

является положительным примером использования метода материального баланса для качественной оценки достоверности информации об объемах закачиваемой в залежи воды. В качестве рекомендации при анализе графиков разработки залежей нефти следует обращать внимание на дисбаланс «закачка–отбор», чтобы найти правильное тому объяснение.

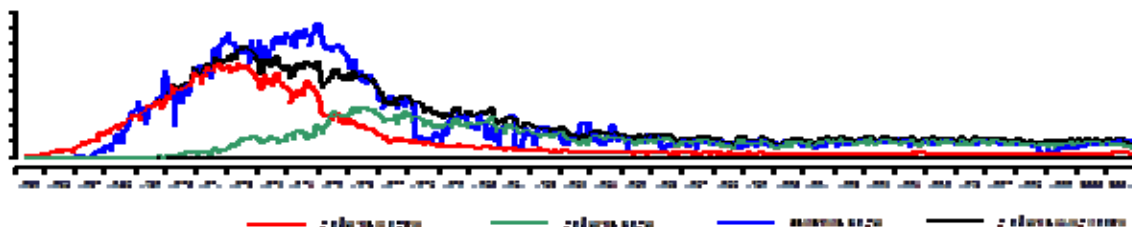


Рис. 2. Показатели разработки семилюкской залежи Речицкого месторождения

Таким образом, можно утверждать, что основные задачи геолого-промыслового анализа разработки нефтяных залежей должны находиться не в области формальной оценки состояния выработки числящихся балансовых запасов, а в плане оценки достоверности величины этих запасов, а также соответствия сложившихся системы разработки и механизма воздействия на пласты. Представления о величине реальных запасов формируются в процессе этого анализа.

Литература

1. Муляк, В. В. Практические последствия закачки избыточных объемов воды при заводнении нефтяных залежей / В. В. Муляк, В. М. Салажев, А. А. Бохан / XV Губкинские чтения. Нефтегазовая геологическая наука – XXI век : тез. докл. – М., 2004.
2. Чоловский, И. П. Промыслово-геологический контроль разработки месторождений углеводородов / И. П. Чоловский, Ю. И. Брагин. – М. : Нефть и газ, 2002.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТЕЙ ТРЕНИЯ С УЧЕТОМ РЕЖИМА ПРИРАБОТКИ

А. Д. Дещеня

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель Г. С. Кульгейко

Реальные поверхности, полученные методами механической и физико-технической обработки, характеризуются чередой выступов и впадин разной высоты, расстояния и формы, образующих неровности поверхности. Совокупность микронеровностей с относительно малыми шаговыми параметрами рассматриваются и нормируются как шероховатость поверхности. Шероховатость является одной из основных геометрических характеристик поверхности, определяющих ее эксплуатационные показатели и играющих большую роль в соединениях деталей. В подвижных соединениях деталей шероховатость в значительной степени влияет на трение и износ сопрягаемых поверхностей [1].

При недостаточно гладких трущихся поверхностях, т. е. при большой шероховатости, соприкосновения между ними происходят в отдельных точках, что значительно увеличивает удельное давление. Вследствие этого смазка выдавливается

из зоны контакта, нарушается непрерывность масляной пленки и создаются условия для полусухого и даже сухого трения. А в условиях работы современных быстроходных и точных сопряжений деталей машин особенно важно обеспечить при малых зазорах жидкостное трение при тонких масляных пленках.

Слишком высокие требования к шероховатости поверхности, т. е. чрезмерное уменьшение параметров микронеровностей, кроме значительного увеличения затрат на обработку, могут привести к ухудшению эксплуатационных показателей работы сопряжения. Так, в узлах скольжения при слишком гладких сопрягаемых поверхностях может возникнуть явление «схватывания», при котором частицы металла отрываются от трущихся поверхностей, попадают в контактную зону и ускоряют износ. Оптимальная исходная шероховатость таких поверхностей должна быть близкой к получающейся в процессе приработки [2], [3].

В процессе эксплуатации состояние поверхностного слоя непрерывно меняется, что проявляется в изменении физико-механических свойств и микрогеометрии поверхности, ее шероховатости. В начальный период контакт поверхностей в паре трения происходит по вершинам неровностей. В местах контакта происходит интенсивное начальное изнашивание и в зависимости от условий трения происходит как уменьшение, так и увеличение шероховатости сопрягаемых поверхностей. Формируется некоторая оптимальная для конкретной пары трения шероховатость. Параметры такой эквивалентной шероховатости образуются на основании параметров шероховатости обеих поверхностей [3].

Один из элементов пары трения обычно по своим физико-механическим свойствам отличается от другого, их рабочие поверхности могут быть получены с применением различных методов механической и термической обработки. Так как поверхности имеют различные характеристики, то при контакте микронеровности более жесткого элемента будут внедряться в поверхность менее жесткого. Если в начальный период приработки наблюдаются пластические деформации, то постепенно пластические деформации трансформируются в упругие. В результате заданная технологическая шероховатость преобразуется в установившуюся эксплуатационную шероховатость поверхностей, т. е. формируется новая микрогеометрия трущихся деталей сопряжения. При одинаковых условиях изнашивания (материалы, режимы работы, смазка и др.) после приработки устанавливается примерно одинаковая, оптимальная с точки зрения износа шероховатость, не зависящая от первоначально полученной при механической обработке.

При назначении параметров первоначальной шероховатости поверхностей учитывается возможность их достижения рациональными методами обработки. С технологической и экономической точки зрения отделочную обработку отверстия выполнить труднее, чем вала. Поэтому это часто принимается во внимание при назначении шероховатости: первоначальная шероховатость у отверстия несколько больше, чем шероховатость поверхности вала [4].

В стандартах ЕСКД рекомендуемые посадки с зазором при размерах от 1 до 500 мм для точных и высокоточных (прецизионных) сопряжений предусматривают точность отверстий (5–9 квалитет), на одну ступень грубее вала (4–8 квалитет). Объясняется это возможностью получения экономически достижимых допусков при соответствующих методах обработки внутренних и наружных поверхностей вращения. Соответственно, при определении шероховатости большие ее значения назначаются для отверстий, меньшие – для валов. Аналогичные соотношения значений шероховатости отмечаются, например, в [1], [4] и другой справочной литературе в примерах нормирования микронеровностей для различных соединений в зависимости от характеристики поверхности.

Рекомендуемые значения параметров шероховатости могут быть рассчитаны по теоретическим или эмпирическим уравнениям связи показателей эксплуатационных свойств деталей машин с характеристиками качества поверхностей. Технологическое обеспечение шероховатости базируется в основном на эксплуатационном изучении таких связей. Чем ближе технологическая шероховатость к микронеровностям, образующимся после приработки, тем выше износостойкость и меньше период приработки трущихся поверхностей [2], [3], [5]. Часто рекомендуется назначать значения параметров шероховатости несколько выше, чем оптимальные (рис. 1). Это способствует уменьшению затрат на обработку при незначительном увеличении начального износа и времени приработки.

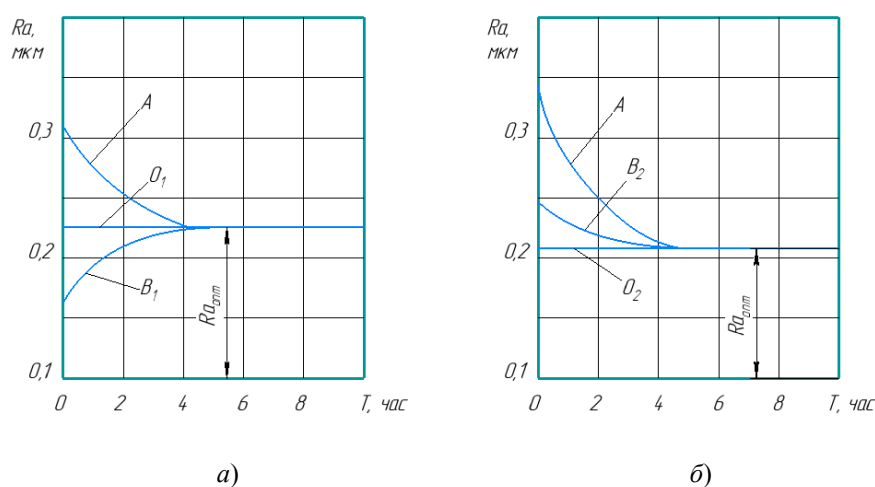


Рис. 1. Изменение шероховатости трущихся пар при различной исходной шероховатости:

A – шероховатость больше оптимальной (отверстие);
 B_1 – шероховатость меньше оптимальной (вал); B_2 – шероховатость больше оптимальной (вал); O_1 и O_2 – оптимальная шероховатость

На рис. 1 показано изменение шероховатости поверхности в процессе приработки. Исходная технологическая шероховатость A_1 , B_1 и B_2 трансформируется в эксплуатационную O_1 и O_2 . Процесс приработки, в основе которого лежат сложные механические, физические и химические процессы, во многом определяет общую износостойкость деталей. К концу этого процесса основные эксплуатационные характеристики поверхности, в том числе шероховатость, приобретают оптимальные значения, соответствующие конкретным условиям работы. Такие характеристики поверхности в период нормального износа самоподдерживаются, т. е. воспроизводятся до начала ускоренного износа [6]. Экспериментальные исследования указанной работы показали, что грубые исходные поверхности прирабатываются быстрее, т. е. интенсивно уменьшают шероховатость в первые часы работы, а более гладкие поверхности – медленнее.

О существовании оптимума шероховатости поверхности, обеспечивающего минимальное изнашивание и максимальную долговечность деталей, свидетельствуют экспериментальные данные работы [6]. Исследовалось влияние микрогеометрии деталей подшипников качения на их долговечность. Снижение шероховатости поверхности желобов колец шарикоподшипников в пределах от $Ra\ 0,32$ до $Ra\ 0,04$ приводит к повышению долговечности подшипников почти в 2 раза. Оптимальная долговечность обеспе-

чивается при Ra 0,08. Дальнейшее уменьшение шероховатости почти не влияет на изменение долговечности. Долговечность роликоподшипников повышается более чем в 3 раза при уменьшении шероховатости деталей с Ra 0,63 до Ra 0,32. Однако после достижения шероховатости Ra 0,16 долговечность почти не возрастает.

По данным работы [6], если оптимальную для данных условий трения высоту микронеровностей получается создать в процессе механической обработки (технологическая шероховатость), то в процессе износа она не изменяется (эксплуатационная шероховатость). При этом время приработки и износ оказываются наименьшими. Величина установившейся эксплуатационной шероховатости будет соответствовать минимальным значениям силы трения. Принимая во внимание равновесную шероховатость, соответствующую минимальной величине сил трения и интенсивности изнашивания, можно создать такую шероховатость, при которой практически исключается приработка поверхностей на микроуровне. Обеспечение таких условий может в несколько раз повысить износостойкость и долговечность типовых узлов трения [3].

Таким образом, при выборе значений параметров шероховатости необходимо учитывать как технологический, так и эксплуатационный аспект обеспечения микрогеометрии поверхности. Это позволит существенно уменьшить период приработки узлов трения, повысить их долговечность и снизить затраты на изготовление прецизионных деталей машин.

Литература

1. Палей, М. А. Допуски и посадки : справочник / М. А. Палей, А. Б. Романов, В. А. Брагинский. – СПб. : Политехника, 2011. – 530 с.
2. Крагельский, И. В. Основы расчетов на трение и износ / И. В. Крагельский, М. Н. Добычин, В. С. Комбалов. – М. : Машиностроение, 1977. – 526 с.
3. Крагельский, И. В. Узлы трения машин : справочник / И. В. Крагельский, Н. М. Михин. – М. : Машиностроение, 1984. – 280 с.
4. Гжиров, Р. И. Краткий справочник конструктора : справочник / Р. И. Гжиров. – Л. : Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1984. – 464 с.
5. Блюменштейн, В. Ю. Научные основы технологии машиностроения / В. Ю. Блюменштейн. – Кемерово : КузГТУ, 2011.
6. Ящерицын, П. И. Технологическая наследственность в машиностроении / П. И. Ящерицын, Э. В. Рыжов, В. И. Аверченков. – Минск : Наука, 1977. – 256 с.

ИННОВАЦИИ В РАСЧЕТЕ ПОДЪЕМНО-НАВЕСНОГО УСТРОЙСТВА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ТРАКТОРА

Г. Г. Кудренко

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель В. Б. Попов

Подъемно-навесное устройство (механизм навески) служит для присоединения к трактору навесных, полунавесных и прицепных сельскохозяйственных машин, регулировки рабочего положения, подъема в транспортное и опускание в рабочее положение навесных и полунавесных машин (рис. 1). При использовании трехточечной системы механизма навески к трем точкам – двум шарнирам нижних тяг и шарниру верхней тяги – обычно присоединяется автоматическая сцепка, которая затем сцепляется с замком на машине или непосредственно к шарнирам тяг механизма навески – для сельскохозяйственных машин, которые не оборудованы замком.