

## **Теплоотдача вертикальной пластины в жидкости с потоком всплывающих пузырей**

Баштовой В.Г.<sup>1</sup>, Рекс А.Г.<sup>1</sup>, Балабанова О.В.<sup>2</sup>, Климович С.В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Белорусский национальный технический университет,

<sup>2</sup>УЗ «10-я городская больница»

В современных условиях острой нехватки энергетических ресурсов проблемы энергосбережения приобретают особую актуальность. Для решения этих проблем возникает важная потребность создания новых энергосберегающих технологий, разработки новых высокоэффективных теплообменных устройств.

В теплообменных и массообменных технологиях на основе газожидкостных систем (капельных и пузырьковых) повышение эффективности передачи и переноса тепла и массы может быть обеспечено за счет увеличения поверхности контакта участвующих в процессе сред, а также изменения траектории их движения.

В данной работе представлены результаты исследований, являющихся составной частью комплекса работ, направленных на создание новых управляемых магнитными полями систем переноса тепла.

Рассматривается пузырьковая газожидкостная система, образованная потоком всплывающих в жидкости пузырей воздуха вдоль поверхности вертикальной теплоотдающей пластины (рисунок 1). Тепловой поток передается с поверхности пластины в контактирующую с ней жидкость. Интенсивность теплосъема с поверхности пластины определяется интенсивностью перемешивания пристенных слоев жидкости, которая зависит от траектории всплывающих пузырей.

При постоянстве теплового потока в зависимости от перемешивания жидкости изменяется температура теплоотдающей поверхности пластины.

Ранее выполненными исследованиями показано, что магнитное поле может значительно не только изменять форму и условия генерирования капель магнитной жидкости и пузырей в ней, но и изменять направление их движения, и тем самым формировать некоторую заданную траекторию движения. Указанный факт влияния магнитного поля может лечь в основу нового механизма

магнитоуправляемого переноса тепла при использовании магнитных жидкостей.

Экспериментальная ячейка, включающая в себя теплоотдающую пластину и нагреватель, представлена на рисунке 2. На немагнитном основании 1 с помощью крепления 2 зафиксированы теплоотдающая пластина 5 с нагревателем 4. Сжатый воздух подается через трубку 3 в генератор пузырей расположенный в нижней части пластины. Электрический нагреватель 4 проводами 7 соединен с блоком стабилизированного питания. Измерение температур осуществляется хромель-копелевыми термопарами 8, 9 и 10. Одна термопара 8 зафиксирована на нижней части поверхности пластины, другая 9 – на ее верхней части. Термопара 10 используется для измерения температуры в объеме жидкости.

Пластина имеет одну теплоотдающую поверхность. Для этого электрический нагреватель одной поверхностью контактирует с пластиной, а с тыльной и боковых сторон теплоизолирован пластиной из гетинакса толщиной 10 мм. Теплоотдающая пластина выполнена из алюминия толщиной 0,1 мм. Размер теплоотдающей поверхности пластины равен 55x30 мм.

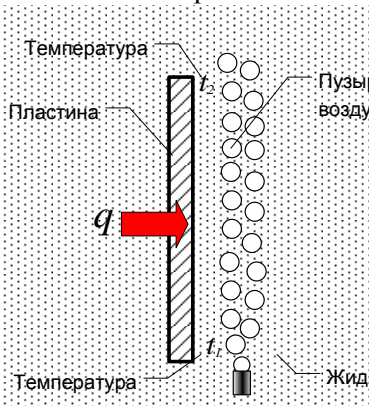


Рисунок 1 – Постановка задачи

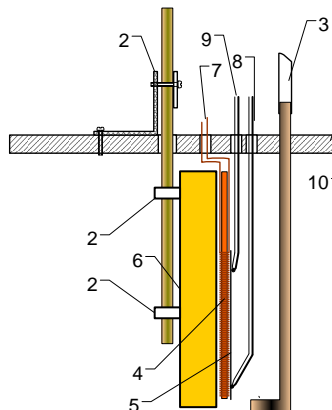


Рисунок 2 – Схема экспериментальной ячейки

Система генерации пузырей установлена на подвижной платформе с целью точного позиционирования потока пузырей относительно теплоотдающей пластины.

На первом этапе исследования теплоотдачи проведены в дистиллированной воде. Вода была выбрана из-за прозрачности,

которая позволила реализовать визуальное наблюдение за потоком пузырей и его расположением относительно поверхности пластины.

В исследованиях производилось измерение температуры воды и поверхности пластины на нижнем  $\Delta T_1$  и верхнем  $\Delta T_2$  участках ее поверхности. Измерения выполнялись при различных расстояниях  $l$  между поверхностью пластины и плоским потоком пузырей. Температура воды в экспериментах задавалась термостатом.

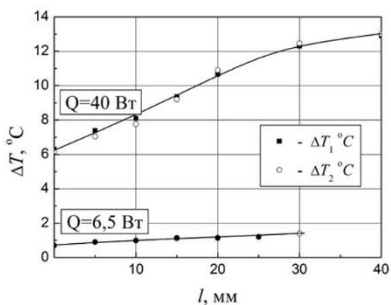


Рисунок 3. Зависимость теплоперепада на пластине от расстояния  $l$  между пластиной и потоком всплывающих пузырей

Генерация пузырей, всплывающих вдоль поверхности пластины, интенсифицирует перемешивание воды, температура пластины понижается в соответствии с изменившимися условиями теплоотдачи. Влияние траектории всплывающих пузырей в воде на разность температур между водой и пластиной иллюстрируется рисунком 3. Наиболее интенсивная теплоотдача пластины наблюдается, когда поток пузырей движется непосредственно вблизи ее поверхности. Тогда температура поверхности пластины минимальна. При удалении от пластины потока всплывающих пузырей интенсивность перемешивания жидкости вблизи ее поверхности ослабевает, температура поверхности пластины повышается.

Работа выполнена при финансовой поддержке Фонда фундаментальных исследований Республики Беларусь.

Всплывающий поток пузырей равномерно перемешивает жидкость и поэтому наблюдается практически равномерное распределение температуры по всей поверхности пластины.

В отсутствие потока пузырей разность температур между поверхностью пластины и окружающей ее водой при тепловых потоках 6,5 и 40 Вт соответственно составляла  $7,5^{\circ}\text{C}$  и  $18,6^{\circ}\text{C}$ .