

ОРИЕНТАЦИОННЫЕ ЭФФЕКТЫ ПРИ ТЕЧЕНИИ МАГНИТОРЕОЛОГИЧЕСКОЙ СУСПЕНЗИИ В МАГНИТНОМ ПОЛЕ

Одним из наиболее перспективных направлений прикладной магнитной реологии является использование в различных устройствах элементов, предназначенных для управления течением магнитоологической суспензии (МРС). Простейший преобразователь подобного рода представляет собой прозрачную для магнитного поля гидромагистраль, размещенную в поле электромагнита [1]. МРС в поле проявляет ярко выраженную анизотропию механических свойств, вызванную образованием ориентированной вдоль силовых линий микроструктуры из анизотропных элементов (агрегатов феррочастиц) [2]. Вследствие этого эффективность магнитоологического преобразователя должна зависеть от взаимной ориентации силовых линий поля и направления течения суспензии в гидромагистрале. В процессе эксплуатации выявлены преимущества конструкций с гидромагистралью щелевого типа. Обусловлены они технологичностью изготовления, простотой расчета и стабильностью характеристик.

Ранее было установлено [3], что наибольший уровень диссипации механической энергии при течении МРС в поле достигается в случае ориентации индукции \mathbf{B} перпендикулярно вектору средней скорости \mathbf{v} . В то же время при исследовании анизотропии вязкости магнитных коллоидов [4] показано, что это условие является необходимым, но не достаточным.

Цель описанных ниже опытов состояла в выяснении влияния ориентационных эффектов на характеристики реальных магнитоологических преобразователей. Основным параметром, отражающим эффективность преобразователя и магнитоологического управления потоком МРС в целом, является перепад давления, создаваемый при заданном расходе суспензии.

Эксперименты проведены на установке, схема которой представлена на рис. 1. Магнитоологический преобразователь состоял из рабочего канала 1 (свернутый в кольцо плоский немагнитный трубопровод), размещенного в области действия индуктора магнитного поля, электромагнита с полюсными наконечниками и сердечником, позволяющими задать нужную ориентацию поля относительно канала (на рисунке не показан). Диаметр кольца — 70 мм,

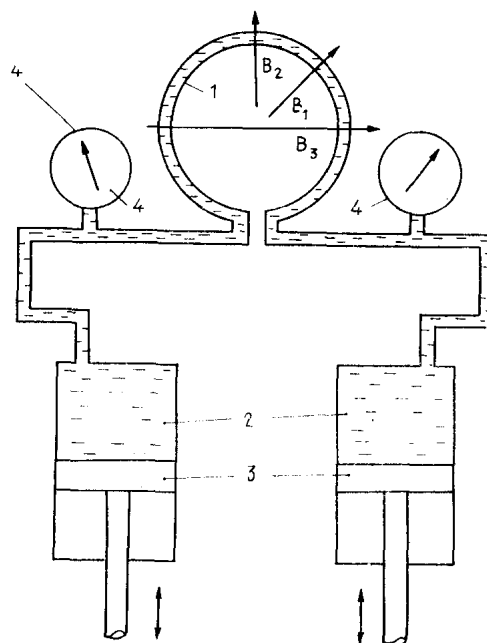


Рис. 1. Схема установки. Пояснения в тексте.

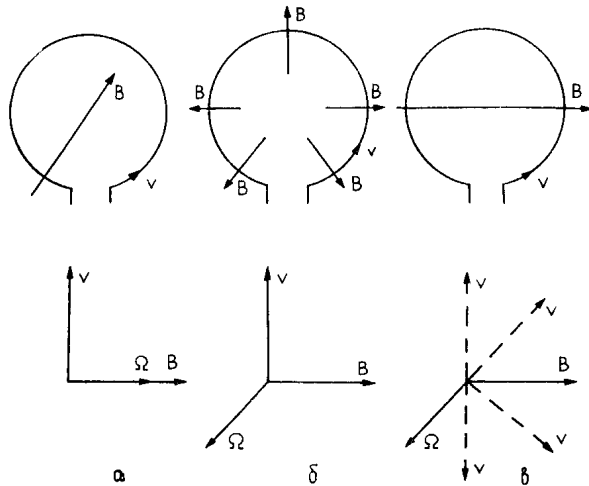


Рис. 2. Варианты (а, б, в) ориентации индукции магнитного поля \mathbf{B} относительно скорости МРС \mathbf{v} .

проходное сечение канала 20×2 мм. Преобразователь электрически соединялся со стабилизированным регулируемым источником постоянного тока и гидравлически — с нагнетательным стендом, работающим по следующей схеме: два идентичных гидроцилиндра 2, функционирующих в противофазе вос—нагнетание, создавали постоянный, не зависящий от гид-

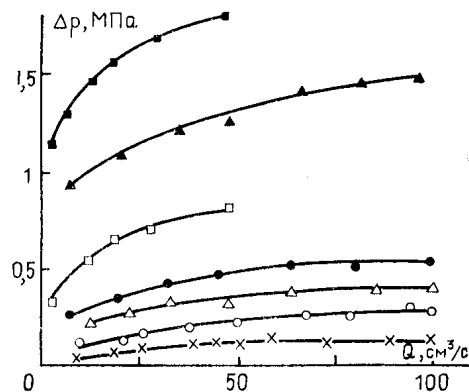
росопротивления цепи, расход МРС, регулируемый скоростью движения поршней 3. Перепад давления на магнитореологическом преобразователе (гидросопротивление, создаваемое рабочим каналом) измерялся двумя образцовыми манометрами 4, установленными на входе и выходе.

Исследованы три различных варианта ориентации канала относительно вектора индукции магнитного поля, причем в двух из них направление индукции перпендикулярно вектору средней скорости течения МРС, а в третьем — угол между индукцией и скоростью при тчении МРС по каналу изменяется. Схематически эти варианты представлены на рис. 2а...в. В варианте а вектор \mathbf{B} , перпендикулярный \mathbf{v} , направлен параллельно вектору гидродинамического вихря Ω ; вариант б характеризуется взаимно ортогональным расположением векторов \mathbf{B} , \mathbf{v} и Ω , а в варианте в угол между \mathbf{B} и \mathbf{v} различен для различных участков канала (на рис. 2в показаны направления \mathbf{v} для нескольких участков нижней половины канала).

В опытах варьировались величина индукции магнитного поля (0...300 мТл) и расход МРС (0...100 см³/с), а эффективность той или иной ориентации оценивалась по наибольшему достигнутому диапазону изменения давления при прочих равных условиях. Индукция поля измерялась миллитесламетром с помощью датчика Холла, расход определялся по данным измерения скорости вращения вала электродвигателя постоянного тока, приводящего в движение поршни гидроцилиндров. В качестве МРС использована кинетически устойчивая 10% (по объему) неколлоидная суспензия ферромагнитных частиц карбонильного железа в гидравлической жидкости АМГ-10.

Результаты проведенных измерений представлены на рис. 3 в виде зависимости перепада давления на преобразователе от расхода МРС для трех вариантов ориентации и двух значений индукции магнитного поля. Представленные зависимости иллюстрируют тот факт, что при прочих равных условиях (одинаковых расходе МРС и индукции магнитного поля) предпочтительной, с точки зрения наибольшего достигнутого перепада давления, является организация потока МРС в магнитореологическом преобразователе, при которой имеет место взаимно ортогональная ориентация векторов индукции магнитного поля средней скорости течения и гидродинамического вихря (вариант б).

Рис. 3. Характеристики давление—расход магнитореологического преобразователя при $\mathbf{B}=0$ (X; начальный уровень Δp), 90 (O, Δ, □) и 300 мТл (●, ▲, ■) для вариантов а (O, ●), б (□, ■) и в (Δ, ▲).



Этот вариант эффективнее и вследствие наименьшего по сравнению с другими требуемого воздушного зазора между полюсными наконечниками индуктора, а следовательно, и минимальной электрической мощности индуктора.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. А. с. 669141 СССР. Магнитореологический дроссель / *З. П. Шульман, М. И. Войцехович, В. И. Кордонский и др.* // Открытия. Изобретения. Пром. образцы. Товар. знаки. — 1979. — № 23.

2. *Шульман З. П., Кордонский В. И., Зальцгендлер Э. А., Прохоров И. В., Хусид Б. М., Демчук С. А.* Структура, физические свойства и динамика магнитореологических суспензий. — Минск, 1983. — 45 с. — [Препринт/ИТМО АН БССР, № 19].

3. *Шульман З. П., Кордонский В. И.* Магнитореологический эффект. — Минск, 1982. — 184 с.

4. *Майоров М. М., Ирбитис А. Э.* // 12-е Риж. совещ. по магнит. гидродинамике. Т. 3. — Саласпилс, 1987. — С. 71...74.

Магнитная гидродинамика. — 1989. — № 2. — С. 133...135

Поступило в редакцию 13.06.88