

ИМПУЛЬСНОЕ ИНДУКЦИОННО-ДИНАМИЧЕСКОЕ УСТРОЙСТВО С РЕГУЛИРУЕМЫМИ ЭНЕРГИЕЙ И ЧАСТОТОЙ УДАРОВ

В. В. ИВАШИН, А. М. ЕЛЕНКИН

(Представлена научным семинаром кафедр электрических
машин и общей электротехники)

В последние годы все большее внимание уделяется развитию и исследованию электрических машин с возвратно-поступательным характером движения якоря, используемых в ударных механизмах [1]. В результате исследований индукционно-динамических двигателей, проводившихся в НИИ ЯФ ТПИ в течение ряда лет [2, 3], было разработано и изготовлено импульсное устройство для создания больших ударных нагрузок на испытуемом образце грунта с целью определения его вибрационных характеристик.

Параметры устройства

№ п.п.	Параметры	Величина
1.	Энергия соударения	25 дж или 55 дж
2.	Частота ударов	3,5 - 15 гц
3.	Питание	трехфазное, 380 в, 50 гц
4.	Вес ударного узла	22 кг
5.	Вес якоря	4 кг
6.	Вес схемы питания	25 кг
7.	Электромеханический к. п. д.	20%
8.	Потребляемая мощность	не более 5 кВт

Устройство состоит из непосредственно ударного узла (рис. 1) и схемы питания, выполненной в виде отдельного блока (рис. 2).

Ударный узел состоит из якоря 1, амортизирующей прокладки 2, индуктора с двумя катушками 3 и возвратной пружины с регулируемым усилием 4. Индуктор собран из листов электротехнической стали толщиной 0,5 мм, имеет наружный диаметр 160 мм и длину 140 мм; катушки намотаны шинкой ПСД по 68 витков каждая, соединены последовательно с общим активным сопротивлением 0,14 ом; листы индуктора и катушки залиты эпоксидной смолой; якорь выполнен из стали 9ХС диаметром 60 мм, имеет восемь продольных пазов глубиной 15 мм; в тело якоря впаяны два медных кольца, усиленные бронзовыми бандажами.

На рис. 1, б представлена кривая индуктивности индуктора в функции перемещения якоря, снятая экспериментально при ненасыщенном магнитопроводе ударного узла. В исходном положении якорь удерживается возвратной пружиной в левом крайнем положении. При поступ-

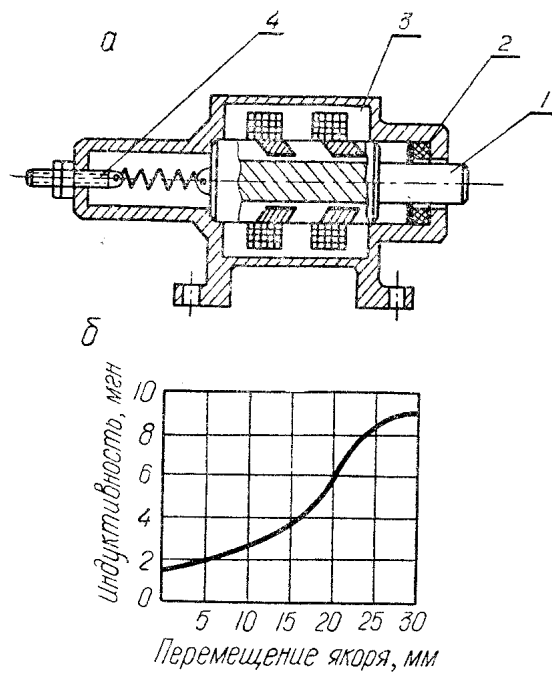


Рис. 1. а) Ударный узел. б) Зависимость индуктивности индуктора от положения якоря.

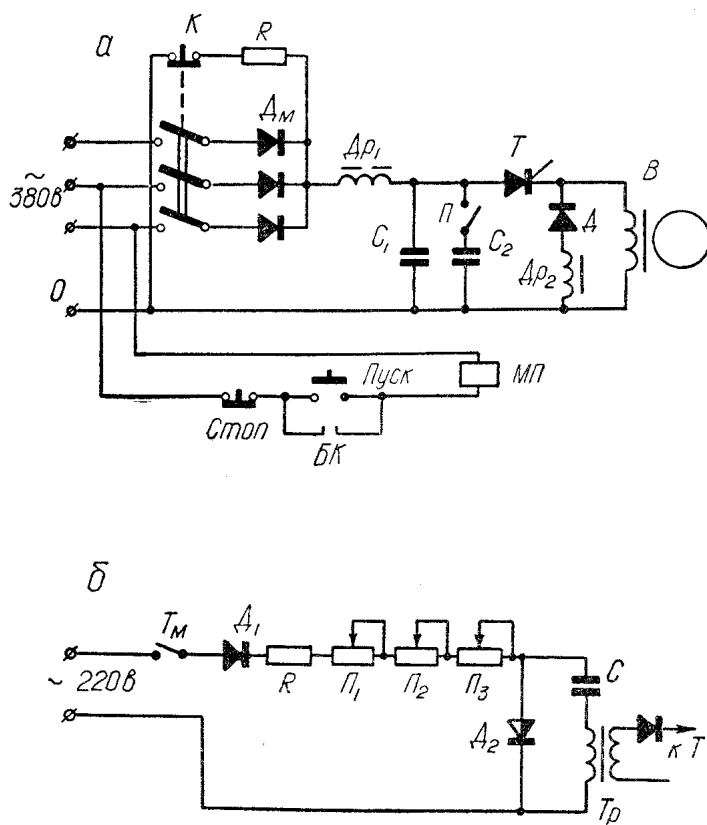


Рис. 2. а) Схема питания. б) Схема управления ударным устройством

лении в катушки статора импульса тока от схемы питания якорь начинает перемещаться вправо под действием электромагнитных сил, возникающих между катушками и короткозамкнутыми медными витками якоря, разгоняясь до некоторой скорости, и затем производит удар по испытуемому образцу или по амортизирующей прокладке. Возврат якоря в исходное положение происходит под действием усилия возвратной пружины. В данном случае использовалась пружина с усилием $8 \div 12$ кг, что вполне достаточно для возврата якоря за ~ 30 мсек. При необходимости возврат якоря можно производить под действием магнитных сил за более короткое время, что позволит увеличить частоту следования ударов до $50 \div 60$ гц.

Схема питания ударного устройства (рис. 2, а) состоит из двух батарей конденсаторов C_1 и C_2 по 3000 мкф каждая, тиристора Т, рабочей обмотки ударного устройства В, закорачивающего диода Д с коммутирующим дросселем Dr_2 , зарядного дросселя Dr_1 , зарядных диодов Дм, магнитного пускателя МП с кнопками управления, закорачивающих контактов К и сопротивления R. С помощью пакетного выключателя П батарея конденсаторов C_2 при необходимости может быть отключена. При нажатии на кнопку «пуск» включается магнитный пускатель МП и конденсаторная батарея заряжается через диоды Дм и дроссель Dr_1 . При поступлении управляющего импульса на тиристор Т конденсаторная батарея разряжается через рабочую обмотку ударного устройства. В момент перехода напряжения на конденсаторе через нуль открывается диод Д, и после перемагничивания дросселя Dr_2 тиристор Т запирается под действием небольшого отрицательного напряжения на конденсаторной батарее. Затем ток в контуре: рабочая обмотка В — дроссель Dr_2 — диод Д затухает, а конденсаторная батарея начинает снова заряжаться от электросети. При поступлении следующего управляющего импульса на тиристор Т процесс повторяется. При нажатии на кнопку «стоп» магнитный пускатель отключает зарядные диоды Дм от электрической сети и замыкает контакты К. Конденсаторная батарея быстро разряжается через дроссель Dr_1 и сопротивление R.

Рабочее напряжение на конденсаторной батарее C_1 , составленной из конденсаторов К50-ЗИ, 310 вольт. При необходимости схема позволяет увеличивать в 2 раза силу удара путем форсировки режима работы, с помощью увеличения напряжения на конденсаторах до 400—450 в.

Схема управления работой тиристора (рис. 2, б) состоит из тумблера Тм, диода D_1 , ограничительного сопротивления R, трех потенциометров P_1 , P_2 и P_3 , конденсатора С, переключающего диода D_2 и импульсного трансформатора Тр.

При включении тумблера Тм конденсатор С начинает заряжаться от электрической сети через диод D_1 , сопротивление R и потенциометры P_1 — P_3 . Когда напряжение на конденсаторе достигнет напряжения переключения диода D_2 , последний открывается, и конденсатор разряжается через обмотку импульсного трансформатора Тр. Со вторичной обмотки трансформатора управляющий импульс через диод подается на тиристор Т схемы питания ударного устройства. Частоту повторения импульсов можно регулировать с помощью потенциометров P_1 — P_3 .

На рис. 3 представлена осциллограмма процесса ускорения якоря. Осциллограмма снята при ударе якоря об амортизирующую прокладку. В конце хода якоря наблюдается магнитное торможение якоря, сопровождающееся появлением плоской части в кривой тока. Это торможение уменьшает ударную нагрузку на корпус ударного узла при холостых ударах и вызвано вдвиганием медного кольца в следующую

по ходу движения катушку. На рис. 4 представлен общий вид ударного устройства.

Рис. 3. Осциллограмма процесса ускорения якоря при емкости батареи 6000 мкф. 1 — ток в рабочей обмотке индуктора (амплитуда тока 420 а). 2 — напряжение на зажимах индуктора. 3 — скорость движения якоря. Масштаб времени по оси ординат: 1 большое деление соответствует 2 мсек

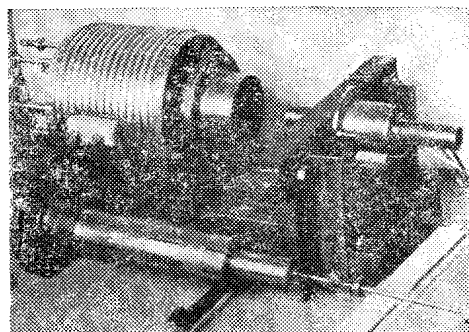
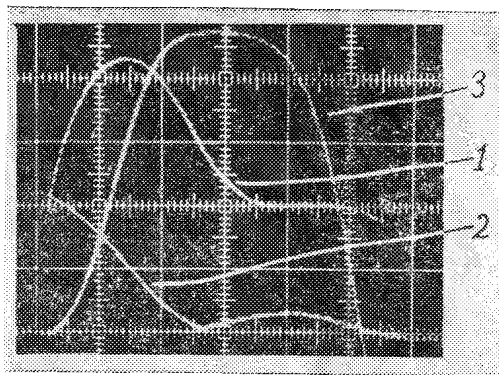


Рис. 4. Общий вид ударного узла с вынутым якорем

При испытании устройства с ПВ 10÷15% было установлено, что все элементы схемы питания и конструкции обладают достаточной надежностью. При исследовании ударного узла на стенде была достигнута энергия удара 200 дж при к.п.д. электромеханического преобразования энергии конденсатора 34%. Разработанное ударное устройство может быть использовано в ударных машинах различного назначения. Его особенностью является возможность регулирования частоты ударов в диапазоне 0—15 (50) гц и высокая удельная мощность, существенно превосходящая удельную мощность известных электромагнитных соленоидных машин [1]. В ряде случаев устройство ударного действия описанного типа может успешно конкурировать с пневматическими машинами ударного действия, в отличие от которых не требует громоздкого и дорогого вспомогательного компрессорного оборудования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Н. П. Ряшенцев, П. М. Алабужев и др. Ручные электрические машины ударного действия, М., «Недра», 1970.
2. В. В. Ивагин, А. И. Блудов, А. М. Еленкин. Вентильно-механический аппарат для коммутации больших импульсных мощностей. Изв. ТПИ, т. 160, 1966.
3. В. В. Ивагин, А. М. Еленкин. Разработка и исследование индукционно-динамического двигателя в.п.д. для машин ударного действия. Научный отчет НИИ ЯФ ТПИ, Сб. рефератов НИР, № 17—18, 1971.