

СОЗДАНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ МАГНИТНЫХ СИСТЕМ ДЛЯ МАГНИТОУПРАВЛЯЕМОГО ТЕПЛОБМЕНА В СИСТЕМАХ С МАГНИТНОЙ ЖИДКОСТЬЮ

Залетило А.А.

Научный руководитель: д.ф.-м.н., профессор Рекс А.Г.
Белорусский национальный технический университет

В настоящее время наибольшую значимость имеют проблемы повышения энергоэффективности процессов переноса теплоты и энергии. Одним из основных видов переноса теплоты является конвективный теплоперенос. В процессе изучения данного процесса, рассматривались следующие принципы физического магнитного воздействия в магниточувствительных системах на конвективный теплоперенос:

формирование и управление магнитными полями пузырьковыми потоками вблизи теплоотдающей поверхности (рис.1) [1-2];

создание магнитожидкостного покрытия с развитой поверхностью на теплоотдающей поверхности (рис.2) [5].

Ключевым моментом использования описанных ранее принципов воздействия на конвективный теплоперенос является возможность локализации областей теплопередачи под воздействием используемой конфигурации магнитной системы неоднородного магнитного поля [4-5].

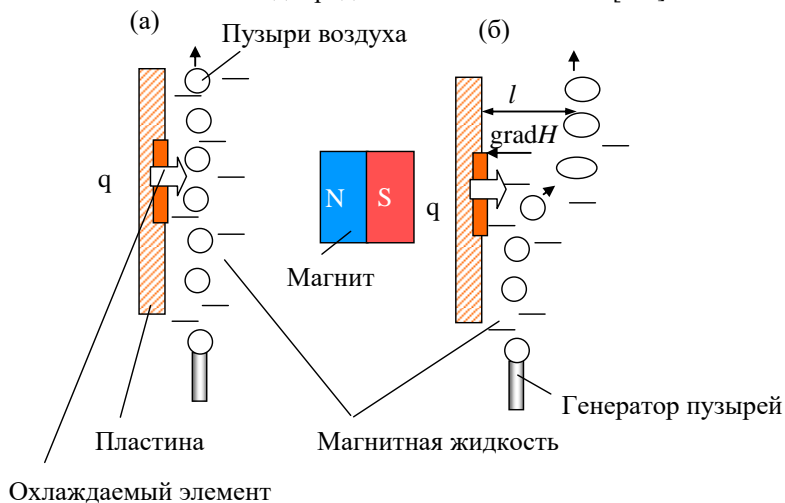


Рисунок 1. Геометрия задачи для пузырькового течения

(а) – Лежащее на пластине покрытие в магнитном поле с тангенциальной компонентой; (б) – Лежащее на пластине покрытие в магнитном поле с нормальной компонентой; (в) – Подвешенное на горизонтальной пластине покрытие; (г) – Подвешенное на вертикальной пластине покрытие

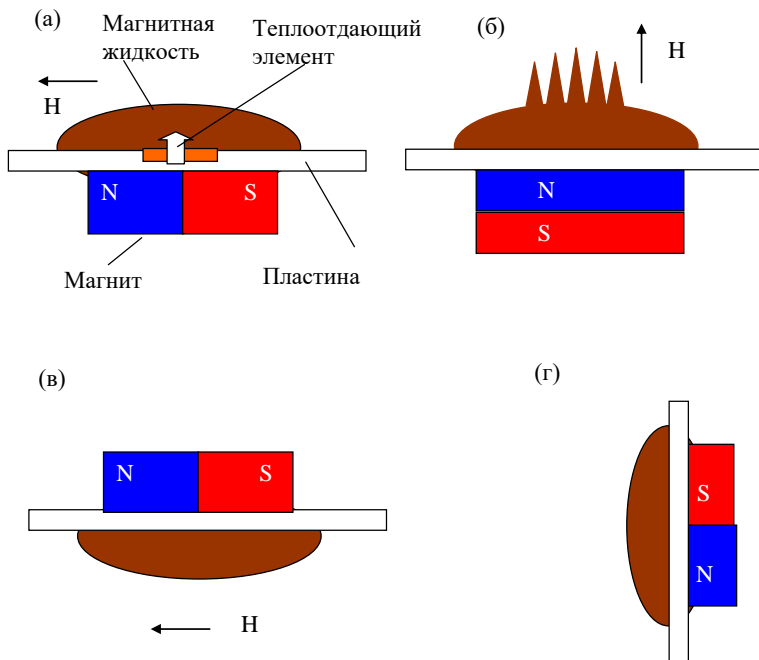


Рисунок 2. Геометрия задачи для локального магнитожидкостного покрытия при различных направлениях напряженности поля

Для реализации перечисленных принципов магнитного воздействия на конвективный теплоперенос в магниточувствительных системах требуется создание соответствующих магнитных систем и исследование конфигурации создаваемого магнитного поля. Решению данной задачи и посвящена данная работа, направленная на изучение распределения напряженности и градиента созданных магнитных систем.

Для описания распределения напряженности магнитного поля выбрана декартова система координат на лицевой Б и боковой А поверхностях магнитной системы. Направление осей системы координат показано на рисунке 3. Исследования проводились как для лицевой, так и для боковой поверхности.

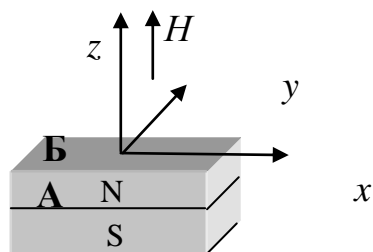


Рисунок 3 – Магнитная система из двух кобальт-самариевых магнитов

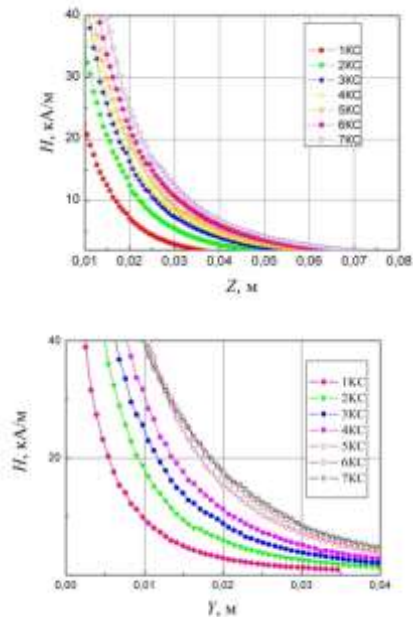
Боковая сторона А характеризуется преимущественно тангенциальной к поверхности магнитной системы компонентой поля, направленной вдоль оси z . В пространстве над лицевой поверхностью Б преимущественно нормальная к поверхности компонента поля. Распределение градиента напряженности магнитного поля на боковой поверхности магнита в перпендикулярном к этой поверхности направлении (вдоль оси y) и лицевой поверхности (вдоль оси z). Начало координаты y и координаты z выбрано соответственно на боковой поверхности системы и на верхней плоской поверхности магнита.

Конфигурации магнитных систем для воздействия на конвективный теплоперенос могут быть разнообразными и иметь несколько источников неоднородного магнитного поля [2-3].

Управление всплывающим пузырьковым потоком в магнитной жидкости основано на его смещении в горизонтальном направлении с помощью магнитных полей. Диапазон смещения определяется диапазоном распределения магнитного поля относительно магнитной системы. Поэтому в качестве источника локально неоднородных магнитных полей были выбраны магнитные системы, включающие в себя от 2 до 7 кобальт-самариевых прямоугольных магнитов. Размер каждого магнита, соответственно, 40x12x5 мм (рисунок 3).

В исследованиях величину магнитной индукции фиксировали при помощи миллитесламетра с датчиком Холла [1].

На рисунке 4 приведено сравнение величины напряженности магнитного поля в зависимости от количества магнитов, составляющих магнитную систему. Экспериментально были получены данные напряженности магнитного поля для лицевой Б и боковой А поверхностей магнитных систем, состоящих из различных комбинаций кобальт-самариевых магнитов. Измерения проводились на расстоянии 1 мм от поверхности магнита ($Z=1$ мм).



(а) – на лицевой поверхности (б) – на боковой поверхности

Рисунок 4 – Вертикальное распределение напряженности магнитного поля для магнитных систем

Полученные данные доказывают, что чем большее число магнитов составляет магнитную систему, тем больше величина напряженности магнитного поля, и в большей области пространства вокруг магнита создается магнитное поле. Это справедливо как для лицевой Б, так и для боковой А поверхностей. Так, например, магнитное поле напряженностью 3кА/м, при которой уже реализуется эффективное горизонтальное отклонение пузырей, одним магнитом создается на расстоянии 3 мм от поверхности магнита. При использовании семи магнитов в магнитной системе область распространения поля той же напряженности практически увеличивается в два раза и достигает 58 мм.

Максимальные значения напряженности магнитного поля и градиента варьировались в зависимости от количества магнитов, составляющих магнитную систему.

Для создания магнитожидкостного покрытия оптимальные результаты показала магнитная система, состоящая из двух кобальт-самариевых

магнитов. Создаваемая напряженность поля на поверхности магнита достигала 160 кА/м., градиент – 80000 кА/м².

Литература

1. Баштовой В.Г., Берковский Б.М., Вислович А.Н. Введение в термомеханику магнитных жидкостей. –М.:ИВТАН СССР, 1985. – 188с.
2. Рекс, А.Г. Некоторые вопросы механики магнитожидкостных систем со свободной поверхностью: монография /А.Г. Рекс. – Мн.: БНТУ, 2005.– 256с.
3. Пшеничников, А.Ф. Магнитное поле в окрестности уединенного магнетика. / А.Ф. Пшеничников //Магнитная гидродинамика. – 1993. – № 1.–С. 37-40.
4. Баштовой, В.Г. Гидродинамические аспекты магнитоуправляемого переноса тепла в магнитожидкостных системах с межфазной границей раздела сред / В.Г.Баштовой, А.Г.Рекс, А.А.Загадская //«Декарбонизация энергетического сектора. Роль кафедр ЮНЕСКО в обмене научными знаниями.»: материалы Междунар. семинара экспертов: – Минск : БНТУ, 2022. (в печати).
5. Рекс, А.Г. Статика локального теплопередающего магнитожидкостного покрытия на плоской поверхности / А.Г.Рекс, А.А.Загадская //20-я междунар. плесская научная конф. по нанодисперсным магнитным жидкостям (Плес, Россия, 2022): сб. научн. трудов. – Плес 2022. – С.235-241.

УДК 628.853(076)

АНАЛИЗ И КОНТРОЛЬ ПЕРЕПАДОВ ДАВЛЕНИЯ ВОЗДУХА В ЧИСТЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ АССЕПТИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА ИНЪЕКЦИОННЫХ РАСТВОРОВ В АМПУЛАХ

Анкудинов К.С.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Хутская Н.Г.
Белорусский национальный технический университет

При производстве инъекционных растворов в ампулах необходимо обеспечить строгий контроль за условиями в производственных помещениях, в том числе за давлением воздуха.

Перепад давлений – это разница между атмосферным давлением и давлением внутри помещения. Перепад давления поддерживается между чистыми помещениями с различными классами чистоты, а также между чистыми помещениями и не классифицируемыми зонами. В чистых