

## 138 Охлаждение крупных синхронных машин

В крупных электрических машинах применяют замкнутую систему охлаждения с использованием водорода в качестве охлаждающего газа. Особые свойства водорода обеспечивают водородному охлаждению ряд преимуществ:

1. Технический водород более чем в десять раз легче воздуха, что способствует снижению потерь на вентиляцию, а следовательно, повышает КПД машины. Например, в турбогенераторе мощностью 150 тыс. кВт потери на вентиляцию при воздушном охлаждении составляют 1000 кВт, а при водородном охлаждении турбогенератора такой же мощности эти потери составляют всего лишь 140 кВт, т. е. более чем в семь раз меньше.

2. Благодаря повышенной теплопроводности водорода, которая в 6—7 раз больше, чем у воздуха, он интенсивнее охлаждает машину. Это дает возможность при заданных габаритах изготовить машину с водородным охлаждением мощностью на 20—25% больше, чем при воздушном охлаждении.

3. Водородное охлаждение снижает опасность возникновения пожара в машине потому, что водород не поддерживает горения.

4. Водородное охлаждение увеличивает срок службы изоляции обмоток, так как при явлении короны благодаря отсутствию азота в машине не образуются нитраты — соединения, разъедающие органические составляющие изоляционных материалов.

Эффективность водородного охлаждения повышается с ростом давления водорода в машине. Но наряду с перечисленными достоинствами водородное охлаждение имеет и недостатки, сущность которых сводится к тому, что водородное охлаждение ведет к усложнению и удорожанию как самой машины, так и ее эксплуатации. Объясняется это, в первую очередь, необходимостью содержания целого комплекса устройств водородного хозяйства, обеспечивающего подпитку, очистку и поддержание требуемого давления водорода в системе охлаждения машины. Однако в машинах большой единичной мощности (турбогенераторах, гидрогенераторах, синхронных компенсаторах) водородное охлаждение оправдано и дает большой экономический эффект.

Рассмотренные способы охлаждения машин являются косвенными, так как происходят без непосредственного контакта охлаждающего вещества с наиболее нагретыми элементами машины - обмотками. Отбор теплоты от обмоток при этих способах охлаждения происходит через электрическую изоляцию (в лобовых частях) и сталь магнитопровода, что снижает эффективность процесса охлаждения. Поэтому более эффективным является непосредственное охлаждение обмоток и других нагреваемых элементов машины. Для осуществления этого способа охлаждения в проводниках обмотки и сердечниках делают внутренние каналы, по которым циркулирует охлаждающее вещество — водород, вода, масло. Непосредственный контакт охлаждающего вещества с проводниками обмоток и внутренними слоями магнитопроводов повышает интенсивность теплоотвода и позволяет существенно увеличить удельные электромагнитные нагрузки машины (плотность тока и максимальное значение магнитной индукции). Обычно непосредственное охлаждение применяют в электрических машинах весьма большой мощности — турбо- и гидрогенераторах, что позволяет значительно увеличить единичную мощность этих машин.