

**А. С. Захарченко** (Москва, ВУНЦ ВВС ВВА). **Модель роста пленки карбидов в трубах при движении внутри них тел с оплавающимся пластмассовым уплотнителем.**

Рассматривается процесс нарастания пленки карбидов внутри цилиндрической трубы с нарезной частью при периодическом прохождении внутри нее тел с пластмассовым уплотнителем (ПУ) под действием силы давления нагретого газа.

В результате нагрева происходит оплавление пластмассового уплотнителя и осаждение пленки карбидов на стенках трубы. Для расчета толщины пленки  $h_{крб}(x, t)$  предложена следующая модель.

На основе моделей внутренней баллистики [1] и модели трения с оплавлением [2] определяется мгновенное количество материала ПУ  $m_{п}$ , которое будет участвовать в химической реакции:  $m_{п} = l\rho_{п}n(t)b(t)$ , где  $l$  — длина скользящего элемента ведущего пояса ПУ,  $\rho_{п}$  — плотность расплавленного материала пояса,  $b(t)$  — ширина дна нареза, переменная во времени,  $n(t)$  — мгновенная толщина расплавленного слоя ведущего пояса [1], определяемая по формуле  $n(t) = \dot{S}l/V_{сн\ отн}$ ,  $V_{сн\ отн}$  — скорость движения тела относительно трубы,  $\dot{S}$  — скорость оплавления материала ПУ [1], которая принимается равной

$$\dot{S} = \frac{q(t) - 0,273c_{п}\rho_{п}(T_{пл. вп} - T_0)\sqrt{\alpha_{п}/f_{т}}}{0,727c_{п}\rho_{п}(T_{пл. вп} - T_0) + r_{п}\rho_{п}}.$$

Здесь  $q = q_{тр} + q_{ств}$  есть суммарный тепловой поток, поступающий в выступ пояса,  $q_{тр} = \alpha_{тп}fP_{бг}V_{сн\ отн}$  есть тепловой поток от нагрева при трении,  $\alpha_{тп}$  — коэффициент распределения теплового потока при трении,  $f$  — коэффициент трения пояса при скольжении по нарезам,  $P_{бг}$  — давление от рабочей грани нареза на ведущий выступ,  $c_{п}$  — теплоемкость расплавленного материала пояса,  $\rho_{п}$  — плотность расплавленного материала пояса,  $r_{п}$  — удельная теплота плавления материала пояса,  $T_{пл. вп}$  — температура плавления ПУ,  $T_0$  — начальная температура ПУ,  $q_{ств} = \alpha_{ст}(T_{ст} - T_{вп})$  есть тепловой поток от нагретой трубы в ведущий поясок,  $T_{ст}$  — температура поверхности трубы.

Далее, основываясь на результатах экспериментов, предполагается, что в единицу времени из всей массы расплавленного материала пояса на образование карбидов идет масса углерода, пропорциональная коксовому числу данного материала [3]. Толщина образовавшейся карбидной пленки определяется из следующего выражения:  $h_{крб} = k_{кокс}m_{п}/(\rho_{п}l(t_n(t) + b(t)))$ , где  $t_n(t)$  — глубина нареза, переменная во времени. Коксовое число  $k_{кокс}$  определяется по результатам эксперимента.

Предложенная модель роста пленки карбидов, как показали результаты численных расчетов, хорошо согласуется с данными экспериментов.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Балажин В. А. Трение и износ при высоких скоростях скольжения. Москва, 1960.
2. Серебряков М. Е. Внутренняя баллистика ствольных систем и пороховых ракет. Москва, 1962.
3. Самсонов Г. В., Упадлая Г. Ш., Нештор В. С. Физическое материаловедение карбидов. Киев, 1974.