



Рис. 2. Токовая диаграмма возбуждения турбогенератора

$OE = 1/X_q$. На отрезке $DE = OE - OD = 1/X_q - 1/X_d$ как на диаметре строится полуокружность EZD с центром в точке C . Эта полуокружность передвигается по оси абсцисс таким образом, чтобы отрезок OD в относительных единицах соответствовал току возбуждения i_{f0} , взятого из характеристики холостого хода при номинальном напряжении на статоре. Точка E соединяется с точкой A прямой, которая пересекает полуокружность EZD в точке K . Тогда отрезок AK будет соответствовать току возбуждения при работе гидрогенератора с номинальными электрическими параметрами.

Таким образом, построена упрощенная токовая диаграмма возбуждения для номинальных электрических параметров гидрогенератора. На этом же рисунке строится токовая диаграмма возбуждения для опытного режима работы, близкого к номинальным электрическим параметрам, в которой к обозначениям добавлены штрихи, а сами отрезки и полуокружность наносятся пунктирными линиями.

По характеристике холостого хода определяется значение тока возбуждения i'_{f0} , соответствующее измеренному значению напряжения, и влево от начала координат откладывается отрезок OD' , соответствующий току возбуждения i'_{f0} в относительных единицах. Под углом ϕ' к оси ординат откладывается отрезок OA' , соответствующий току i'_{fk} , определенному из характеристики установившегося трехфазного короткого замыкания для опытного значения тока статора. На отрезке $D'E'$, равном DE , строится полуокружность и определяется отрезок $A'K'$, длина которого соответствует измеренному значению тока возбуждения i'_f .

Номинальный ток возбуждения i_{fn} гидрогенератора определяется путем пропорционального пересчета по формуле:

$$i_{fn} = i'_f \frac{AK}{A'K'}$$

где i'_f измеренное значение тока возбуждения, A ; AK и $A'K'$ – длины отрезков при номинальных и измеренных электрических параметрах, соответственно.

Аналогичным образом определяется номинальный ток возбуждения методом непосредственной нагрузки при отклонении электрических параметров от номинальных у турбогенераторов. Метод построения упрощенных токовых диаграмм возбуждения для турбогенераторов взят за основу из [5]. Построение токовой диаграммы возбуждения (Рис. 2) в этом случае упрощается, так как $X_d \approx X_q$ и отрезок AD соответствует току возбуждения при работе турбогенератора с номинальной мощностью. Значение тока возбуждения, измеренного в нагрузочном режиме работы, близком к номинальному, приводится к номинальным электрическим параметрам пропорционально длин отрезков AD' и $A'D'$.

В разработанном методе опытная упрощенная токовая диаграмма возбуждения учитывает отклонение электрических параметров генератора от номинальных: ток статора учитывается длиной отрезка i'_{fk} , напряжение статора учитывается длиной отрезка i'_{f0} , а коэффициент мощности величиной угла ϕ .

Анализ показывает, что разработанный метод определения номинального тока возбуждения путем непосредственной нагрузки турбо- и гидрогенераторов при отклонении электрических параметров от номинальных, несмотря на допущение, обладает достаточно высокой точностью. Это обусловлено тем, что измеренные электрические параметры близки к номинальным, а сам метод основан на сравнении величин. Практически погрешность метода определяется погрешностью при измерении электрических параметров генератора и погрешностью графического построения. Суммарная погрешность не превышает $\pm 1\%$, что вполне приемлемо при определении номинального тока возбуждения генераторов.

Разработанный метод определения номинального тока возбуждения турбо- и гидрогенераторов путем непосредственной нагрузки при отклонении электрических параметров от номинальных рекомендуется к применению при проведении испытаний генераторов на электростанциях.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 5616-89. Генераторы и генераторы-двигатели электрические гидротурбинные. Общие технические условия. – М.: – 21 с.
2. ГОСТ 533-2000. Межгосударственный стандарт. Машины электрические вращающиеся. Турбогенераторы. Общие технические условия. Госстандарт Украины. – 2002. – 28 с.
3. ГОСТ 10169-77. Машины электрические трехфазные синхронные. Методы испытаний. – М.: – 73 с.
4. Глебов И.А., Домбровский В.В., Дукиштау А.А. и др. Гидрогенераторы. – Л.: Энергоиздат, 1982. – 368 с.
5. Титов В.В., Хуторецкий Г.М., Загородная Г.А. и др. Турбогенераторы. Расчет и конструкция. – М.: Энергия, 1972. – 834 с.