

Таким образом, данная структура тренажера обеспечивает эффективность подготовки специалистов, а тренажер в целом является новым этапом в развитии инновационных педагогических технологий.

Г. К. Смолин,
А. О. Прокубовская,
Л. Н. Осадчая

МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЕ МГД-УСТРОЙСТВА

К магнитогидродинамическим (МГД) устройствам относятся МГД-генераторы, электромагнитные насосы, МГД-расходомеры, индукционные печи, электромагнитные столпы и др. Действие МГД-устройств основано на движении электропроводящей среды в магнитном поле и электродинамических эффектах (электромагнитной индукции, эффекте Холла, электромагнитном силовом воздействии и др.). Поэтому МГД-устройства можно определить как электрические машины (ЭМ) с якорной зоной в виде сплошной электропроводящей среды (плазмы, жидкого металла, электролита и т. д.).

Хотя по принципу действия МГД-устройства аналогичны обычным ЭМ, движение жидкого проводника приводит к существенным особенностям, отличающим МГД-устройств от обычных ЭМ. Индуцированный ток в роторе в обычных ЭМ течет по путям, обусловленным конфигурацией роторных проводников, поэтому их расчет несложно провести на основе теории цепей. В МГД-устройстве пути для вторичного тока в жидком металле заранее неизвестны, поэтому для их расчета необходимо привлекать уравнения электромагнитного поля с учетом движения среды. Поскольку каналы МГД-устройств имеют конечные размеры, распределение электромагнитных величин в сплошной среде существенно неоднородно. Это приводит к появлению краевых эффектов, которые могут оказывать существенное влияние на характеристики МГД-устройств.

При наложении магнитного поля на движущуюся проводящую среду изменяется профиль скорости в канале. Это обуславливает перераспределение индуцированных токов, их полей и результирующего поля. Неравномерное распределение плотности тока приводит к неоднородным температурным полям.

Таким образом, имеет место взаимное влияние поля скоростей, температурного и магнитного полей, и процессы в проводящей среде подчиня-

ны одновременно законам электродинамики, гидродинамики и термодинамики. В ряде случаев требуется учитывать гравитационные поля.

Немагнитный зазор в МГД-устройствах значительно больше, чем в ЭМ. Это приводит к необходимости повышенных токовых нагрузок первичной обмотки МГД-устройства, что вызывает большие потоки рассеяния и усложняет проблему охлаждения обмоток.

Высокие температуры рабочих тел, их агрессивность по отношению к конструкционным материалам выдвигают совершенно новые требования при конструировании МГД-устройств.

Одним из важнейших направлений развития жидкометаллических МГД-устройств является применение методов и средств магнитной гидродинамики в металлургии.

МГД-устройства отличаются бесконтактным, безынерционным силовым воздействием на металлические расплавы, объемным характером действующих электромагнитных сил, удобством управления течением расплава путем изменения электрических параметров. Они становятся универсальным инструментом в руках металлургов, поскольку позволяют воздействовать магнитным полем на металлический расплав на всех стадиях его технологического передела - от плавки до литья.

Для металлургии должны быть созданы специальные МГД-устройства, удовлетворяющие следующим требованиям:

- каналы и металлопроводы должны быть изготовлены коррозионно и эрозивно стойкими в среде транспортируемого высокотемпературного металлического расплава;

- обмотки должны быть надежными и долговечными в условиях работы при высоких температурах в агрессивных атмосферах металлургических цехов, содержащих хлористые, фтористые, сернистые и другие газы;

- выдерживать циклические режимы, связанные с колебаниями температур и нагрузок при периодических запусках;

- обеспечивать электроподогрев жидкого металла при его транспортировке, обработке и особенно в течение вынужденных простоев.

Этим требованиям удовлетворяют системы трансформаторных МГД-устройств с простыми по конструкции обмотками и вихревых МГД-устройств с простейшими каналами, разрабатываемые в Уральском государственном профессионально-педагогическом университете, составившие предмет 40 изобретений, синтезированные для работы в жестких условиях металлургических производств.