

# ПРЕДЛОЖЕНИЕ ПО СОКРАЩЕНИЮ ВРЕМЕНИ ПУСКА ДВИГАТЕЛЕЙ ГЛАВНЫХ ЦИРКУЛЯЦИОННЫХ НАСОСОВ АЭС

Шевченко В.В., Соболев А.В.

*Национальный технический университет  
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

Все большую роль в энергетике Украины играют АЭС, которые вырабатывают примерно 52 % всей производимой электроэнергии в стране и являются наиболее оптимальными источниками получения электроэнергии с нанесением наименьшего ущерба экологии. Но объекты ядерной энергетики имеют повышенный риск аварий, что определяет высокие требования к качеству и параметрам их оборудования, и, в первую очередь, к оборудованию собственных нужд блоков. Технологическая схема серийных энергоблоков типа ВВЭР двухконтурная. Первый контур радиоактивный, теплоносителем и замедлителем является обессоленная вода под давлением. В него входят главный циркуляционный контур (ГЦК) и ряд вспомогательных систем. ГЦК включает водо - водяной энергетический реактор и 4 циркуляционных петли. Каждая циркуляционная петля включает главный циркуляционный насос (ГЦН) и трубопроводы. Номинальный режим ГЦН - длительная параллельная работа 4 насосов. Приводным двигателем ГЦН является трехфазный асинхронный короткозамкнутый вертикальный электродвигатель типа ВА3215/109-6АМ05, время пуска которого можно определить:

$$t_{star} = j \cdot \frac{\omega_s}{M_N} \cdot \int_{s_N}^1 \frac{1}{\frac{M_i}{M_N} - \frac{M_{out}}{M_N}} \cdot ds \approx j \cdot \frac{\omega_s}{M_N} \cdot \frac{\sum^n d}{n},$$

где  $j$  - момент инерции вращающихся масс;  $\omega_s$  - угловая частота, 1/с;  $M_N$  - номинальное значение момента двигателя, Н·м;  $M_i$  - текущее значение момента двигателя, Н·м;  $M_{out}$  - момент сопротивления двигателя, Н·м;  $n$  - число интервалов разделения скольжения;  $s$  - скольжение;  $d$  - численный коэффициент при фиксированных значениях скольжения от 1 до  $s_N$ .

Для того, чтобы пуск проходил все время при максимальном моменте, можно с определенной точностью считать, что:

$$s_{cr} = \frac{\omega_s - \omega_r}{\omega_s} \cong \frac{R_r}{\sqrt{R_s^2 + \omega_s^2 \cdot L_k^2}}$$

Если принять, что  $R_s \rightarrow 0$ , то

$$\left. \frac{\omega_s - \omega_r}{\omega_s} \right|_k = \frac{R_r}{\omega_s \cdot L_k} \quad \text{или} \quad \omega_s = \omega_r + \frac{R_r}{L_k}$$

где  $L_k$  - индуктивность короткого замыкания;  $\omega$  - угловая частота.

При низких частотах надо учитывать  $R_s$ . Тогда для пуска при максимальном моменте частота должна изменяться по закону:  $f_s = \frac{n_r}{60} p + \frac{R_r}{L_k}$

Расчеты показали, что такой частотный пуск АД обеспечивает сокращение времени пуска, более чем в два раза (от 2,11 с. до 0,903 с.)