DOI: 10.17117/na.2016.06.02.045

<http://ucom.ru/doc/na.2016.06.02.045.pdf>

Поступила (Received): 25.06.2016

Гумовский Ю.Н.
Способ частотного регулирования
тягодутьевых систем ТЭЦ

Goumovskiy Yu.N.
Method of frequency regulation draft CHP systems

Управление частотой вращения асинхронных двигателей вентиляторов для подачи воздуха в топку котла тепловых электростанций

Ключевые слова: частота, питание, дымососы, вентиляторы, двигатели, эффективность, сжигание топлива

The rotation speed control of induction motors of the fans for air supply in the boiler furnace of thermal power plants

Key words: frequency, power, exhaust fans, fans, motors, performance, fuel combustion

Гумовский Юрий Никитич

Кандидат технических наук, доцент

Амурский институт железнодорожного транспорта (филиал ДВГУПС)

Goumovskiy Yuiri Nikitih

Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor

Amur institute of railway transport (DVGUPS branch)

Работа тягодутьевых устройств имеет существенное значение для бесперебойной работы электростанции, т.к. непредвиденная вынужденная остановка этого устройства приводит либо к прекращению работы котла, либо к снижению его производительности до 70%, если установлены два дымососа на один котёл. Двигатели дымососов должны обладать значительной мощностью, чтобы отсосать большое количество газов и создать в топке необходимое разрежение, преодолев аэродинамическое сопротивление котла, экономайзера, воздушного подогревателя, золоулавливающих устройств и всех соединяющих эти устройства трубопроводов.

Пусковые устройства двигателей тягодутьевых устройств блокируются между собой так, чтобы при отключении последнего дымососа отключались дутьевые вентиляторы, а отключение дутьевых вентиляторов вызывало бы остановку мельничных вентиляторов. В противном случае в топке котла может образоваться взрывоопасная смесь. Как правило, регулирование производительности вентиляторов и дымососов осуществляется обычно направляющими аппаратами или используют более экономичные регулирующие устройства – системы с гидроэлектроприводом (гидромуфты). Достоинства последних – плавное, бесступенчатое регулирование частоты вращения в широких пределах, возможность получения не только вращательного, но и поступательного движения. Недостатки гидромуфты – высокая стоимость оборудования и требования

к качеству рабочей жидкости, зависимость механических характеристик привода от температуры рабочей жидкости и регулирование сопровождается потерями мощности, пропорциональными скольжению. Изменение вращения без дополнительных потерь даёт применение многоскоростных асинхронных двигателей (АД) с короткозамкнутым ротором с переключением статорной обмотки на большее число пар полюсов (2 или 3 скорости). Отечественная промышленность не выпускает многоскоростные АД на мощности порядка 1...2 МВт.

Можно считать перспективным использование тиристорных преобразователей частоты (ТПЧ) на рабочие напряжения 6 или 10 кВ, которые способны обеспечить независимое плавное регулирование частоты и напряжения в широком рабочем диапазоне. Но ТПЧ имеют серьёзные недостатки – создают высокочастотную кондуктивную помеху в схеме собственных нужд станции,

дополнительные потери в магнитопроводе АД, ненормальное функционирование релейной защиты, большие сроки окупаемости при внедрении.

Дымососные установки являются одним из крупных потребителей энергии на собственные нужды (около 15 %), так что экономия электроэнергии, эффективность работы котла и турбоагрегата, достигаемая регулированием частоты вращения при различных нагрузках в целом на энергоблок, пониженных против номинальной, оправдывает усложнение устройств питания привода и в некоторой степени их удорожание.

Так как остановка двигателей тягодутьевых устройств приводит к нарушению нормального режима работы станции, то можно рекомендовать для использования систему синхронным преобразователям частоты, смонтированным на базе двух-трех синхронных генераторов. Система обеспечивает две-три точки стабилизированной пониженной рабочей частоты питания приводов дымососов и вентиляторов. Такой синхронный преобразователь можно собрать в условиях любой электростанции. Для этого потребуется в качестве электропривода синхронный двигатель (СД), механическая мощность которого должна на 5-10% превышать суммарную полезную мощность двух-трех СГ. Если взять за основу номинальную частоту вращения СД 750 оборотов в минуту и соединить через механический вал с двумя-тремя СГ, имеющих число пар полюсов 1-2-3, то получим пониженные против номинальной 50 Гц частоты, соответственно: 12.5 Гц, 25 Гц, 37.5 Гц. Для выбора оптимальной работы котла при суточной генерации электроэнергии за счет отсоса из топки продуктов горения необходима оптимизация режимов работы двигателей дымососов и соответствующий выбор рабочих частот.

В предлагаемой системе с синхронным преобразователем частот скорость вращения асинхронных двигателей (АД) дымососов и вентиляторов вторичного воздуха (подача воздуха в топку) должна быть, на наш взгляд, синхронизирована и одновременно изменяться ступенчато по выше указанным рабочим частотам. При этом одновременно изменяется амплитуда и частота напряжения, подводимого к статору АД мегаваттной мощности каждого. В системе обеспечивается закон пропорционального регулирования ($\alpha=1$). Диапазон ступенчатого регулирования обладает перегрузочной способностью и условиями перегрева

АД и может достигать $D=(7:1) \dots (8:1)$. К недостаткам системы следует отнести большой запас установленной мощности электрических машин, постоянство отношения $(U/f)^\alpha$, КПД не хуже 0.65. Применение системы оправдано в данном случае, так как необходимо одновременно понижать частоту вращения нескольких двигателей (до 4-6) и при очень больших мощностях (порядка 5...6 МВт), на которые двигатели постоянного тока изготавливают, но на очень низкие частоту вращения и по условиям эксплуатации на станциях у них будет низкая надежность работы.

Если $\alpha=2$, то рабочий механизм вентиляторного типа, преодолевающий только динамическое сопротивление, момент сопротивления изменяется пропорционально квадрату, а мощность на валу дымососа (или вентилятора) – пропорционально кубу изменения скорости вращения, то есть частоте.

Одновременное изменение напряжения и частоты оказывает сложное влияние на работу АД, поскольку воздействие этих факторов зависит от соотношения изменений и при определенных пределах изменений даже компенсируется. Понижение частоты в отношении влияния на потребление двигателем реактивной мощности примерно равнозначно увеличению напряжения. Поэтому, если при понижении частоты в системе одновременно, соответственно, снизить напряжение, то магнитные потоки в приводах, токи статора и ротора останутся примерно такими же, как и при нормальных напряжении и частоте. При этом, однако, скорость вращения АД и механизма, которой в конечном итоге определяется производительность агрегата, изменится пропорционально частоте. Снижение частоты и скорости вращения двигателя ухудшает охлаждение вентилируемых АД, особенно это наблюдается на низких частотах (примерно 10 Гц). У АД, класс нагревостойкости которых F или H, перегрев на низких частотах будет значительно меньше.

Следующим этапом модернизации частотного регулирования являются совмещение магнитных систем синхронных машин (СМ) преобразователя в общем магнитопроводе, то есть одномашинное (совмещенное) исполнение. В одномашинном преобразователе частоты (ОПЧ) имеется один общий для СМ преобразователя магнитопровод, в котором расположены разнополюсные обмотки «отдельных» СМ преобразователя.

ОПЧ отличаются компактностью и простотой конструкции и технологией изготовления, имеют хорошие массовые и энергетические показатели, удобны в эксплуатации. Масса и габариты ОПЧ на 30...60 % меньше массы трехмашинных ПЧ за счет уменьшения расхода конструкционных и активных материалов.

Автором были разработаны и переданы заказчику (Минсудопром) в 70-80-х годах источники тока на базе ОПЧ, поэтому при имеющемся опыте можно организовать проектно-конструкторские и технологические работы совместными силами кафедры ЭПП ОГУ и РАО «ЕЭС России» по изготовлению и эксплуатации ОПЧ для частотного регулирования АД тепловых электростанций.

Список используемых источников:

1. Грудинский П.Г. и др. *Техническая эксплуатация электрической части станций и подстанций*. М.: Госэнергоиздат, 1960. 560 с.

2. Танатар А.И. Методы регулирования скорости асинхронных двигателей. Киев: Техніка, 1968. 158 с.
3. Гумовский Ю.Н. Разработка и исследования совмещенного электромашиного источника периодических импульсов тока. Дисс.... канд. тех. наук. Томск, 1981. 193 с.

© 2016, Гумовский Ю.Н.

Способ частотного регулирования тягодутьевых систем ТЭЦ

© 2016, Goumovskiy Yu.N.

Method of frequency regulation draft CHP systems