

Барботаж в магнитной жидкости

Ковалев М. В.

Белорусский национальный технический университет

В нагревательных устройствах для интенсификации процесса теплообмена зачастую применяется барботаж газа через рабочую среду. Этот процесс достаточно прост в реализации, требует невысоких дополнительных затрат энергии и позволяет значительно повысить коэффициент теплоотдачи между рабочей средой и поверхностью нагреваемого объекта. Кроме теплообмена барботаж широко применяется также в установках химической и иных отраслей промышленности. При всей широте использования такого вида устройств они обладают серьезным общим недостатком - сложность регулирования параметров процесса. На практике основным способом регулирования барботажа является изменение расхода газовой фазы посредством применения задвижек в трубопроводе или регулирования компрессора. Но такие параметры как величина образующихся пузырей, скорости и траектории их движения в среде практически не поддаются эффективному изменению вышеописанным способом. Для возможности влияния на максимальное количество параметров процесса барботажа предлагается использовать в качестве рабочей среды магнитную жидкость. При ее использовании прецизионное регулирование барботажа может осуществляться посредством изменения характера и величины прикладываемых к области теплообмена магнитных полей. Но на сегодняшний день для создания такого типа устройств необходима глубокая теоретическая проработка вопросов гидродинамики газожидкостных сред в магнитной жидкости.

С целью построения вышеуказанной теории в научно-исследовательской лаборатории "Термомеханика магнитных жидкостей" проведен ряд экспериментов, ориентированных на выяснение механизмов влияния магнитных полей на поведение немагнитной фазы внутри магнитной жидкости. Основными изучаемыми вопросами являются формообразование пузырей и капель немагнитной среды в магнитной жидкости, влияние объемной силы, возникающей в условиях приложения неоднородных магнитных полей, процессы, происходящие на границе раз-

дела магнитной и немагнитной сред, в системе магнитная среда – твердая поверхность, магнитное взаимодействие между пузырями и каплями.

В ходе проведения экспериментов, направленных на выявление воздействия однородных магнитных полей на отрыв пузыря газа от твердых поверхностей, было установлено, что горизонтальная ориентация таких полей относительно пластины отрыва приводит к уменьшению объема пузыря при увеличении напряженности поля. При этом уровень влияния поля на относительное уменьшение пузыря зависит от материала поверхности, условий смачиваемости (см. рис. 1).

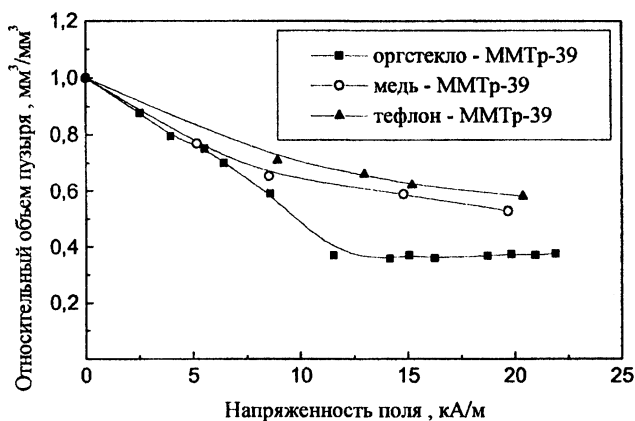


Рис. 1. Влияние горизонтального однородного поля на объем пузыря в момент отрыва от пластины

При исследовании скорости движения пузырей и капель в зазоре между двумя стеклянными пластинами также установлена обратная зависимость между напряженностью горизонтального однородного поля и скоростью всплывания.

Значительное влияние на размер пузыря оказывает приложение неоднородного магнитного поля. В частности, при использовании жидкости ММТр-39 и пластины из оргстекла в магнитном поле с градиентом неоднородности направленным верти-

кально вниз в диапазоне 0-1000 кА/м² удалось достигнуть десятикратного уменьшения объема отрыва.

При исследовании поведения цепочки пузырей и капель в щели в горизонтальном однородном поперечном магнитном поле установлены факты последовательного раздвоения цепочек из-за дипольного взаимодействия (см. рис. 2) с увеличением напряженности поля, выявлен характер влияния поля на размер, частоту отрыва, скорости образующихся капель и пузырей.

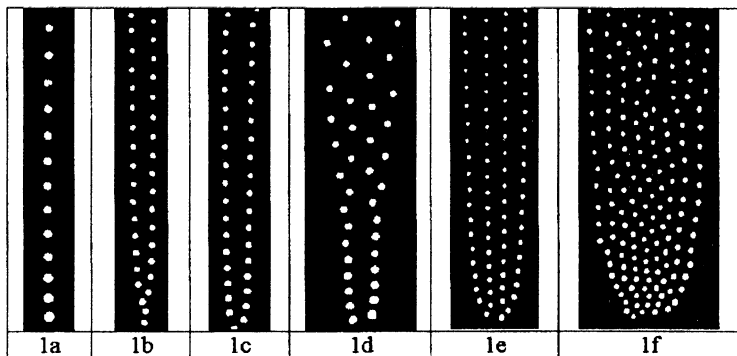


Рис. 2. Процесс деления цепочки капель в горизонтальном однородном поле: 1a – 0 кА/м; 1b – 8,5 кА/м; 1c – 9,8 кА/м; 1d – 11,4 кА/м; 1e – 13,5 кА/м; 1f – 19,2 кА/м

Дальнейшая работа в указанном направлении позволит охватить более широкий круг экспериментальных данных, построение математической модели позволит инженерам-проектировщикам создать ряд принципиально новых устройств с регулируемым теплообменом на основе использования магнитной жидкости. В условиях постоянного увеличения энергопотребления внедрение новых энергосберегающих технологий является приоритетной задачей.

Работа выполнена при поддержке ФФИ Республики Беларусь.