

Передаточные числа u_{12} и u_{32} определяются исходя из известной формулы Виллиса для планетарных передач. В правой части этой формулы роль чисел зубьев выполняют числа периодов на кулачках передачи: $Z_1=1$ (однопериодная синусоида – эллипс) и Z_3 .

Для решения системы шести дифференциальных уравнений (13)-(18) необходимо задание начальных условий: ω_{10} , ω_{20} , ω_{40} , M_{y10} , M_{y20} , M_{y30} и времени интегрирования. И если начальные угловые скорости можно принять равными нулю: $\omega_{10}=0$, $\omega_{20}=0$, $\omega_{40}=0$, то моменты находятся во взаимосвязи и их значение необходимо находить из условий статического равновесия системы:

$$M_{y10} = M_{B1}, \quad M_{y20} = M_{B1}u_{12}, \quad M_{y3} = M_{B1}u_{13}. \quad (20)$$

Особо следует рассматривать вопрос об определении коэффициентов жесткости упругих элементов и коэффициентов диссипации. Коэффициенты c_1 и μ_1 характеризуют упругие и диссипативные свойства контакта внутреннего кулачка и тел качения, коэффициенты c_2 и μ_2 характеризуют упругие и диссипативные свойства контакта пазов вала с пазами и тел качения, а коэффициенты c_3 и μ_3 характеризуют упругие и диссипативные свойства контакта рабочих поверхностей наружного кулачка и тел качения, и все они являются, по сути, приведенными коэффициентами. Так как соединение элементов во всех случаях последовательное, то возможно воспользоваться следующим выражением:

$$c_i(\mu_i) = \sum_{j=1}^i c_{ij}(\mu_{ij}) \quad (21)$$

где i – номер звена, контактирующего с системой тел качения; j – номер тела качения, $j = 1 \dots t$. В программе динамического анализа MSC ADAMS® 2003, например, по умолчанию устанавливаются следующие параметры контакта стальных деталей: $c=10$ Н/мм, $\mu=10$ Нс/мм.

Выводы. Система тел качения в планетарной шариковой передаче в любой момент времени может рассматриваться как единое тело, совершающее вращательное движение и имеющее постоянный осевой и полярный (относительно центра масс) момент инерции.

Разработана математическая модель передачи, позволяющая анализировать переходные процессы при работе редуцирующих узлов. Данная математическая модель может быть применена не только для планетарных шариковых передач, но и для планетарных передач других типов, в том числе и зубчатых. Методика динамического анализа автоматизирована с помощью ЭВМ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лустенков М.Е. Шариковые планетарные передачи для средств малой механизации // Вестник машиностроения. – 2004. - №6. – С.15-17.
2. Игнатищев Р.М. Синусошариковые редукторы.- Мн.: Выш. шк., 1983. - 107 с.: ил.
3. Лустенков М.Е. Планетарные шариковые передачи цилиндрического типа: монография / М.Е. Лустенков, Д.М. Макаревич. – Могилев: Бел.-Рос. ун-т, 2005. – 123 с.: ил.
4. Тарасик В.П. Математическое моделирование технических систем: Учебник для вузов. – Мн.: ДизайнПРО, 2004. – 640 с.: ил.

Бурейко В.В.

ИЗМЕНЕНИЕ УСТАЛОСТНОЙ ПРОЧНОСТИ ТИТАНА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ДЕФОРМАЦИИ

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

Во время пластического деформирования процесс упрочнения и динамического старения металла, в основном связан с блокированием дислокаций примесными атомами или их атмосферами. Имеется предположение, что в местах максимальных сдвигов или других зонах

деформированного металла, возможно, образование некогерентных выделений в виде мелко-дисперсных частиц, которые можно наблюдать в электронном микроскопе. Предварительно деформируя титан в условиях схем напряженного состояния (растяжения, кручения и сжатия), можно получить неодинаковый эффект изменения сдвигающего напряжения с ростом степени деформации. При этом в каждом отдельном случае необходимо соблюдать условие первоначальной изотропности материала по структуре и механическим свойствам, иначе этот фактор неизбежно будет вносить соизмеримые погрешности в ожидаемые результаты дальнейших испытаний на усталостную прочность титана.

Деформация некоторых сплавов и чистых металлов при определенных температурно-скоростных условиях происходит с выделением мелкодисперсных частичек добавок или примесей, находящихся в состоянии твердых растворов с основной фазой. Выделяясь преимущественно в местах наибольших сдвигов, эти частички могут влиять на процесс пластического течения, вызывать аномальное изменение показателей прочности, пластичности и усталостной прочности. (1)

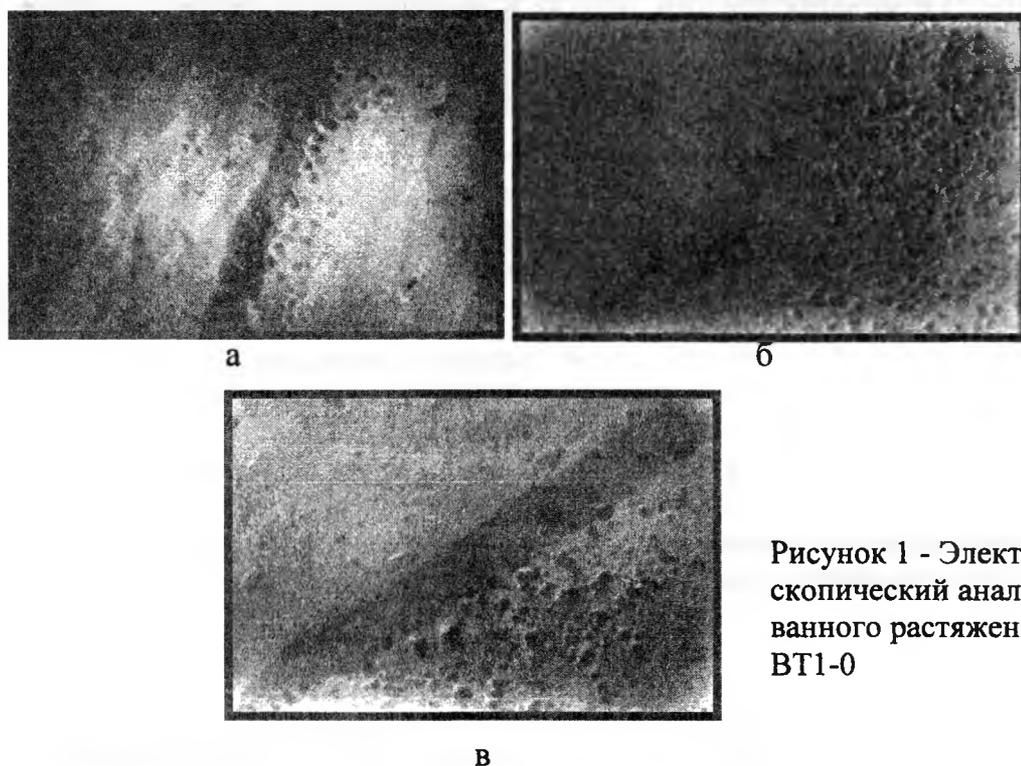


Рисунок 1 - Электронномикроскопический анализ деформированного растяжением титана VT1-0

Выделившиеся частички примесей и добавок определенным образом оказывают влияние на движение дислокаций, а также на величину общего сдвигающего напряжения или истинного сопротивления течению. Сопротивление движению дислокаций, в первую очередь, зависит от характеристик основного материала и примесей, в частности, от их модулей сдвига. (2) Однако, величина сдвигающего напряжения определяется не только указанными параметрами. Поскольку согласно современным представлениям необратимая деформация кристаллических тел осуществляется за счет последовательного движения дефектов решетки по определенным кристаллографическим плоскостям, то величина напряжения, заставляющего двигаться тот или иной дефект, будет также зависеть от энергетической характеристики дислокации и степени совершенства кристаллической решетки основного материала.

В технически чистом титане и в ряде других деформационно- стареющих металлов и сплавов после соответствующей обработки примеси других элементов находятся в растворенном состоянии и выпадают в виде дисперсных фаз во время пластической деформации. Обычно это выпадение происходит в местах наибольшего сдвига, по плоскостям скольжения, где происходит зарождение и движение дислокаций. Двигаясь в плоскости скольжения, дислокация встречает выделившиеся частицы и обволакивает их неподвижными дислокациями, в результате чего повышается сопротивление деформации, и металл упрочняется.

Выделения и твердого раствора α -титана дисперсных фаз различных примесей происходит в довольно широком температурном интервале (20-400°C). Безусловно, этот процесс в значительной степени зависит от содержания примесей в твердом растворе, в частности от содержания таких элементов, как азот и углерод.

Электронномикроскопический анализ деформированного растяжением титана BT1-0 при комнатной температуре (рис. 1а), подтверждает протекание физико-химического процесса выделения фаз примесей из твердого раствора.

Повышение температуры до 100°C при растяжении титана BT1-0 стимулирует реакции динамического деформационного старения. Просмотр угольных реплик в электронном микроскопе показал, что наряду с большим количеством зерен свободных от частиц или имеющих весьма незначительное число частиц, имеются зерна, где концентрация частиц фаз примесей увеличилась (рис. 1б, 1в).

В случае деформации сжатием при комнатной температуре в структуре титана увеличивается количество двойников. Процесс двойникования в значительной степени зависит от схемы напряженного состояния. Наиболее благоприятной схемой образования двойников является сжатие. Именно для этой схемы напряженного состояния деформированная структура титана и ряда других металлов содержит наибольшее число двойниковых образований.

Механизм двойникования у некоторых металлов может играть решающую роль в процессах пластического течения, влияя на сопротивление деформации, пластические, прочностные и усталостные свойства испытываемого металла.

ЛИТЕРАТУРА:

1. А.Х. Котрелл. Сб. Структура металлов и их свойства. М. 1984. 2. В.С. Иванова. Усталость и прочность металлических материалов. М. 1988.

УДК 621.793

Спиридонов Н.В., Соколов И.О., Коробейников В.В., Пилецкая Л.И.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАКСИМАЛЬНОЙ УДЕЛЬНОЙ НАГРУЗКИ В ПАРЕ «ОПОРНАЯ ПОВЕРХНОСТЬ ВАЛА – ВТУЛКА ПОДШИПНИКА»

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

Рассмотрим сопряженную пару «опорная поверхность вала – втулка подшипника».

Для исследования кинетики изнашивания рассматриваемой трибопары необходимо оценить начальную удельную нагрузку $p_0(\alpha)$ и установить закон его перераспределения при изнашивании.

Данную задачу можно решить как плоскую задачу теории упругости [1]. При расчете принимаем форму опорной поверхности вала 1 и втулки подшипника (далее втулка) 2 круговой. Между валом и втулкой имеет место радиальный зазор $\delta=R_2-R_1$ (рисунок 1). В начальный момент времени радиальный зазор можно принять равным нулю, т.к. она устанавливается на вал с натягом. В процессе эксплуатации, вследствие износа, зазор между валом и втулкой увеличивается.

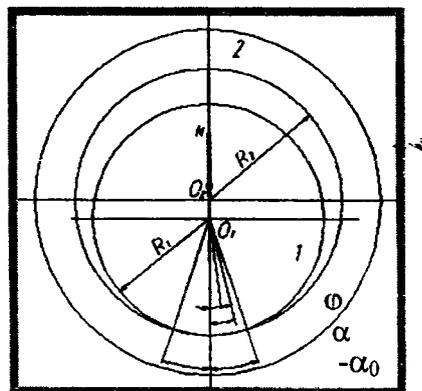


Рисунок 1 – Расчетная схема опоры

Уравнение задачи для рассматриваемого случая имеет