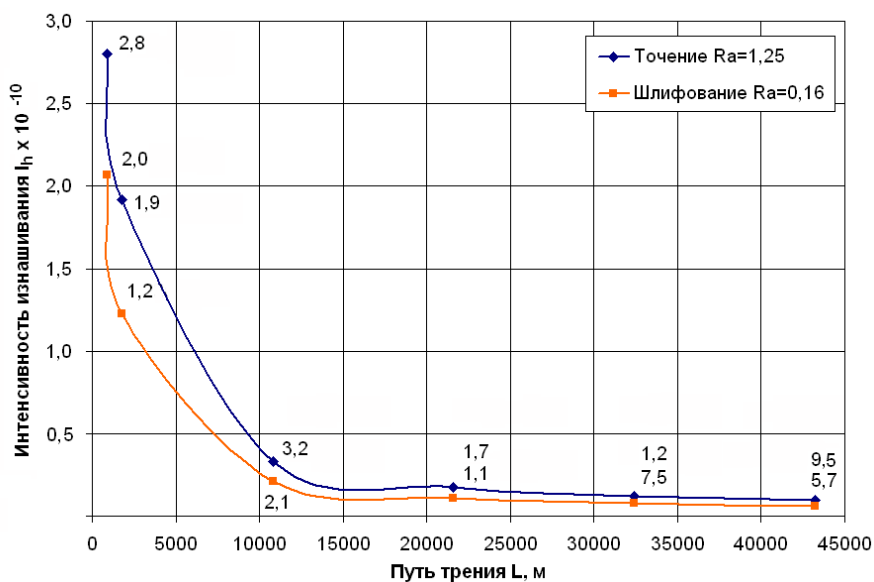


Рисунок 3 – Зависимость интенсивности износа от пути трения пар в процессе приработки (нагрузка $P = 1000$ Н, скорости скольжения $V = 1,0$ м/с).

Таким образом, длительность приработки поверхностей пары трения будет зависеть от того, насколько исходная шероховатость и другие параметры качества поверхности будут близки к эксплуатационным параметрам, сложившимся

после завершения приработки. Вместе с тем долговечность последующей эксплуатации пары трения связана с интенсивностью изнашивания в процессе приработки и тем самым с ее длительностью, что говорит о целесообразности уже на стадии изготовления технологически обеспечивать оптимальные параметры качества поверхностного слоя.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Машина для испытания материалов на трение и износ 2070 СМТ-1 / Техническое описание и инструкция по эксплуатации 2.779.013-01 ТО – М.: МЗИО, 1981. – 69 с.
2. Суслов, А. Г. Качество поверхностного слоя деталей машин / А. Г. Суслов – М. : Машиностроение, 2000. – 320 с.

УДК 539.3

МЕТОДИКА И АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ НАТУРНЫХ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ВИБРОЗАЩИТЫ ВЕРХНЕГО СТРОЕНИЯ ПУТИ МЕТРОПОЛИТЕНА НЕГЛУБОКОГО ЗАЛОЖЕНИЯ ВИБРОИЗЛЯЦИОННЫМИ БЛОКАМИ EBS

Василевич Ю. В.¹, Неумержицкая Е. Ю.², Чигарев В. А.¹, Власов Ф. В.¹

1) Белорусский национальный технический университет,

г. Минск, Республика Беларусь

2) Академия последиplomного образования,

г. Минск, Республика Беларусь

Проблема защиты зданий и сооружений от вибрации, передающейся через грунт, возникла с момента строительства метрополитена неглубокого заложения. Строительство открытым способом сложных инженерных сооружений таких, как станции метрополитена, а также прокладка тоннелей мелкого заложения, позволили снизить стоимость и сократить сроки строительства. Однако вибрации, возникающие в зданиях, расположенных в технической зоне метрополитена, как правило, превышают нормативный уровень.

В случае, если уровень вибрации в здании превышают нормативные величины, снижение вибрации возможно за счет применения одного или группы виброзащитных мероприятий. По общепринятой классификации к числу упомянутых мероприятий следует отнести:

- применение виброзащитных устройств, снижающий передачу динамических нагрузок на колесные пары и верхнее строение пути (ВСП);
- применение амортизирующих конструкций в верхнем и нижнем строении пути и др.

Настоящая работа посвящена исследованию эффективности виброзащиты ВСП рельсовыми блочными опорами системы EBS.

Экспериментальный участок на виброизолированных рельсовых опорных блоках системы EBS, протяженностью 125 м, изготовлен на первой линии Минского метрополитена.