

ГИДРОДИНАМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ОБЛИТЕРИРОВАННЫХ ЛАМИНАРНЫХ ТЕЧЕНИЙ

Э. Х. ИСКЕНДЕРОВ, М. Ф. ШУКУРЛУ

Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности,
Баку, Азербайджан

Как известно, в существующих теориях основой модели движения вязкой жидкости являются положения о том, что статическое давление по сечению реальной жидкости остается постоянным. Однако исследования, проведенные в последние годы, показали, что такая модель движения подразумевает неравномерное распределение энергетического потенциала по сечению жидкости, что противоречит условию термодинамической устойчивости системы. В модели активного пограничного слоя, напротив, предполагается постоянство полного давления по сечению потока, то есть суммы статического и скоростного давлений. При этом статическое давление может изменяться в зависимости от скорости потока [1; 2].

В экспериментальной практике встречаются также облитерированные потоки – частный случай ламинарных течений. В ламинарных потоках, происходящих в капиллярах или коротких трубках при высоких давлениях, характер падения давления резко отличается от закона Пуазейля. Так, при больших перепадах давления вдоль потока наблюдается нелинейное падение напора. Это объясняется тем, что хотя расход жидкости при ламинарном течении изменяется пропорционально перепаду давления, потеря энергии изменяется пропорционально квадрату этого перепада. Поэтому энергетические потери, приходящиеся на единицу расхода, возрастают пропорционально перепаду давления. Вследствие увеличения температуры жидкости, вызванного большим перепадом давления, ее вязкость снижается. С другой стороны, из-за падения давления вдоль потока вязкость жидкости также уменьшается по сравнению с начальными участками, в результате чего вязкость приобретает переменный характер по длине потока. В этом случае снижение вязкости происходит под воздействием двух факторов: если, в отличие от вязкости, повышение температуры вызывает увеличение расхода, то при росте давления, наоборот, расход уменьшается [3–6].

Таким образом, влияние этих двух факторов на расход проявляется как взаимно противоположное. Поскольку повышение температуры незначительно, полного компенсирования этого эффекта за счет интенсивной теплопередачи от стенки трубы не происходит. Такие течения могут наблюдаться в капиллярах под воздействием высоких перепадов давления, в высоконапорных гидравлических машинах и т.п. [7].

В рамках высокоактивной модели пограничного слоя проведено гидродинамическое исследование частного случая ламинарных течений – облитерированного потока, возникающего при перепадах давления.

Установлено, что в облитерированных ламинарных потоках при больших перепадах давления расход жидкости пропорционален перепаду давления, тогда как потеря энергии изменяется пропорционально квадрату перепада давления. Влияние факторов температуры и давления на расход проявляется как противоположное по направлению. В таких потоках при небольшом увеличении температуры полная компенсация не происходит.

ЛИТЕРАТУРА

1. Iskandarov, E. Kh., Ismayilova, F. B., Shukurlu, M. F., Ismayilova, P. Sh. Changes in energy characteristics of pipeline systems considering hydrodynamic loads. SOCAR Proceedings, 2024, (2), p. 105–108. DOI: 10.5510/OGP20240200974.

2. Ismayilov, G., Iskandarov, E., Farzalizade, Z., Abishova, R. SOME ASPECTS OF OPERATIONAL RISK MANAGEMENT IN OIL AND GAS FIELD PIPELINES. *Reliability: Theory and Applications*, 2023, 18(Special Issue 5), p. 565–568. DOI: 10.24412/1932-2321-2023-575-565-568.
3. G. G. Ismayilov, É. K. Iskenderov, F. B. Ismayilova, G. A. Zeinalova. Controlled methods to suppress pressure pulsations in multiphase pipelines. *Journal of Engineering Physics and Thermophysics*, 2020, 93 (1), pp. 216–222.
4. F. B. Ismaiyllova, G. G. Ismaiyllov, E. K. Iskenderov., K. T. Dzhakhangirova construction of a mathematical model of the flow characteristics of a multiphase pipeline with regard for the phase transitions in it. *Journal of Engineering Physics and Thermophysics*, 2023, 96 (1), 73–79.
5. Yang, R., Wang, H., Zhong, D., Ge, N. Effects of Frequency and Amplitude of Local Dynamic Hump and Inlet Turbulence Intensity on Flow Separation Control in Low-Pressure Turbine. *International Journal of Aeronautical and Space Sciences*, 2023, 24(3), p. 641–651. DOI: 10.1007/s42405-023-00588-2.
6. Daniely Amorim Neves, Saon Crispim Vieira, Saon Crispim Vieira, Juliana Cenzi, ... Adriano Todorovic Fabro. Identification of the flow pattern from the experimental pressure signal in horizontal pipes carrying two-phase flows. *Experimental Thermal and Fluid Science*. Volume 154, May 2024, 111141. doi.org/10.1016/j.expthermflusci.2024.111141.
7. G. G. Ismayilov, V. H. Nurullayev, E. K. Iskenderov. The role of saturated vapor pressure of cavitations in the process of oil supply. *Bull. Environ., Pharmacol. Life Sci.*, 2016, 5, 15–24.