УТОЧНЕННОЕ УРАВНЕНИЕ ДЛЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ДАВЛЕНИЯ ПРИ ТУРБУЛЕНТНОМ ТЕЧЕНИИ СМАЗКИ В ЩЕЛЯХ

Белоусов А.И., Ржевский В.П., (г.Куйбышев)

Режим течения смазки, разделяющей поверхности деталей, находящихся в относительном движении, часто становится турбулентным. В этом случае для расчета распределения давления в зонах, занятых смазкой, многие авторы пользуются уравнением, полученным В.Н.Константинеску. Однако это уравнение не применимо для больших градиентов давлений в направлении оси гидростатических подшипников, щелевых уплотнений и т.д.

На основании уравнений Рейнольдса для турбулентного потока и гипотезы Прандтля относительно касательных напряжений задача о распределении давлений в щелях была решена в более корректной постановке. После приведения исходных уравнений к безразмерному виду и интегрирования по высоте щели δ были получены зависимости для соотношений между относительными величинами среднерасходных скоростей $U_{ср}$, $W_{ср}$ и безразмерными параметрами $A=\varkappa^2 Re_V$, $B_x=-\frac{\delta^2}{\mu}\frac{\partial p}{\partial x}$, $B_z=-\frac{\delta^2}{\mu}\frac{\partial p}{\partial z}$, характеризующими соответственно число Рейнольдса и перепады давления в направлении осей x и z. При этом распределение скоростей в пограничных слоях принималось линейным, а длина пути перемешивания в виде $l=\varkappa\frac{y}{\delta}(\delta-y)$, где K = 0,2 - 0,3.

Точные соотношения между безразмерными скоростями и параметрами A, B_x и B_z с погрешностью не более 3% были аппроксимированы выражениями

$$B_x=(12+0{,}55A^{0{,}7})(\bar{u}_{ср}-0{,}5)=k_x(A)(\bar{u}_{ср}-0{,}5)\ ;\ B_z=2A^{0{,}55}W_{ср}^{1{,}5}=k_z(A)W_{ср}^{1{,}5}.$$

Определив из последних зависимостей скорости U и W подставив их в уравнение неразрывности, получим уточненное уравнение для распределения давления, которое в общепринятых обозначениях имеет вид

$$\frac{\partial}{\partial x}\left[\frac{\delta^3}{k_x(A)}\frac{\partial p}{\partial x}\right]+\left(\operatorname{sign}\frac{\partial p}{\partial x}\right)\frac{\partial}{\partial z}\left[\frac{\delta^3}{k_z(A)}V\left(\frac{\varrho^2}{\mu}\right)^{1/3}\left(\frac{\partial p}{\partial z}\right)^{2/3}\right]=\frac{1}{2}\mu V\frac{\partial\delta}{\partial x}+\mu\frac{\partial\delta}{\partial t}.$$

Полученное уравнение может быть использовано при решении различных задач контактно-гидродинамической теории смазки.