

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования «Новосибирский национальный
исследовательский государственный университет»
Физический факультет**

Кафедра общей физики

Направление подготовки 03.03.02 Физика
(код направления и наименование)

Дисциплина Электричество и магнетизм

АННОТАЦИЯ К КУРСОВОЙ РАБОТЕ

Ф.И.О. Семенов Егор Андреевич, группа 24307

**Тема Соленоидальные газовые клапаны: возможности получения предельного
быстродействия и методы его измерения**

Научный руководитель Дейчули Петр Петрович, к.ф.-м.н.

Целью работы является изучение принципов действия соленоидальных газовых клапанов, применяемых в системах газонапуска установок управляемого термоядерного синтеза, исследование возможностей повышения их быстродействия и методов его измерения. Рассмотрены физические ограничения быстродействия, обусловленные скин-эффектом в ферромагнитном сердечнике, инерционностью подвижного якоря и эффектом насыщения ферромагнетика. Выполнено теоретическое моделирование распределения тока в проводнике с учётом скин-эффекта и рассчитано магнитное поле в воздушном зазоре ферромагнитного магнитопровода. На основе полученной зависимости силы притяжения якоря от величины зазора решено нелинейное дифференциальное уравнение его движения с учетом фронта нарастания тока катушки и влияния переменного воздушного зазора на поле электромагнита, что позволило определить время схлопывания зазора. Предложены конструктивные модернизации клапана: изменение формы якоря для ослабления влияния скин-эффекта, снижение его массы для уменьшения инерции и замена материала на ферромагнетик с более высокой индукцией насыщения. Определена оригинальная методика измерения времени срабатывания клапана, основанная на регистрации момента схлопывания зазора по напряжению на катушке, работающая в условиях, когда метод регистрации тока становится неприменим. Экспериментально подтверждено, что снижение массы якоря на 24 % и замена материала позволили вдвое сократить время срабатывания; подтверждено влияние скин-эффекта — осевой разрез якоря уменьшил время открывания на 140 мкс; разработанная методика измерения оказалась надёжной даже при высоких токах. Совместная оптимизация инерционных и электромагнитных параметров якоря эффективно повышает быстродействие клапана. Полученные результаты имеют практическую ценность для повышения точности и скорости газовых систем.

Ключевые слова: соленоидальный газовый клапан, скин-эффект, магнитное поле в зазоре, сила притяжения электромагнита, быстродействие, время срабатывания, модернизация конструкции.

« ____ » _____ 20 ____ г.

_____ / _____