

НОВЫЙ СПОСОБ РЕГУЛИРОВАНИЯ СКОРОСТИ ДВИГАТЕЛЕЙ С КОЛЬЦАМИ

И. Г. КУЛЕЕВ

Регулирование скорости асинхронных двигателей с кольцами проводится путём включения активного сопротивления в цепь ротора или путём каскадного соединения их. Регулирование скорости по первому способу сопряжено с большими потерями и понижением к.п.д. Регулирование по второму способу связано с установкой дополнительных машин при малом использовании каждой из них. Кроме того, регулирование скорости по последнему способу происходит ступенями. В связи с этим автор поставил перед собой задачу найти новый способ, который не имел бы указанных выше недостатков.

По предложенному способу в цепь ротора двигателя включаются тиратроны (рис. 1), характерной особенностью которых является уменьшение потенциала зажигания при увеличении потенциала сетки. Эта особенность тиратрона представляется достаточно полно пусковыми характеристиками (рис. 2), где цифрой I обозначена положительная характеристика, а цифрой II—отрицательная. По кривым (рис. 2) при увеличении положительного потенциала сетки тиратроны начинают пропускать ток при меньшем анодном напряжении. Применительно к цепи ротора асинхрон-

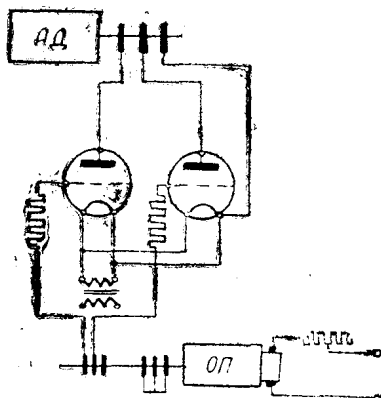


Рис. 1

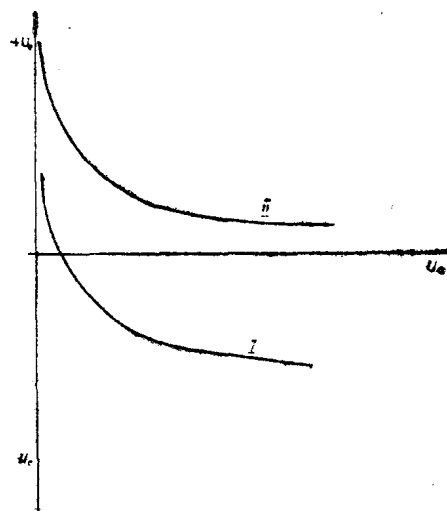


Рис. 2

ного двигателя, в цепь которого включены тиратроны, это положение надо понимать следующим образом: при неизменном моменте вращения двигателя и увеличении положительного потенциала сетки э.д.с. ротора должна уменьшаться. Так как меньшего значения э.д.с. в обмотке ротора асинхронной машины может достигнуть лишь при большой скорости, то увеличение напряжения на сетке приводит к увеличению числа оборотов, и наоборот, уменьшение напряжения на сетке—к уменьшению числа оборотов двигателя. Следовательно, по методу автора, регулирование скорости

двигателей с кольцами осуществляется следующим образом: включают два тиратрона в цепь ротора двигателя по схеме (рис. 1) и изменяют потенциал сетки.

При увеличении положительного потенциала сетки скорость увеличивается, а при уменьшении—уменьшается. Хорошие результаты получаются в том случае, когда тиратроны имеют положительную характеристику. В этом случае за счет того, что характеристика имеет малый наклон на всем участке, пределы регулирования скорости значительно расширяются. При применении тиратронов с отрицательной характеристикой пределы регулирования скорости настолько незначительны, что ставится под сомнение целесообразность применения этого метода.

Характерным для регулирования скорости по методу автора является то, что регулирование скорости происходит практически без потерь и с большей степенью плавности. Хорошая плавность регулирования скорости достигается за счёт плавного изменения потенциала сетки.

Что касается к.п.д. двигателя, то его уменьшение сравнительно с значением при отсутствии тиратронов в цепи ротора будет обусловлено потерями в тиратронах $P_T = \Delta U I_p$, где ΔU —падение напряжения в тиратронах, I_p —ток ротора (анода). При постоянном моменте нагрузки $M = c\Phi I_p$ потери в тиратроне будут $P_T = \Delta U$; так как $\Delta U = 15\text{ в} = \text{const}$, то снижение к.п.д. двигателя происходит приблизительно на $\frac{\Delta U}{U_p} \cdot 100\%$. Здесь

U_p —напряжение ротора при холостом ходе. При $\Delta U = 15$ в и $U_p = 750\text{ в}$

снижение к.п.д. произойдет на $\frac{\Delta U}{U_p} \cdot 100 = \frac{15 \cdot 100}{750} = 2\%$ при всех скоростях двигателя. При таком малом проценте снижения к.п.д. стоимость тиратронов, а для мощных установок стоимость ртутных выпрямителей, которые должны будут включаться в цепь ротора асинхронного двигателя, несомненно, довольно быстро окупится.

В электромашинной лаборатории ТПИ по методу автора проводилось регулирование скорости трехфазного асинхронного двигателя ДТ-70, 70 ватт, 1500 об/мин, 220 вольт. В цепь ротора были включены тиратроны типа ТГ-235, пусковая характеристика которых приведена на рис. 3.

Зависимость числа оборотов в минуту от потенциала сетки— U_c при нагрузке $P = \frac{1}{2} P_n$, где P_n —номинальная мощность мотора приведена на рис. 4.

Испытание двигателя проводилось по схеме, приведённой на рис. 1. С целью расширения пределов регулирования скорости в цепь ротора необходимо включить ещё один тиратрон, анод которого связать с катодами двух других тиратронов, а катод—с третьим кольцом ротора. Однако в этом случае за счет потерь в дополнительном тиратроне снижается к.п.д. установки, а за счет изменения условий протекания тока ротора появляется неравномерность хода. Включение большего числа тиратронов в цепь ротора при попарно встречном их соединении сужают пределы регулирования скорости двигателя.

Метод автора может быть применим для регулирования скорости двигателей с кольцами как маломощных, так и мощных. В последнем случае он будет более экономичен. Полагается, что в мощных установках в цепь ротора должны быть включены металлические ртутные выпрямители с сетками. Что же касается установки для регулирования потенциала сеток тиратронов, то она практически не повышает стоимости силовой установки, так как мощность этой установки мала. В нашем случае применена реконструированная УМ-40 (можно применить машину значитель-

но меньшей мощности). Реконструкция машины УМ-40 состоит в том, что вал её удлинён для закрепления на нём шести колец, к которым присоединены три начала и три конца фаз якоря, взятые со стороны, противоположной коллектору. Концы фаз связаны вместе, а начала присоединены, через соответствующие сопротивления, к сеткам тиратронов (рис. 1).

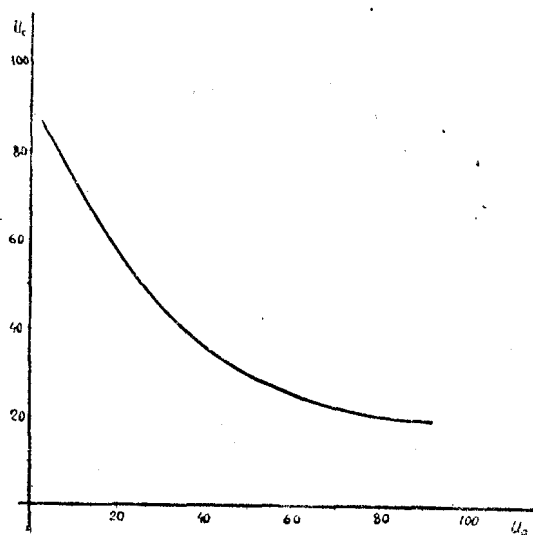


Рис. 3

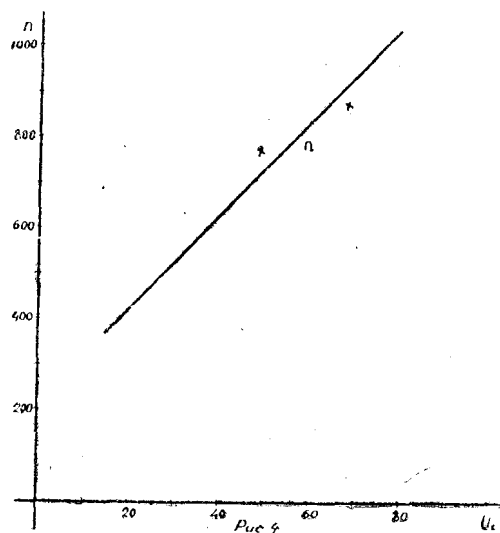


Рис. 4

Регулирование напряжения на сетках тиратронов производилось путём изменения сопротивления включённого в цепь якоря одноякорного преобразователя ОП (рис. 1).

Предложенный способ имеет следующие преимущества перед существующими: 1) более высокий к.п.д. установки и 2) простота обслуживания.