

УДК 536.24

В.В. ДУБРОВСКИЙ, канд. техн. наук, **А.М. ПОДВЫСОЦКИЙ**, канд. техн. наук, **А.А. ШПРАЙБЕР**, д-р техн. наук (Институт общей энергетики НАН Украины, Киев)

ТЕПЛООБМЕН С ВОЗДУХОМ ПЛЕНКИ ЖИДКОСТИ, СТЕКАЮЩЕЙ ПО ПЛОСКОЙ ПОВЕРХНОСТИ СО СФЕРИЧЕСКИМИ УГЛУБЛЕНИЯМИ

Проведены экспериментальные исследования теплообмена с воздухом пленки жидкости, стекающей по плоской поверхности со сферическими углублениями. Установлено, что профилирование поверхности позволяет значительно (втрое и более) повысить интенсивность теплообмена.

Изучение влияния углублений на стенках канала на теплообмен потока жидкости или газа со стенками привлекает внимание исследователей уже более 20 лет [1, 2]. Проведенные эксперименты показали, что углубления генерируют в потоке нестационарные пульсирующие вихревые структуры, что приводит к существенной интенсификации теплообмена по сравнению с гладким каналом. Применение технологии поверхностных углублений характеризуется низкими потерями давления и хорошей теплогидравлической эффективностью, т.е. отношением интенсификации теплообмена к фактору гидравлических потерь. В настоящее время продолжают исследования физической структуры потока и пульсаций за углублениями, изучаются закономерности теплообмена и поверхностного трения и т.д. [2]. Данная технология с успехом применяется в различных теплообменниках (рекуператорах), при охлаждении лопаток газовых турбин, для стабилизации горения топлива и др.

Вместе с тем совершенно не изучено влияние поверхностных углублений на теплообмен потока (пленки) жидкости с окружающей газовой средой (например, для задачи охлаждения технологической воды в пленочных градирнях). Цель настоящей работы состояла в экспериментальном исследовании влияния профиля поверхности на интенсивность теплообмена с воздухом пленки, стекающей по поверхности. Для этого в Институте общей энергетики НАН Украины был разработан и изготовлен стенд. В качестве поверхностей, по которым стекала пленка воды, использовались лотки из оцинкованной стали шириной 180 мм и длиной 1800 мм. Опытные лотки (с гладкой поверхностью и профилированные с углублениями) располагались на стенде в теплоизолированном кожухе, их положение могло регулироваться от практически горизонтального до вертикального. Вода циркулировала по замкнутому контуру через электронагреватель. Комплекс специальной аппаратуры и система датчиков на стенде позволяли с высокой точностью

поддерживать требуемую температуру воды перед стеканием и измерять разницу температур воды в начале и в конце лотка. Толщина пленки, которая формировалась на поверхности лотка и измерялась специальным электроконтактным устройством, регулировалась расходом воды в контуре.

Опыты проводились по следующей методике. На стенд под определенным углом наклона устанавливался лоток с лунками; организовывалась циркуляция воды; вода нагревалась до заданной температуры; обеспечивался термостабилизированный режим течения в контуре. Проводились измерения разности температур воды на входе и выходе из лотка, расхода воды в лотке, температур окружающего воздуха по сухому и влажному термометрам. После окончания опыта с профилированным лотком его заменяли лотком с гладкой поверхностью и повторяли измерения.

Исследовались два профилированных лотка с лунками, расположенными в шахматном порядке по всей поверхности. На первом лотке (№1) диаметр и глубина лунок составляли 30 мм и 9 мм, на втором (№2) – 13 мм и 4 мм соответственно. Начальная температура воды на входе – 40°C и 50°C.

В результате проведенных экспериментов на разных углах наклона лотка был обнаружен эффект значительной интенсификации теплоотдачи от пленки к окружающему воздуху за счет углублений. В таблице приведены значения отношения α_p/α_s , где α_p , α_s – коэффициенты теплоотдачи от пленки к воздуху на профилированном и гладком лотках для угла их наклона 45 град.

Таблица

Номер лотка	Расход жидкости, кг/с	α_p/α_s
1	0,068	2,49
	0,096	2,29
	0,159	1,84
2	0,068	3,25
	0,096	2,77
	0,159	1,76

Таким образом, можно сделать вывод, что на определенных режимах профилирование поверхности позволяет увеличить интенсивность теплообмена пленки с воздухом более чем втрое. Такое значительное увеличение коэффициента теплоотдачи, по-видимому, связано с интенсивным перемешиванием жидкости при ее течении по профилированной поверхности. С нашей точки зре-

ния, обнаруженный эффект представляет большой интерес для разработки эффективных устройств для охлаждения жидкости. Представляется целесообразным провести детальное исследование влияния геометрических характеристик лотка, расхода жидкости и температурного режима на степень интенсификации теплообмена.

1. Леонтьев А.И., Олимпиев В.В., Дилевская Е.В., Исаев С.А. *Существо механизма интенсификации теплообмена на поверхности со сферическими выемками* // Изв. Росс. акад. наук, Энергетика. – 2002. – № 2. – С. 117–135.

2. Халатов А.А., Борисов И.И., Шевцов С.В. *Теплообмен и гидродинамика в полях центробежных массовых сил. Т. 5: Тепломассообмен и теплогидравлическая эффективность вихревых и закрученных потоков.* – Киев: Институт технической теплофизики НАН Украины, 2005. – 500 с.