

**ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНДУКЦИОННО-
ДИНАМИЧЕСКОГО ПРИВОДА В ТЕХНИКЕ**

А. М. ЕЛЕНКИН, В. В. ИВАШИН

(Представлена научным семинаром электрических машин)

Индукционно-динамические приводы в настоящее время еще не нашли широкого применения в различных технических устройствах. Объясняется это, с одной стороны, тем, что ИДП для своей работы требуют мощных коммутирующих приборов на токи в сотни или даже тысячи ампер при напряжениях в сотни и тысячи вольт, которые появились только в начале шестидесятых годов в связи с успехами в разработке тиристоров. С другой стороны, ИДП в большинстве случаев требуют для своей работы импульсных источников питания в виде конденсаторных батарей, заряжаемых через выпрямительные устройства. Успехи, достигнутые в последние годы как в конденсаторной, так и в полупроводниковой выпрямительной технике существенно стимулируют развитие ИДП. Несмотря на это, работы по ИДП ведутся в настоящее время чрезвычайно медленно, а их возможности неизвестны для широкого круга электриков. Только в последние годы интерес к ИДП стал возрастать и появился ряд работ, в которых описываются различные устройства с применением ИДП. Основным достоинством ИДП является легкость получения в течение короткого промежутка времени (порядка десятков и сотен микросекунд) значительного механического усилия, величина которого практически ограничивается только запасом прочности конструкции привода и мощностью источника питания.

ИДП представляет собой трансформатор в режиме к. з. с подвижной вторичной обмоткой, выполненной в виде одного или нескольких витков. Конструктивно ИДП может быть выполнен без магнитопровода (рис. 1, а), с разомкнутым магнитопроводом (рис. 1, б) или с замкнутым магнитопроводом (рис. 1, в).

При подаче импульса тока в первичную обмотку во вторичной обмотке наводится ток обратного направления. Между обмотками появляется магнитное поле, боковым распором которого вторичная обмотка отталкивается от первичной и разгоняется до некоторой скорости.

Конструкции ИДП по рис. 1, а применяются для получения механических усилий, достигающих 300000 н при индукции в воздушном зазоре 10 тл и выше. Кинетическая энергия подвижной части достигает 1000 дж при скорости до 200 м/сек. Такая конструкция ИДП используется в быстродействующих короткозамыкателях, в быстродействующих затворах физических приборов, при магнитной штамповке изделий из металла и т. д. [1, 3, 4, 10—13].

Конструкции по рис. 1, б и в применяются в механизмах с возвратно-поступательным движением [2], в контактных аппаратах, а также

было предложено использовать ИДП в электрических ударных инструментах [5], когда вторичная обмотка укрепляется на центральной части магнитопровода, выполненной подвижной. Наличие магнитопровода уменьшает энергоемкость источника питания и улучшает магнитную связь между контурами. Перемещаемая масса порядка нескольких кг,

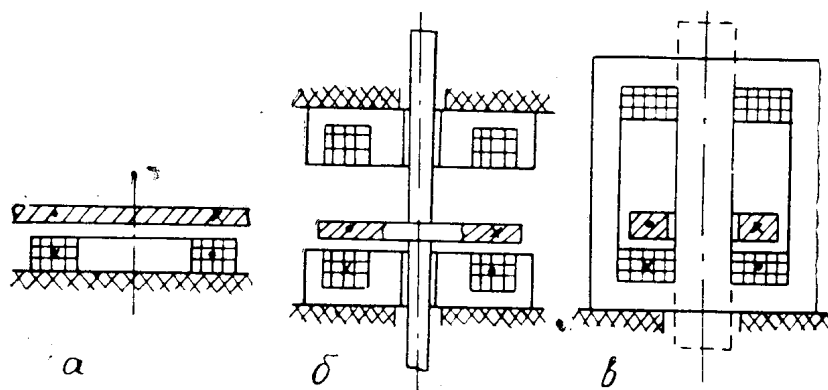


Рис. 1. Типы конструкций ИДП

кинетическая энергия достигает 100 дж при скорости движения порядка 10 м/сек. Известно применение таких приводов в быстродействующих контактных аппаратах для коммутации больших импульсных токов (~ 100 ка) при напряжении 10÷15 кв. Время срабатывания этих аппаратов достигает 1—3 мсек, масса подвижных деталей 1,5÷2 кг перемещается на расстояние 30 мм. Такого высокого быстродействия практически невозможно добиться, используя импульсные электромагниты, так как в них механическое усилие ограничивается насыщением стали и значительной величиной индуктивности, обусловленной наличием больших полей рассеяния. Кроме того, в ИДП вес подвижной части значительно меньше, так как вторичную обмотку можно изготовить в виде легкого дуралюминиевого витка [6—9].

В известных конструкциях ИДП к. п. д. колеблется от 2 до 30%. В устройствах с малым числом срабатываний в единицу времени (один раз за несколько минут или десятков минут) этот недостаток не является серьезным препятствием для использования ИДП. Однако в устройствах с ограниченным энергоресурсом (при питании от автономных источников) и повышенной частотой срабатываний (летательные аппараты, машины ударного действия и т. д.) низкий к. п. д. является серьезным недостатком, определяющим сильный нагрев обмоток, значительные габариты и вес схемы питания.

Известным способом повышения к. п. д. является закорачивание рабочей обмотки на максимуме тока (рис. 2) [1, 14]. В этом случае вся энергия, запасенная в конденсаторе, превращается в энергию магнитного поля первичной и вторичной обмоток, которая затем переходит в кинетическую и тепловую энергию.

Однако ток в закороченной рабочей обмотке под действием активных потерь и противоэдс, возникающей вследствие изменения потока сцепления при перемещении подвижной части, быстро затухает. В результате ускоряющее механическое усилие быстро уменьшается во времени, что отрицательно сказывается на использовании активных материалов привода и ухудшает к. п. д.

Исследования ИДП показали, что при питании рабочей обмотки квазипрямоугольными импульсами тока (на рис. 2 показано пунктиром) путем введения в закороченный контур дополнительной энергии в процессе перемещения подвижной части механическое усилие поддержива-

ется значительной величины на всей длине рабочего хода. Это определяет лучшее использование активных материалов и более высокий к. п. д. Кроме того, к. п. д. можно существенно повысить за счет более тщательной разработки конструкции с целью увеличения скорости изменения магнитной проводимости при перемещении вторичного контура.

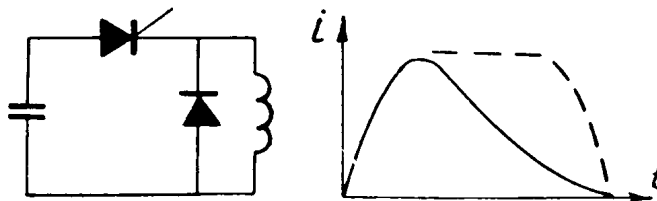


Рис. 2. Схема питания ИДП с закорачиванием рабочей обмотки на максимуме тока

Исследования нескольких образцов ИДП с массой подвижной части в 1, 4, 100 кг показывают, что их к. п. д. энергопреобразования составляет 20÷40%. Под к. п. д. при этом понимается отношение кинетической энергии подвижной части к энергии, израсходованной накопительной емкостью системы питания за время работы привода.

В связи с повышенным к. п. д., успехами полупроводниковой техники и конденсаторостроения становится перспективным использование ИДП в устройствах с ограниченным запасом энергии, высокой частотой срабатываний и ограниченным весом активных материалов: в летательных аппаратах, в быстродействующих контактных аппаратах, в различных электрофизических устройствах, при выполнении различных технологических операций, в машинах ударного действия и т. д. По весу активных материалов и энергии удара ИДП становится способным конкурировать как с пневматическими двигателями возвратно-поступательного движения (к. п. д. ~ 5%), так и с приводом электромагнитного типа, широко используемыми в настоящее время в технике. В то же время ИДП превосходит их по к. п. д., быстродействию и легкости регулирования частоты и энергии.

Одной из основных задач при дальнейших исследованиях ИДП остается повышение коэффициента полезного действия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Rogers and Whittle. Electromagnetically actuated, fast-closing switch using polythene as the main dielectric. Proc. IEE, vol. 116, № 1, 1969.
2. Койн и Маллинз. Возвратно-поступательный индукционный механизм с критическим демпфированием для управления клапаном пузырьковой камеры. «Приборы для научных исследований», 1967, № 5.
3. Авеллоуп, Бярд и Дэм. Быстродействующий электромагнитный затвор. Приборы для научных исследований, 1967, № 12.
4. О. Б. Брон, В. П. Еленчурин. Электромагнитные давления при магнитно-импульсной обработке металлов. «Электротехника», 1968, № 5.
5. В. Я. Стариков. Авт. свид. № 33499, кл. 87.
6. В. В. Ивашин. Коммутация тока в схемах получения магнитных полей и электрических машинах. ТПИ. Докторская диссертация, 1969.
7. А. И. Блудов. Вентильно-механические коммутационные схемы при создании магнитных полей с большой запасаемой энергией. ТПИ. Кандидатская диссертация, 1969.
8. В. В. Ивашин, А. И. Блудов, А. М. Еленкин. Вентильно-механический аппарат для коммутации больших импульсных мощностей. «Изв. ТПИ», т. 160, 1966.
9. В. В. Ивашин, А. И. Блудов. Новый мощный коммутирующий прибор. Сб. «Электронные ускорители». «Энергия», М., 1968.

10. Furukawa Tetshya, Nitta Voshio, Kiyokuni Nobuaku, Gas blast circuit breaker with electromagnetic contact actuating means. [Fuji Denki seizo Kabushiki Kaisha]. Пат. США. кл. 200--148, № 3315056.
 11. Негоих L., Hinteregger H. E., Rev. Sci Instr., 31, 280 (1960)).
 12. Н. В. Белый, М. М. Глибичкий. Быстродействующий короткозамыкатель, Авт. свид. № 133943, кл. 21 с.
 13. Э. А. Шелехов, К. И. Голованов, Л. И. Сердюков. Быстродействующий электродинамический замыкатель. Авт. свид. № 141538, кл. 21 с.
 14. В. Н. Бондалетов. Определение э. м. с., их работа и электромеханический к. п. д. в контурах с токами. «Электричество», 1966, № 1.
-