

УЛУЧШЕНИЕ СВОЙСТВ КАПИЛЛЯРНО-ПОРИСТЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ на основе ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ структуры ЖИДКОСТИ

Тамер Н.А. Баннура, Вильданова Н.Р. (Одесская государственная академия строительства и архитектуры, Украина, Одесса).

Стійка структура при русі рідин позитивно або дисипативний впливає на характеристики каналів і проточних частин. Результати візуальних досліджень структури потоків дозволяє збільшити висоту капілярного підняття води в пористих поверхнях за рахунок підбору розмірів каналів.

Разработка нового оборудования инновационного уровня требует материалов с особыми свойствами. Для создания испарительных систем (градирни, кондиционеры, увлажнители) целесообразно использовать материалы с капиллярно-пористыми поверхностями. Известно, что для улучшения капиллярных свойств поверхностей часто применяют сетчатое нанесение дополнительных капиллярных каналов. В статье представлены результаты использования закономерностей структуры движения воды для улучшения капиллярных свойств поверхностей нанесением дополнительных каналов заданных размеров.

Современные представления о движении жидкостей и газов основаны на понятии турбулентность как сложном – неупорядоченном во времени и пространстве поведении диссипативных сред [1]. Турбулентность ассоциируется с хаосом, и не может быть воспроизведена или описана при сколь угодно точном задании начальных и граничных условий. Уравнения, описывающие турбулентные течения, позволяют рассчитать только осредненные параметры скорости и давления. Для диагностики структуры потоков особую роль играют методы визуализации.

Методом визуальной диагностики структуры потоков получена новая информация о структуре потоков, которая позволяет прогнозировать изменение свойств движения жидкостей и решать многие прикладные задачи. Светлые области характеризуют положительные составляющие (компоненты) скорости в данной точке, темные области – отрицательные компоненты скорости. Проведенные визуальные и гидравлические исследования показали, что «всякому движению жидкостей и газов присуща устойчивая в пространстве структура потока» [2].

Для решения задач оптимизации проточных частей капилляров проведены исследования внутренней структуры ламинарной струи (рис. 1).

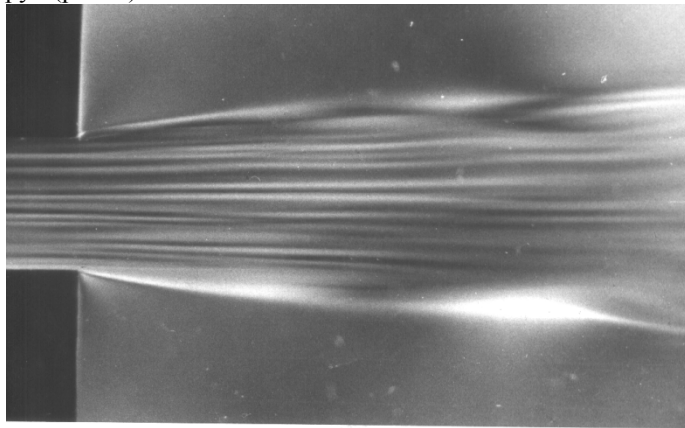


Рис.1 Визуализация структуры ламинарной струи

Проведенные эксперименты показали, что ламинарное движение жидкостей имеют устойчивую структуру в виде линий тока. Устойчивый характер распределения *поперечных структур потоков* – линий тока позволил разработать и провести ряд экспериментов, подтверждающих влияние поперечных структур на волновое изменение скорости движения жидкостей при заданной величине давления при линейном изменении поперечных размеров каналов. Исследования коэффициента гидравлического трения λ_f показали – для заданной величины начального давления P_n линейному изменению размеров канала L [мм] соответствует волновой характер изменения скорости. Изменение величины коэффициента гидравлического трения λ_f имеет волновой характер с длиной волны $\bar{\lambda}$. Отклонение величины коэффициента гидравлического трения λ_f от среднего значения при $Re > 6000$ составляет $\pm 16\%$, а при $Re < 2500$ отклонение более 20%. Волновой характер изменения скорости ΔV по отношению к осредненной скорости представлен на рис. 2.

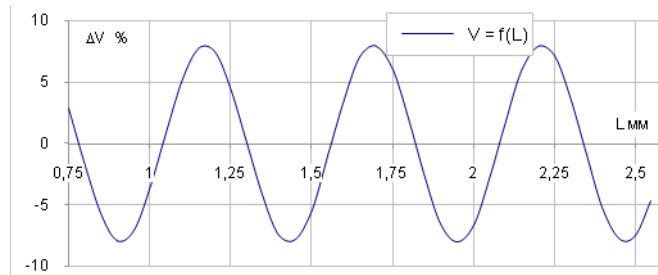


Рис. 2. Характер изменения скорости ΔV при изменении поперечных размеров каналов L при $P_1 = \text{const}$.

Известно, что капиллярно – мелкопористые твердые материалы хорошо смачиваются и обладают достаточно большой высотой капиллярного поднятия воды – до 200 миллиметров и более. Для исследования капиллярных свойств твердых поверхностей были проведены исследования капиллярного поднятия воды между двумя пластинами. Считается, что зависимость высоты капиллярного поднятия воды h от расстояния между пластинами s имеет монотонно убывающий характер и определяется по формуле

$$h = 15/s \quad (1)$$

В отличие от безразмерных параметров структуры потоков по Тейлору $\lambda = \delta / R_\delta^{1/2}$ и по Колмогорову $\lambda = \delta / R_\delta^{3/4}$, размер мелкомасштабной поперечной структуры потоков, выявленный в визуальных экспериментах в виде полос с длиной волны $\bar{\lambda}$, имеет реальное значение $\bar{\lambda} \gg 0,6$ мм в широком диапазоне чисел Рейнольдса как при ламинарном, так и при турбулентном режимах.

Для исследования капиллярных свойств капиллярно-пористых поверхностей проведены исследования капиллярного поднятия воды между двумя пластинами. Для исследования изготовлено моделирующее устройство, которое представляет собой тонкий лист пластмассы с вырезанным капиллярным каналом, жестко закрепленный между двумя отполированными покровными плитами из оргстекла. 9 моделей с заданными размерами – толщины листа s и шириной вырезанного канала b различной толщины $s = 0.1 \div 2$ мм. Для обеспечения одинаковой ширины $b = 3$ мм = const канал выполнялся одновременным фрезерованием всех листов. Анализ результатов эксперимента показал, что изменение высоты капиллярного поднятия также имеет волновой характер с длиной волны $\bar{\lambda}$.

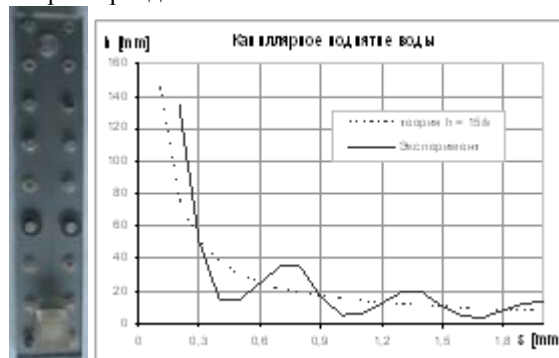


Рис. 3. Исследования капиллярного поднятия воды в моделях

Анализ результатов эксперимента показал, что изменение высоты капиллярного поднятия имеет волновой характер с длиной волны $\bar{\lambda}$. Отклонение высоты капиллярного поднятия отличается на $\pm 16\%$ от средних значений, рассчитанных по традиционной формуле $h = 15/s$. Реальная высота капиллярного поднятия h с учетом волнового характера влияния структуры потока можно рассчитать по формуле.

$$h = \frac{A}{s} + \frac{B}{s} \sin\left(2\pi \frac{s}{\lambda}\right) \quad (2)$$

Вывод

Таким образом, линейному изменению поперечных размеров капилляров, при заданных нормальных условиях, соответствует волновой характер изменения высоты капиллярного поднятия, что позволяет разрабатывать структуру твердых капиллярно-пористых поверхностей для испарительных охладителей с учетом закономерностей организации структуры капиллярного поднятия.

Литература

1. П. Берже. И. Помо, К. Видаль Порядок в хаосе. — Москва. Мир. 1991 г. 368 с.
2. Арсирий В.А. Арсирий Е.А. Структура потока присуща движению жидкостей и газов. Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури, № 20 с 8 – 13. 2005 р.