

ПРИОРИТЕТНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ Ш.20.

МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЕ ПРОБЛЕМЫ АТОМНОЙ, ТЕРМОЯДЕРНОЙ, ВОДОРОДНОЙ, КОСМИЧЕСКОЙ И НЕТРАДИЦИОННОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Программа Ш.20.1. Перспективные исследования процессов переноса в аппаратах атомной, водородной, космической и нетрадиционной энергетики и разработка новых методов получения энергии, в том числе на основе микро- и нанотехнологий (координатор акад. В. Е. Накоряков)

В Институте теплофизики им. С. С. Кутаева при помощи высокоскоростного метода лазерно-индуцированной флуоресценции получены данные по пространственной и временной эволюции пленки жидкости в опускном кольцевом газожидкостном течении без уноса жидкой фазы. Волновая структура пленки жидкости в таком течении представлена двумя типами волн: быстрые долгоживущие первичные волны и медленные короткоживущие вторичные волны. Проведен спектральный анализ пространственных и временных записей толщины пленки жидкости. Энергетические спектры волнового сигнала как в пространственной, так и во временной области имеют единственный максимум (рис. 17, а). Частота, соответствующая максимуму в спектре, зависит от скорости газа квадратичным образом для временных спектров и линейно для пространственных спектров. Измеренные частоты значительно превышают частоты следования волн возмущения, характерных для режимов с уносом жидкой фазы, и демонстрируют другой характер зависимости от скорости газа.

Обнаружено, что безразмерные спектры имеют универсальную форму при различных скоростях потока газа (рис. 17, б). Параметрами обезразмеривания являются частота, соответствующая максимуму в спектре, и полная мощность спектра. Универсальность наблюдается в области достаточно высоких скоростей газа, при которых влиянием силы тяжести можно пренебречь по сравнению с влиянием касательного напряжения трения со стороны газа. Полученные выводы могут быть использованы для упрощения теоретических моделей, описывающих волновую гидродинамику пленки жидкости, образуемой высокоскоростным потоком газа.

В этом же Институте впервые выполнены систематические теоретические и экспериментальные исследования течения и теплообмена в пленках жидкости, движущихся под действием спутного потока газа в горизонтальном миниканале, при нагреве от локального источника тепла. Получен критический тепловой поток – более 400 Вт/см^2 , что на порядок превышает соответствующий тепловой поток для стекающих пленок жидкости. Показано, что режим рассло-

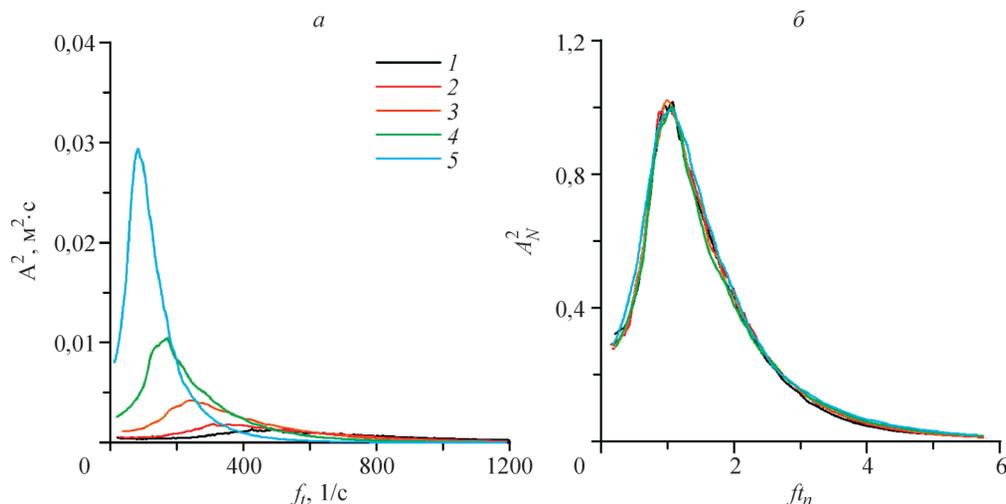


Рис. 17. Энергетические спектры записей толщины пленки воды в размерном (а) и безразмерном (б) виде (число Рейнольдса $Re = 20$).

Скорости газа, м/с: 58 (1), 52 (2), 44 (3), 36 (4), 27 (5).

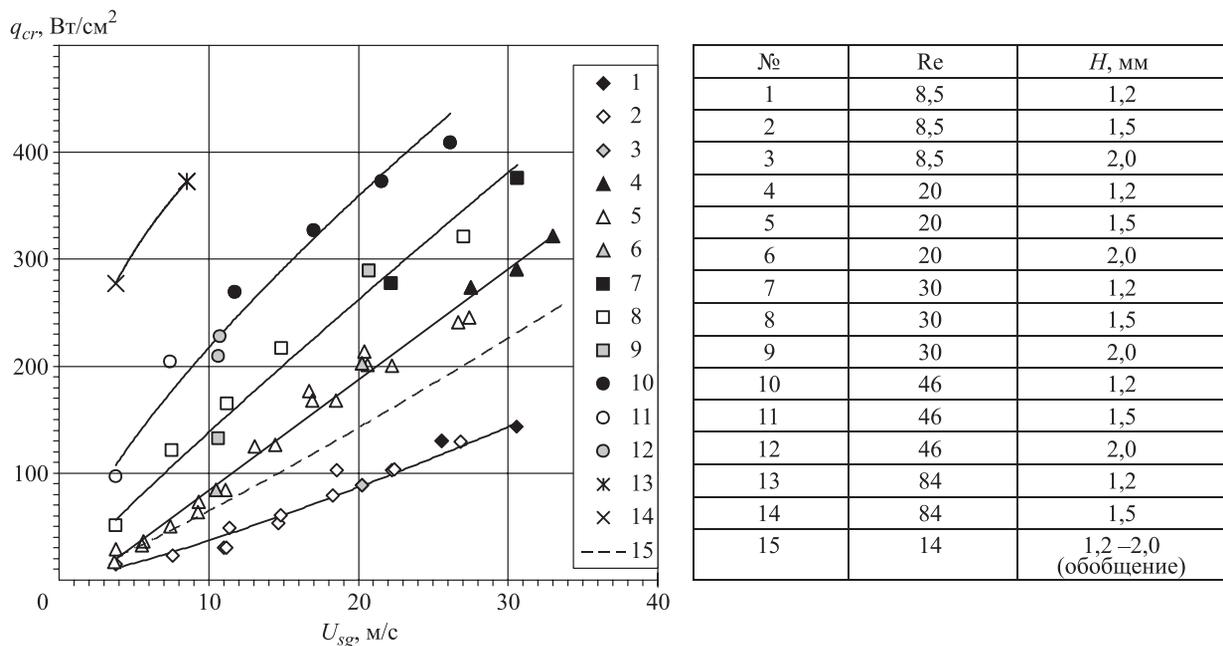


Рис. 18. Влияние скорости газа на критический тепловой поток для различных чисел Рейнольдса жидкости Re и высоты канала H.

енного течения жидкости и газа в плоском канале высотой 1,2–2 мм устойчив при изменении чисел Рейнольдса жидкости и газа на три порядка (рис. 18). Построена карта режимов течения в изотермических условиях, которая включает течение гладкой пленки, 2D- и 3D-волн и течение с разрывами пленки.

Разработана трехмерная математическая модель для описания совместного нестационарного движения пленки жидкости и газа в микроканале при локальном нагреве. Модель

построена в приближении тонкого слоя с учетом испарения, диффузионного и конвективного механизмов массопереноса, деформируемой границы раздела, зависимости свойств жидкости от температуры. Показано, что диффузия пара наиболее значительна при низких скоростях газа. Подтверждена перспективность использования пленок жидкости, движущихся под действием потока газа в канале, в системах охлаждения оборудования с интенсивным локальным тепловыделением.