

Рис. 2. Деформации пальца

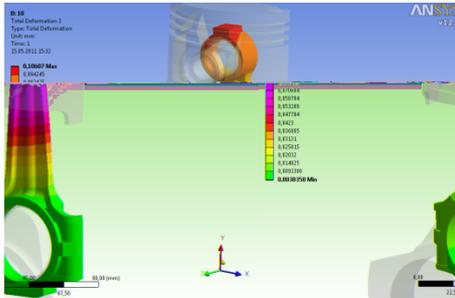


Рис. 3. Деформации шатуна

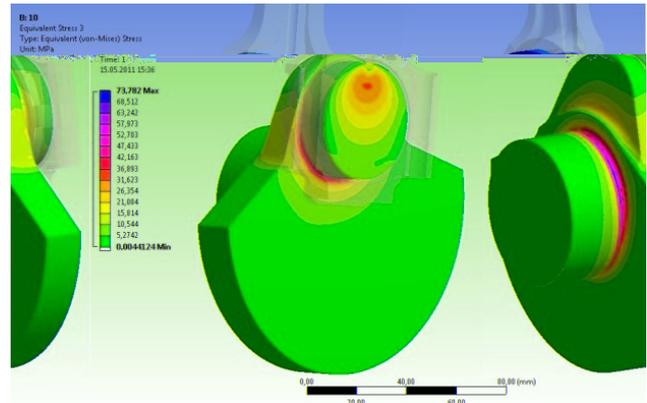


Рис. 4. Напряжения коленчатого вала

В результате работы были получены поля распределения напряжений, деформации и запасы прочности поршня (рис. 1), поршневого пальца (рис. 2), шатуна (рис.3), коленчатого вала (рис.4).

УДК 621.762.8

ОБ ОСОБЕННОСТЯХ ГИДРОДИНАМИКИ ТОНКОСТЕННЫХ ПОРИСТЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ МАТЕРИАЛА МР

Жижкин А.М.

Самарский государственный аэрокосмический университет

ABOUT FEATURES OF HYDRODYNAMICS OF THE THIN-WALLED POROUS PRODUCTS FROM MATERIAL MP

Zhizhkin A.M. Results of research of feature of hydrodynamics of a current in thin-walled products from material MP of cylindrical and flat forms are stated.

На процессы массообмена в пористом изделии оказывают влияние в значительной мере размеры пор, их распределение по размерам, которое дает полное представление о числе пор каждого размера и диапазоне их изменения в материале.

В качестве объекта исследования, использованы цилиндрические и пластинчатые конструкции из материала МР.

Гидравлические потери в пористых конструкциях определяются физическими свойствами рабочего тела, кинематическими характеристиками потока и особенностями внутреннего строения пористой структуры, которые могут быть представлены в виде выражения

$$\Delta p / L = f(V_x, D_x, \rho, \mu),$$

где $\Delta p = p_1 - p_2$ - перепад давления на входе и выходе, L – длина пористого образца; V_x – характерная скорость течения рабочей среды; D_x – характерный размер пористой структуры образца; ρ – плотность, μ - коэффициент динамической вязкости жидкости.

Результаты исследования влияния различных параметров на $\Delta p/L$ могут быть обобщены с помощью методов теории подобия и размерностей, с помощью которых получено два безразмерных комплекса, которые определяют течение жидкости в пористой среде. По аналогии с трубной гидравликой эти комплексы называют коэффициентом сопротивления трения ξ и числом Рейнольдса Re

$$\xi = \frac{2\Delta p D_x}{LV_x^2 \rho}, \quad Re = \frac{V_x D_x \rho}{\mu} \quad (1)$$

За характерную линейную скорость V_x принимают среднюю скорость потока в порах, которая выражается через среднюю скорость V и среднеобъемную пористость Π

$$V_x = V / \Pi.$$

При описании гидродинамических характеристик пористой среды, как и в трубной гидравлике, в качестве определяющего размера используют гидравлический диаметр пористой среды.

Применительно к материалу МР автором было получено выражение для эффективного гидравлического диаметра пористой структуры с распределением пор по размерам в виде

$$d_{э} = d_c (1 + 1/\alpha), \quad (2)$$

где α – параметр функции распределения пор по размерам ($\alpha = d_c^2/D$, где D – дисперсия).

Из выражения (2) видно, что характерный размер пористой структуры материала МР определяется двумя параметрами d_c и α .

Для тонкостенных изделий из материала МР при относительной толщине стенки $\delta_\phi / D_c < 1$ (δ_ϕ – минимальная толщина стенки, D_c – диаметр спирали) автором было получено выражение для гидравлического диаметра с учетом толщины конструкции в виде

$$d_c = \Pi d_n / (1 - \Pi + d_n / 2\delta_\phi),$$

где d_n – диаметр проволоки, из которой изготавливается пористое изделие.

Зависимость между ξ_{dx} и Re_{dx} определяется выражением вида

$$\xi_{dx} = A / Re_{dx}, \quad (3)$$

при ламинарном, и

$$\xi_{dx} = A_1 / Re_{dx} + B \quad (4)$$

при переходном режиме течения.

Из экспериментальных исследований гидравлических потерь в материале МР получены значения постоянных A , A_1 и B . С учетом этих значений и выражений (1) и (2), зависимости (3) и (4) можно представить в виде уравнений

$$\frac{\Delta P}{L} = \frac{240}{2\Pi d_c^2 (1 + 1/\alpha)^2} \mu V \quad (5)$$

при ламинарном и

$$\frac{\Delta P}{L} = \frac{220\mu V}{2\Pi d_c^2 (1 + 1/\alpha)^2} + \frac{2\rho V^2}{2\Pi^2 d_c (1 + 1/\alpha)} \quad (6)$$

при переходных режимах течения жидкости в материале МР

Однако для тонкостенных пористых конструкций из материала МР автором было установлено, что для образцов, толщиной $\delta_o = \delta_\phi / D_c < 1$ наблюдалось значительное отклонение параметров от закономерностей, описываемых уравнениями (5) и (6).

Коэффициенты сопротивления образцов, у которых $\delta_o = \delta_\phi / D_c < 1$ возрастают в 3...8 раз по сравнению с образцами, для которых $\delta_o = \delta_\phi / D_c \geq 1$, что не может быть объяснено микронеоднородностью структуры.

Результаты проделанных исследований представлены на рис. в виде зависимости $\xi = f(\delta_o)$, где $\delta_o = \delta_\phi / D_c$ – относительная толщина образца при числах Рейнольдса $Re = 450$. Такая закономерность наблюдается как при числах Рейнольдса $Re > 450$, так и при значениях $Re < 450$.

Изучение структуры тонкостенных образцов из МР указали на отличие строения макроструктуры, которое заключается в чередовании зон с пористостью значительно меньше и больше среднеобъемной. Причем зоны с меньшей пористостью в большей сте-

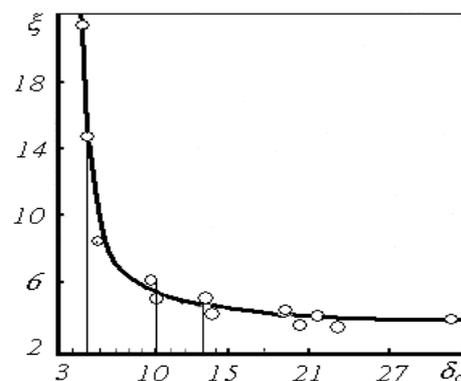


Рис. 1. Зависимость гидравлических потерь от относительной толщины элемента: ($Re = 450$)

пени определяют гидравлические потери.

Таким образом, минимальный геометрический размер для тонкостенных пористых образцов необходимо принимать таким, чтобы выполнялось условие $\delta_\phi / D_c > 1$. При этом коэффициент гидравлических потерь таких изделий может быть определен по зависимостям (5) или (6) в зависимости от режима течения.