

В. Г. В ы с к р е б ц о в (Москва, МГТУ «МАМИ»). **О необратимости течений сплошной среды.**

Приводятся результаты наблюдений над установившимися сходящимися и расходящимися потоками воды, вытекающими из боковой пористой поверхности трубок в емкость с водой.

Среди точных решений уравнений движения вязкой среды (уравнений Навье–Стокса) представляют интерес такие, которые удовлетворяют условию равенства вихря скорости постоянному значению, в частности, равенству вихря нулю. В этом случае уравнения вязкой и невязкой жидкостей, или уравнения Навье–Стокса и уравнения Эйлера для несжимаемых жидкостей в случае установившегося движения, совпадают и легко интегрируются, превращаясь в уравнение сохранения энергии Бернулли. Это уравнение Бернулли при условии постоянства уровня движения частиц может быть записано в виде как: $(P - P_0)/\rho = -(U^2 - U_0^2)/2$.

Здесь P и P_0 — давление в среде в двух произвольных точках одной траектории на одном уровне, одна из которых, например, точка «0», может быть неограниченно удаленной, U и U_0 — скорости соответственно в произвольной и удаленной точках, ρ — плотность среды. Естественно считать, что при течении сплошной несжимаемой среды от начальной ограниченной области при движении вдоль траектории в более обширную область скорость течения замедляется, что и приводит для несжимаемой среды к падению скорости течения, т.е. что $U \gg U_0$, т.е. можно принять, что $U_0 = 0$. Поэтому согласно уравнению Бернулли получим, что перепад давления $(P - P_0)$, или градиент давления, вдоль траектории течения должен быть всегда отрицателен. Следовательно, в начальной области траекторий течений с постоянным значением вихря скорости может располагаться только сток, но никак не источник.

С целью проверки описанных теоретических выводов был проведен ряд опытов по наблюдению за сходящимися и расходящимися потоками воды, в том числе с потоками, истекающими или втекающими в боковую поверхность коаксиальных пористых цилиндров. При этом в опытах использовалось от одного до четырех коаксиальных цилиндров. Для визуализации течения вода подкрашивалась. Опыты показали, что ламинарность течения между цилиндрами наблюдалась лишь в режиме стока при всех достигнутых скоростях течения, а в режиме источника всегда наблюдалась турбулизация течения даже при самых малых, «ползучих» скоростях течения. В опытах исследовались также течения с криволинейными траекториями, например, спиральные течения. Были сняты видеоклипы течений.

Результаты всех опытов однозначно указывают на необратимость течения с непараллельными траекториями при перемене направления скорости (при перемене знака давления) при прочих равных условиях. Ламинарность течения в режиме стока возможна, а в режиме источника нет.