

4.3. Формирование характеристик тягового генератора

Селективная характеристика. Для получения внешней характеристики тягового генератора в качестве вспомогательной используется селективная характеристика генератора $abcd$ (рис. 29). Селективную характеристику формирует система автоматического регулирования возбуждения генератора без электрической связи с объединенным регулятором дизеля, т. е. все элементы схемы, изображенной на рис. 25, кроме индуктивного датчика.

Рассмотрим действие системы регулирования (условно 15-й позиции контроллера) применительно к последовательным режимам работы тепловоза. В первый момент трогания, когда якоря тяговых электродвигателей неподвижны, в задающую обмотку амплистата поступает подмагничивающий ток, вызывая появление выходного тока амплистата и в конечном итоге тока тяговых двигателей. При этом в управляющей обмотке амплистата появляется сигнал обратной связи по току, увеличивающийся пропорционально возрастанию тока тяговых двигателей. Сигнал обратной связи по напряжению в управляющую обмотку амплистата не поступает, поскольку падение напряжения на резисторе $СБТН$ (см. рис. 28), пропорциональное напряжению тягового генератора, значительно меньше, чем падение напряжения на резисторе $СБТТ$, пропорциональное току генератора. Следовательно, потенциал точки b меньше, чем точки a , диод $В4$ оказывается заперт, ток через него не проходит. Встречное действие тока управляющей обмотки смещает вниз рабочую точку на крутой части характеристики амплистата (рис. 30) до тех пор, пока напряжение генератора не станет равным падению напряжения на тяговых двигателях и возрастание протекающего в них тока прекратится. На характеристике амплистата этому соответствует точка a . Для более надежного ограничения максимального тока генератора при трогании тепловоза служит размагничивающая обмотка возбуждителя, компенсирующая влияние его независимой обмотки, по которой протекает минимальный рабочий ток амплистата (ток холостого хода). С началом вращения якорей ток тяговых двигателей уменьшается за счет появления противо-э.д.с. Соответствующее уменьшение сигнала в управляющей обмотке перемещает рабочую точку на характеристике амплистата от a до b . При этом из-за большой крутизны характеристики незначительное уменьшение тока тягового генератора при-

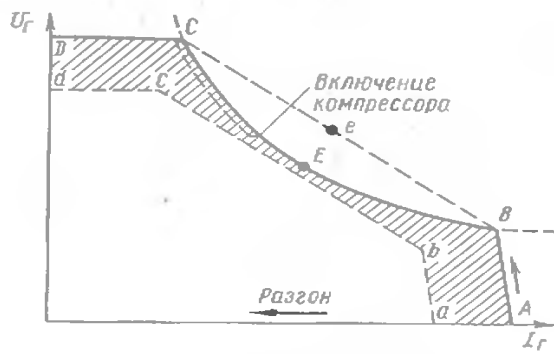


Рис. 29. Характеристика тягового генератора

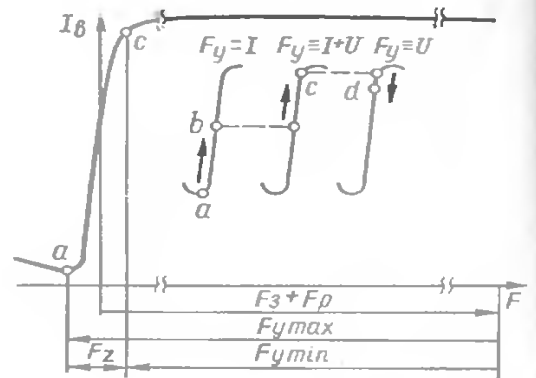


Рис. 30. Характеристика амплистата: F_z — н.с. задающей обмотки; F_p — н.с. регулировочной обмотки; F_y — н.с. управляющей обмотки; F_c — результирующая н.с.; I_c — ток выхода

водит к значительному увеличению тока на выходе амплистата и, следовательно, напряжению генератора на участке ab селективной характеристики генератора (см. рис. 29). Этот участок соответствует ограничению максимального тока генератора. Уменьшение токового сигнала в обмотке управления амплистата сопровождается повышением падения напряжения на резисторе $СБТН$ в связи с ростом напряжения генератора. В точке b падение напряжения в цепи обмотки управления (с учетом резистора $СОУ$) становится равным падению

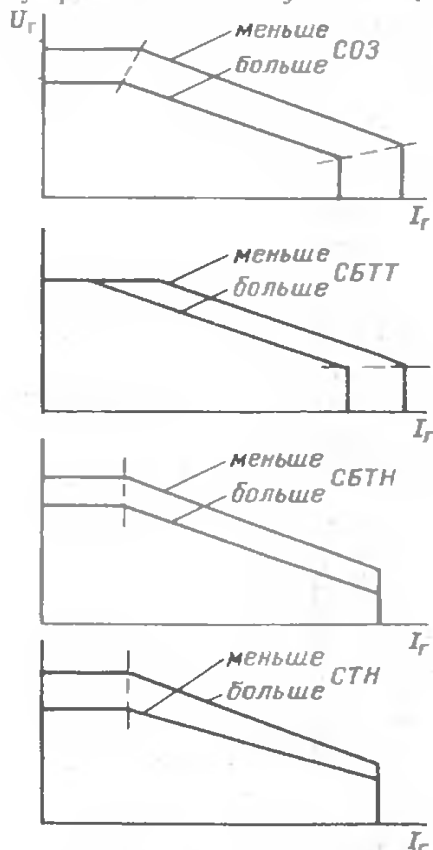


Рис. 31. Влияние сопротивлений на селективную характеристику

напряжения на $СБТН$. При этом отпирается диод $В4$ (см. рис. 28) и по мере разгона тепловоза, сопровождающегося дальнейшим увеличением напряжения и уменьшением тока генератора, в обмотку управления амплистата начинает поступать составляющая сигнала по напряжению I'_a .

На участке bc характеристики амплистата ток в обмотке управления представляет собой сумму уменьшающегося сигнала от $ТПТ I'_1$ и увеличивающегося сигнала от $ТПН I'_a$. Вследствие большой крутизны характеристики ток управления на этом участке уменьшается незначительно, т. е. сумма сигналов по току и напряжению остается почти постоянной. Такому характеру изменений соответствует прямая линия bc на селективной характеристике генератора. В точке c падение напряжения в цепи обмотки управления амплистата становится равным падению напряжения на резисторе $СБТН$, и диод $В3$ запирается (см. рис. 28). Теперь сигнал в обмотку управления поступает только от $ТПН$. При дальнейшем уменьшении тока тягового генератора, которому соответствует движение рабочей точки на селективной характеристике от c к d , напряжение генератора увеличивается, но несущественно,

так как даже незначительный его рост сопровождается резким возрастанием отрицательного сигнала в цепи обратной связи. Происходит ограничение напряжения генератора.

Таким образом, селективность обратной связи проявляется в избирательном включении в процесс регулирования трансформаторов тока и напряжения. На селективной характеристике этому соответствуют три различных участка: ограничения тока ab , напряжения cd и изменения мощности по закону суммы bc . Значения параметров на выходе генератора для всех трех участков селективной характеристики определяются током задающей обмотки амплистата. Так как этот ток пропорционален напряжению тахометрического блока, которое зависит от частоты вращения коленчатого вала дизеля, 15 положениям контроллера машиниста соответствуют 15 параллельно смещенных друг относительно друга селективных характеристик. Селективная характеристика является жесткой, т. е. не зависит от степени нагрузки дизеля. Форма селективной характеристики изменяется в зависимости от сопротивлений резисторов $CO3$, $CBTH$, $CBTT$, CTH (рис. 31).

Внешняя характеристика. Селективная характеристика генератора на участке bc (см. рис. 29), соответствующем основным рабочим режимам электропередачи, т. е. между режимами ограничения максимально допустимых тока и напряжения, не обеспечивает требуемое постоянство отбора мощности дизеля. Для обеспечения этого постоянства применяется дополнительное регулирование возбуждения генератора при помощи индуктивного датчика, встроенного в регулятор дизеля. Регулирующая обмотка амплистата, производящая дополнительное подмагничивание в зависимости от степени нагрузки дизеля, подключена к распределительному трансформатору последовательно с индуктивным датчиком ID , выпрямительным мостом VI и параллельно регулировочному резистору COP (см. рис. 24).

Ток регулировочной обмотки изменяется в зависимости от положения якоря индуктивного датчика, который связан со штоком сервомотора регулятора мощности всережимного регулятора дизеля. Когда якорь полностью выдвинут и, следовательно, сопротивление индуктивного датчика минимально, ток в регулировочной обмотке будет максимальным. Если бы ток оставался неизменным, характеристика генератора имела бы вид $ABeCD$ (см. рис. 29). Однако она остается такой только на участках ограничения максимальных тока и напряжения, значения которых по сравнению с селективной характеристикой увеличиваются. На участке же между точками B и C , в которых мощность дизеля используется полностью, генератор, работая по характеристике BeC , перегружал бы дизель. При перегрузке дизеля относительно его номинальной мощности на данной позиции шток регулятора начнет перемещать якорь внутрь индуктивного датчика, индуктивное, а следовательно, и полное сопротивление датчика увеличатся, ток в регулировочной обмотке уменьшится (рабочая точка на характеристике амплистата опустится вниз), что вызовет уменьшение мощности генератора до соответствия ее с мощностью, на поддержание которой настроен объединенный регулятор дизеля. Движение якоря индуктивного датчика при этом прекратится. При недогрузке дизеля характер работы индуктивного датчика противоположен. Таким образом, регулятор мощности дизеля, изменяя положение якоря индуктивного датчика, формирует основной рабочий участок внешней характеристики BeC тягового генератора, имеющий вид гиперболы, если мощность дизеля, которая может быть использо-

вана для тяги, остается неизменной. В процессе же работы тепловоза может возникать избыток свободной мощности дизеля из-за отключения вспомогательных нагрузок (например, компрессора) или нехватка ее из-за атмосферных условий. Во всех этих случаях регулятор мощности дизеля, изменяя при помощи индуктивного датчика ток регулировочной обмотки амплистата, восстанавливает равновесие между мощностью, расходуемой на тягу и вспомогательные нужды и свободной мощностью дизеля.

Ослабление возбуждения тяговых электродвигателей. Максимальное напряжение тягового генератора определяет реально достижимую тепловозом скорость при полном возбуждении тяговых электродвигателей, напряжение на зажимах которых можно с небольшим допущением считать пропорциональным частоте вращения их якорей. Повышение скорости при полном возбуждении возможно лишь в случае исполнения двигателей и генератора на более высокое допустимое напряжение, что привело бы к значительному увеличению габаритов и массы машин. Для увеличения скорости тепловоза без превышения допустимого напряжения в электрической схеме предусмотрено ослабление возбуждения тяговых электродвигателей.

Из известного соотношения $E = c\Phi n$ (где E — электродвижущая сила; c — постоянная электрической машины, определяемая ее конструкцией; Φ — магнитный поток; n — частота вращения якоря машины) следует, что если уменьшить магнитный поток, то уравновешивание э. д. с. двигателей и напряжения генератора произойдет за счет увеличения частоты вращения якоря. Поэтому характеристики двигателей $n = f(I_r)$ (где I_r — ток тягового генератора) с различной степенью ослабления возбуждения (ОП1, ОП2) располагаются (рис. 32) выше характеристики, снятой при полном возбуждении (ПП). Степень ослабления возбуждения α определяется отношением тока в обмотке возбуждения I_w к току якоря тягового электродвигателя I_a .

Движение тепловоза начинается при полном возбуждении тяговых электродвигателей. При достижении скорости около 35 км/ч групповой контактор ВШ1 (см. рис. 24) подключает параллельно обмоткам возбуждения тяговых двигателей резисторы СШ1—СШ6 первой ступени ослабления возбуждения, после чего часть тока якоря каждого электродвигателя идет через обмотки возбуждения, а часть — через замкнутые контакты ВШ1 и резисторы СШ1—СШ6.

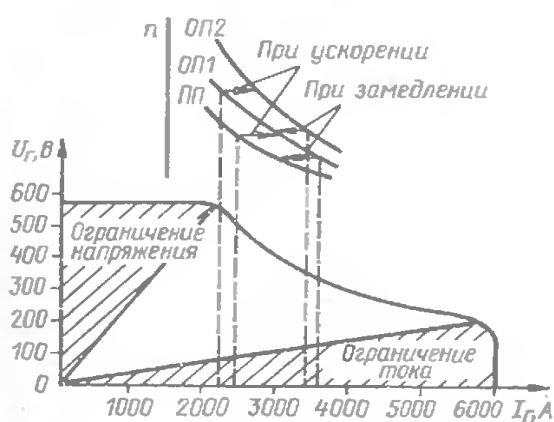


Рис. 32. Характеристики $n = f(I_r)$ и $U_r = f(I_r)$

При этом степень ослабления возбуждения $\alpha = 60\%$. Связанное с ослаблением возбуждения уменьшение э. д. с. двигателей вызывает повышение потребляемых ими токов. Это равнозначно возвращению генератора и двигателей в близкий к исходному режим разгона, т. е. рабочая точка на внешней характеристике перемещается вправо, переходя на характеристику ОП1. При дальнейшем увеличении скорости до 50—55 км/ч включается контактор ВШ2 и дополнительно к резисторам первой ступени параллельно обмоткам возбуж-

дения тяговых двигателей подключаются резисторы второй ступени, т. е. совершается переход на работу по характеристике $OP2$ с $\alpha = 37\%$, позволяющей еще больше увеличить скорость тепловоза. Для обоих случаев, как это видно из рис. 32, характерен выход из зоны ограничения мощности по напряжению, т. е. мощность дизеля при повышении скорости движения тепловоза используется полностью.

Включением и выключением контакторов $VШ1$ и $VШ2$ управляют два реле перехода $РП1$ и $РП2$, в качестве которых используются дифференциальные реле типа РД-3010. Каждое реле имеет две катушки, которые включены через регулировочные резисторы $СРПН1$, $СРПН2$ и $СРПТ$ таким образом, что в одной из них ток пропорционален напряжению, а в другой — току тягового генератора. При увеличении скорости тепловоза напряжение тягового генератора увеличивается, а его ток уменьшается. Включающее усилие, создаваемое катушкой напряжения реле, растет, а отключающее усилие токовой катушки, действующее согласно с отключающей пружиной реле, падает. Так как каждой скорости тепловоза соответствует определенное соотношение тока и напряжения, включение и отключение реле перехода происходят автоматически.