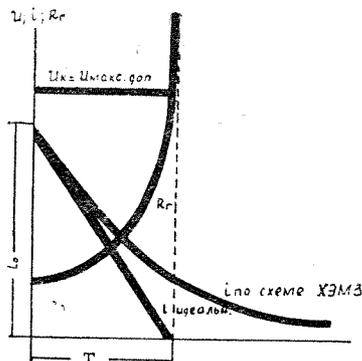




—  $t=0$ . Отсюда следует, что время гашения поля по идеальному способу будет в 4—5 раз меньше, чем время г. п. схемы ХЭМЗ.

Практически осуществить гасительное сопротивление, изменяющееся по закону гиперболы, весьма сложно. Введение дополнительных контактов в схему г. п. нежелательно. Одним из наиболее простых способов



Фиг. 1

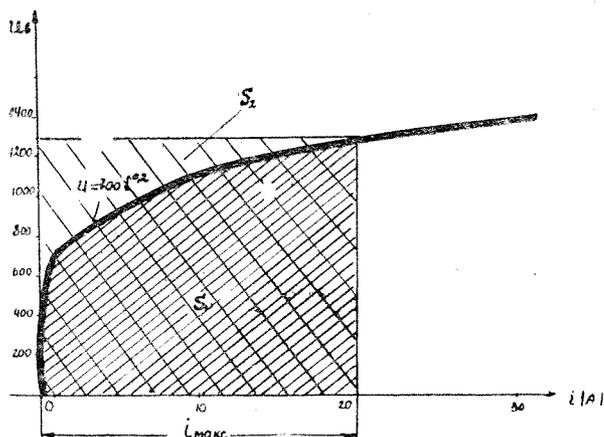
ускорения г. п. может быть использование гасительного сопротивления из нелинейных элементов, имеющих вольтамперную характеристику, по возможности более близкую к идеальной:

$$U = \text{const.}$$

### Вольтамперная характеристика вилита и его использование для гашения поля

Вилитовые диски, применявшиеся до сих пор в разрядниках, имеют  $V-A$  характеристику вида:

$$U = ci^\alpha,$$



Фиг. 2

причем для стандартных дисков можно принять в среднем:

$$C = 700, \quad \alpha = 0,2.$$

Зависимость  $U = 700i^{0.2}$  изображена на фиг. 2. Эта кривая довольно близко подходит к идеальной прямой  $U = \text{const}$  на участке, лежащем вправо от перегиба.

Исследуем вопрос — какая часть  $V-A$  характеристики наиболее подходяща для г. п.

Вилитовое гасительное сопротивление может быть рассчитано на большую или меньшую плотность тока, т. е. количество параллельно включаемых дисков можно изменять. При этом для получения требуемой величины напряжения на кольцах придется брать диски разной высоты или соединять их последовательно.

При увеличении плотности тока точка начала процесса г. п. на  $V-A$  характеристике (фиг. 2) сдвигается вправо. Кривая  $U = ci^\alpha$  по мере увеличения  $i$  все более приближается к горизонтальной прямой. Казалось бы, процесс г. п. будет близиться к идеальному. Оказывается же, что быстрота г. п. не зависит от плотности тока в вилитовых дисках. Это подтверждается следующими соображениями:

1. Степень приближения действительной кривой к идеальной характеристике  $U = \text{const}$  можно оценить отношением площадей, заключающихся под этими характеристиками, начиная от начала координат и до тока  $i_{\text{макс}}$ . (фиг. 2). Вычислим это отношение:

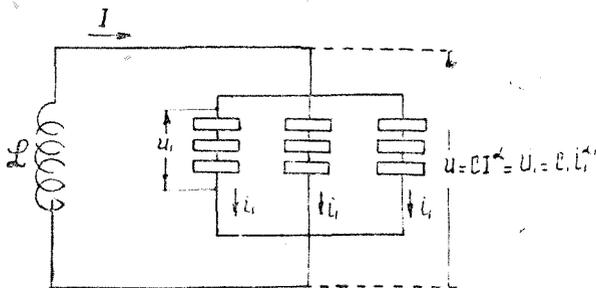
$$\gamma = \frac{S_1}{S_2} = \frac{\int_0^{i_{\text{макс}}} U_1 di}{U_2 \cdot i_{\text{макс}}} = \frac{\int_0^{i_{\text{макс}}} ci^\alpha di}{U_2 i_{\text{макс}}} = \frac{1}{1 + \alpha},$$

здесь

$$c = \frac{U_{\text{макс. доп.}}}{i_{\text{макс}}^\alpha} = \frac{U_2}{i_{\text{макс}}^\alpha}.$$

Таким образом, отношение площадей не зависит от плотности тока.

2 Рассмотрим простейший случай г. п. индуктивной катушки с ненамагниченным сердечником (фиг. 3).



Фиг. 3

В гасительном сопротивлении имеется  $n$  параллельных ветвей и каждая состоит из  $m$  последовательно включенных дисков.

Напишем уравнение электрического равновесия:

$$-L \frac{dI}{dt} = c_1 i_1^\alpha,$$

где  $I = ni_1$ ,  $c = mc_1$ ,  $c_1$  и  $\alpha$  — параметры одного диска.

Интегрируя, получим:

$$i_1 = \left[ i_{10}^{1-\alpha} - \frac{1-\alpha}{nL} mc_1 t \right]^{1/\alpha}.$$

При токе, равном нулю, найдем время гашения поля:

$$t_{г.п.} = \frac{i_{10}^{1-\alpha} Ln}{(1-\alpha)mc_1}$$

Так как

$$mc_1 = \frac{U_{\text{макс. доп}}}{i_{10}^\alpha}$$

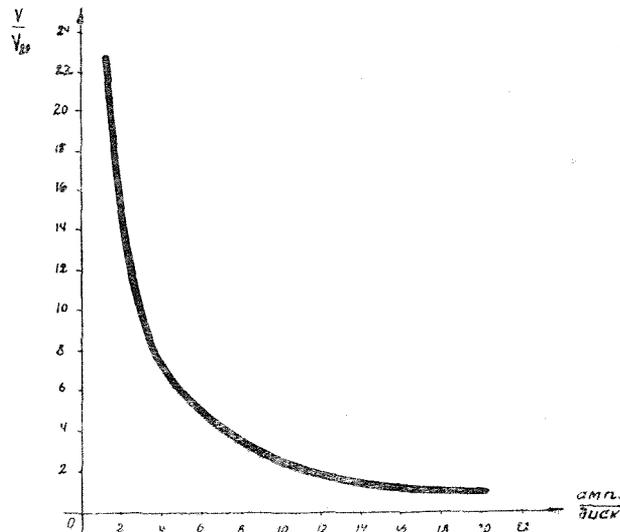
то

$$t_{г.п.} = \frac{I_0 L}{(1-\alpha)U_{\text{макс. доп}}}$$

то есть время гашения поля не зависит от размеров гасительного сопротивления  $n$  и  $m$ , а следовательно, и от плотности тока. Это положение проверено автором статьи экспериментально.

Очевидно, что приблизиться к идеальному способу г. п. можно только уменьшением коэффициента нелинейности  $\alpha$ .

Итак, с точки зрения скорости гашения поля, плотность тока не имеет значения. Однако плотность тока весьма сильно влияет на объем гаси-



Фиг. 4

тельного сопротивления, а следовательно, на его стоимость, габариты и пр. Так, если считать за единицу объем гасительного сопротивления при максимальной плотности тока в 20 а на диск, то при плотности тока в 1 а на диск объем сопротивления увеличится в 23 раза. Характер изменения объема гасительного сопротивления в зависимости от максимальной плотности тока изображен на фиг. 4.

Очевидно, необходимо принимать максимально допустимую плотность тока, чтобы получить минимальный объем сопротивления.

### Расчет вилитового гасительного сопротивления

Задачей расчета является определение объема гасительного сопротивления или общего числа стандартных дисков  $N$ , а также определения чисел  $n$  и  $m$  (см. выше).

Вилитовые диски могут пропускать очень большие токи, но весьма кратковременно. Если увеличивать время пропускания тока, диск пере-

гревается и наступает тепловой пробой. Пропускную способность диска можно определять количеством энергии —  $Q_{\max}$ , которое может поглотить диск до пробоя при однократном пропускании тока. Величина  $Q_{\max}$  не постоянна и зависит от времени  $\Delta t$ , в течение которого пропускается ток. Если при этом ток изменяется в промежутке  $\Delta t$ , то  $Q_{\max}$ , очевидно, зависит и от формы тока. Данных о пропускной способности вилита для времени  $\Delta t > 1 \text{ сек}$  в литературе пока нет. Тем более не исследована еще пропускная способность при токах, меняющихся по экспоненциальному закону.

Таким образом, необходимо экспериментальное исследование пропускной способности вилита для указанных случаев.

Если же будет определена величина  $Q_{\max}$  для стандартного диска, то величина гасительного элемента будет равна:

$$N = k \frac{Q_{\text{полн}}}{Q_{\max}} \text{ (штук)},$$

где  $Q_{\text{полн}}$  — наибольшее количество энергии, которое может выделиться в гасительном сопротивлении в наихудшем случае г. п. (двухполюсное к. з. статора),

$k$  — коэффициент запаса прочности.

Зная количество дисков  $N$  и максимальное значение тока возбуждения  $I_{\max}$  при г. п., можно определить  $n$  и  $m$  из следующих условий:

$$\begin{aligned} \text{а) } n \cdot m &= N, \\ \text{б) } m c_1 \left( \frac{I_{\max}}{n} \right)^{\alpha} &= U_{\text{макс. доп}}; \end{aligned}$$

отсюда

$$\begin{aligned} n &= \left[ \frac{N c_1 I_{\max}^{\alpha}}{U_{\text{макс. доп}}} \right]^{\frac{1}{1+\alpha}}, \\ m &= \frac{N}{n}. \end{aligned}$$

Для грубо ориентировочных расчетов можно пользоваться соотношением:

$$n = \frac{I_{\max}}{10}, \quad m = 1,5, \quad N = 0,15 I_{\max},$$

причем за  $I_{\max}$  следует брать максимальную величину тока возбуждения при трехполюсном к. з. статора. Максимальное напряжение на кольцах при этом будет около 1700 в.

### Закключение

При одинаковой величине перенапряжения на кольцах ротора, г. п. с помощью вилитового сопротивления происходит в 2,5—3 раза скорее, чем при схеме ХЭМЗ. Эти цифры получены автором статьи как расчетом, так и экспериментально (использовался явнополюсный генератор 15 кВа). При использовании вилита автомат гашения поля может не иметь нормально разомкнутого контакта, так как при напряжении возбудителя ток, протекающий через гасительное сопротивление, весьма мал. Учитывая эти преимущества нового способа г. п., следует восполнить пробелы в методе расчета, отмеченные выше, и шире провести испытания новой схемы в производственных условиях.