

УДК 621.31
DOI 10.57112/E231-504

АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ЧАСТОТНО-РЕГУЛИРУЕМОГО ПРИВОДА НА ПИТАТЕЛЯХ СЫРОГО УГЛЯ КОТЕЛЬНЫХ АГРЕГАТОВ

Сулоев Александр Сергеевич suloewaleksandr@yandex.ru
Попов Андрей Николаевич oleandr78@mail.ru

Аннотация:

В статье рассматривается применение частотно-регулируемого привода на питателях сырого угля (ПСУ) котельных агрегатов котельного участка ТЭЦ ОАО «Кучуксульфат».

Ключевые слова: качество электроэнергии, частотный преобразователь, питатель сырого угля.

Основной задачей теплоэлектроцентрали является производство, преобразование, распределение и отпуск электрической энергии и тепла потребителям наиболее выгодным экономическим путем. С этой целью производится постоянная модернизация производства и работающего оборудования, совершенствование технологической схемы [1].

В данной статье показано влияние асинхронного регулируемого электропривода с частотным управлением, установленного на оборудование пылеприготовления котельного участка, на показатели качества электрической энергии в соответствии с ГОСТом [2].

По отношению к электроприводу, ПСУ можно рассматривать как нагрузку, статический момент которой не зависит от скорости. Режим работы является длительным, не предусматривающим частых пусков и остановок. Жестких требований к динамике электропривода не предъявляется, не накладывается также ограничений на характер переходных процессов при пуске, торможении и переходе с одной скорости на другую.

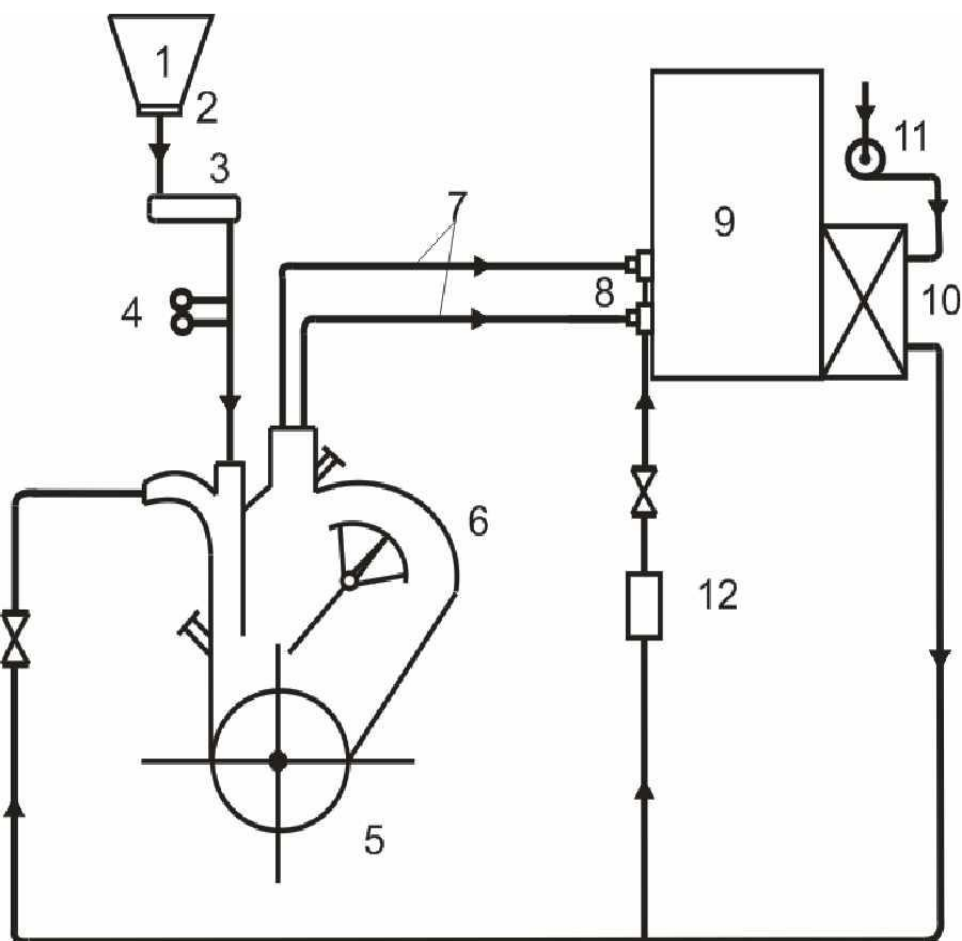
Из общей характеристики следует, что требования к работе электропривода в штатном режиме сравнительно невелики. Однако, при эксплуатации не исключены кратковременные скачкообразные набросы нагрузки, сопровождающиеся существенным ростом статического момента, вплоть до заклинивания исполнительного механизма. Кроме того, электрические машины эксплуатируются в окружающей среде, насыщенной угольной пылью. Поэтому, при модернизации таких электроприводов, в первую очередь, стремятся увеличить надежность их работы и эксплуатационные характеристики. С технологической точки зрения, при модернизации желательно обеспечить независимое регулирование производительности ПСУ [3].

В таких случаях предлагается перейти к использованию асинхронных электроприводов с частотным регулированием, которые по функциональным возможностям и эксплуатационным характеристикам отвечают техническим

требованиям и условиям поставленной задачи. Однако, при принятии решения о модернизации необходимо правильно оценить затраты, и что более важно, соизмерить их с достигаемым при этом эффектом.

Процесс пылеприготовления каменного угля в производстве тепла и энергии ТЭЦ является одним из основных. Тонкость размола и фракционный состав пыли являются основными показателями экономичности пылеприготовительной установки [4].

Рассмотрим технологическую схему пылеприготовления, показанной на рисунке 1.



- 1 – бункерная; 2 – отсекающий шибер; 3 – питатель сырого угля;
4 – мигалка; 5 – мельница молотковая; 6 – сепаратор;
7 – система пылепроводов; 8 – горелка; 9 – парогенератор;
10 – воздухоподогреватель; 11 – дутьевой вентилятор;
12 – короб вторичного воздуха*

Рисунок 1 – Замкнутая схемы пылеприготовления с прямым вдуванием пыли в топочную камеру

Приготовленный предварительно сырой уголь из бункера 1 питателем сырого угля 3 подается во встроенный сепаратор 6, молотковую мельницу 5. Сепаратор 6 в тракте пылеприготовления служит для отделения крупных частиц и их возврата для вторичного размола в мельницу. Из сепаратора готовая топливная

пыль вместе с первичным воздухом по пылепроводам 7 поступает в смеситель горелки 8. В этот же смеситель поступает вторичный воздух, подогретый воздухоподогревателем 10 до рабочей температуры 250-420 °С. Полученная аэросмесь непосредственно подается в топочную камеру парогенератора 9 [1].

В данной пылесистеме расход топлива на паропроизводство регулируется ПСУ, поэтому режим работы котла оказывает влияние на режим работы системы пылеприготовления.

Электрическое оборудование ПСУ, как правило, эксплуатируется в окружающей среде, насыщенной пылью, также в процессе работы не исключены кратковременные скачкообразные набросы нагрузки, сопровождающиеся существенным ростом статического момента. С технической точки зрения надежность работы и эксплуатационные характеристики этого оборудования решаются за счет использования асинхронного электропривода с частотным регулированием.

Рабочая скорость вращения двигателей ПСУ изменяется в относительно узком диапазоне регулирования от 500 до 1900 об/мин. В зависимости от требуемой производительности работа может производиться на любой скорости указанного диапазона в течение длительного времени.

Каждый электрический приемник предназначен для работы при определенных параметрах электрической сети: номинальной частоте, напряжении, силе тока. Качество электрической энергии определяется совокупностью характеристик электрической энергии, при которых электроприемники могут нормально работать и выполнять заложенные в них функции [3].

Применение частотных преобразователей для управления асинхронными электродвигателями является одним из направлений усовершенствования технологии работы предприятий энергетики.

Организация измерений ПКЭЭ сводится к необходимости определения вида контроля, точку осуществления измерений и виды контролируемых показателей. В зависимости от длительности наблюдения можно выделить два вида организации контроля КЭ: периодический и постоянный.

Анализатор AR.5 подключается с помощью датчиков тока и потенциальных проводов к одно- или трехфазной сети 220/380 В или к измерительным трансформаторам тока и напряжения сетей 6/10 кВ и выше. Прибор имеет 3 канала измерения тока и 3 напряжения. Сменными датчиками тока служат клещи или гибкие кольца номиналом от единиц до тысяч ампер. К трансформаторам тока с выходом 5А подключение производится с помощью клещей 5А или специального 3-х фазного шунта. По измеренным величинам процессор рассчитывает множество параметров, которые отображаются на графическом ЖК дисплее и записываются в память прибора, откуда затем считываются на компьютер, снабженный программным обеспечением POWERVISION для визуализации, обработки и анализа накопленной информации.

На рисунке 2 представлена схема подключения анализатора к трехфазной четырехпроводной сети.

В качестве электродвигателя использовался трехфазный асинхронный электродвигатель с короткозамкнутым ротором АИР112М4 со следующими параметрами: 5,5 кВт, 1500 об/мин.

По результатам проведенных измерений в различных режимах работы электродвигателя на ПСУ были получены соответствующие формы кривой напряжения и их величина при различных частотах питающей сети, показанные на рисунках 3-5 соответственно [5].

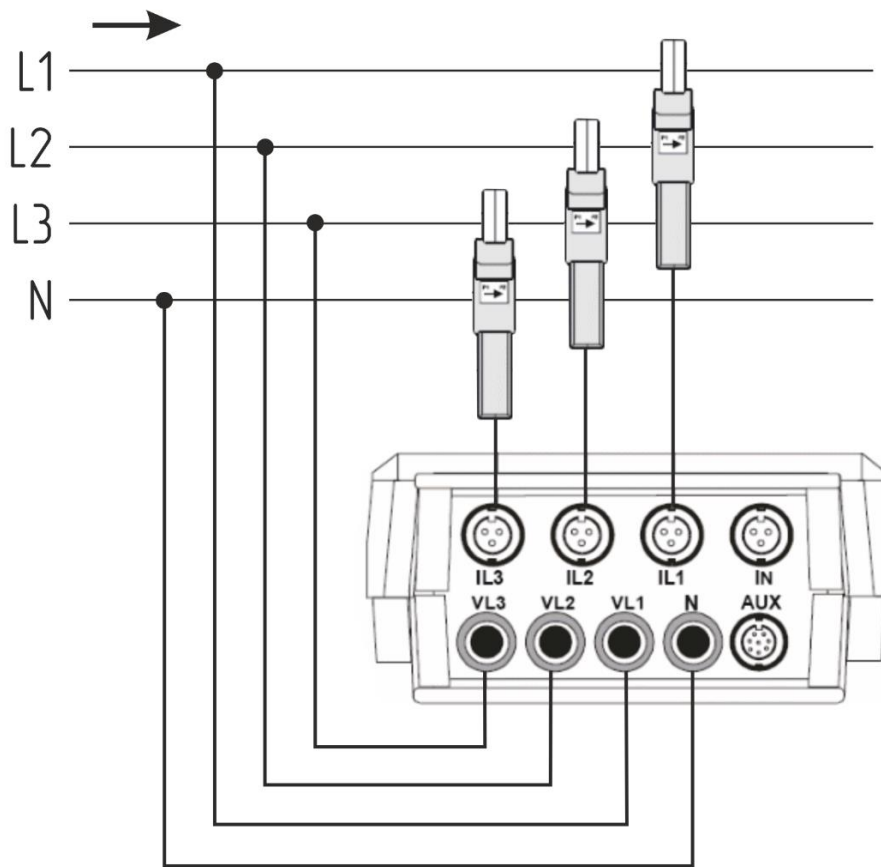


Рисунок 2 – Схема подключения анализатора AR.5

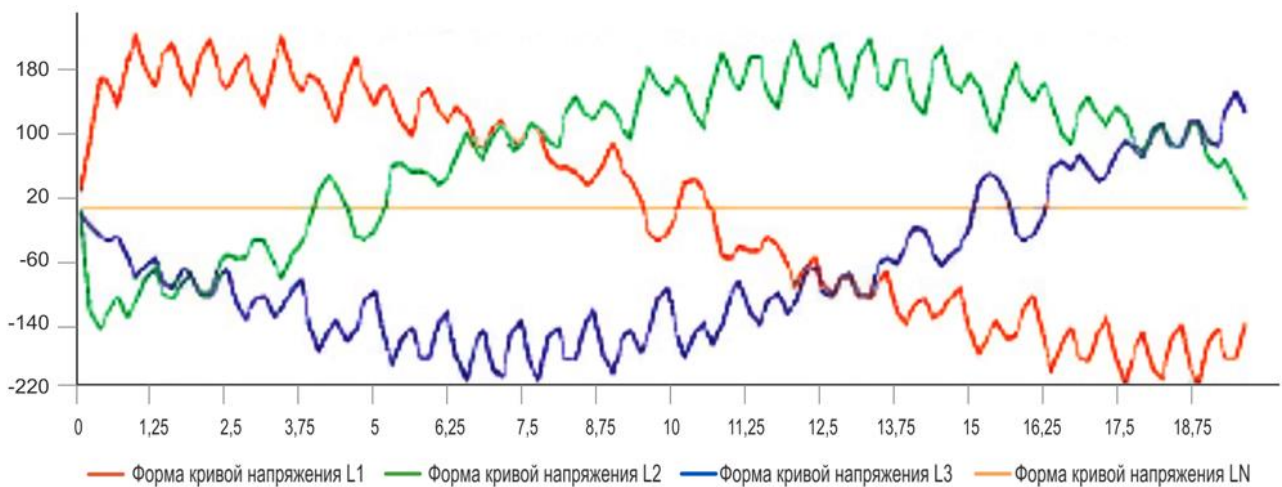


Рисунок 3 – Форма кривой напряжения и его величина при частоте 30 Гц

На рисунке 3 показаны значительные искажения синусоидальной формы, величина напряжения не соответствует допустимым параметрам (при соотношении рабочей частоты 0,6 к номинальной напряжение составляет порядка 188В вместо 228В расчетных). На рисунке 4 наблюдаются незначительные искажения синусоидальной формы, а величина напряжения соответствует допустимым параметрам. На рисунке 5 искажения синусоидальной формы и величина напряжения соответствуют допустимым отклонениям.

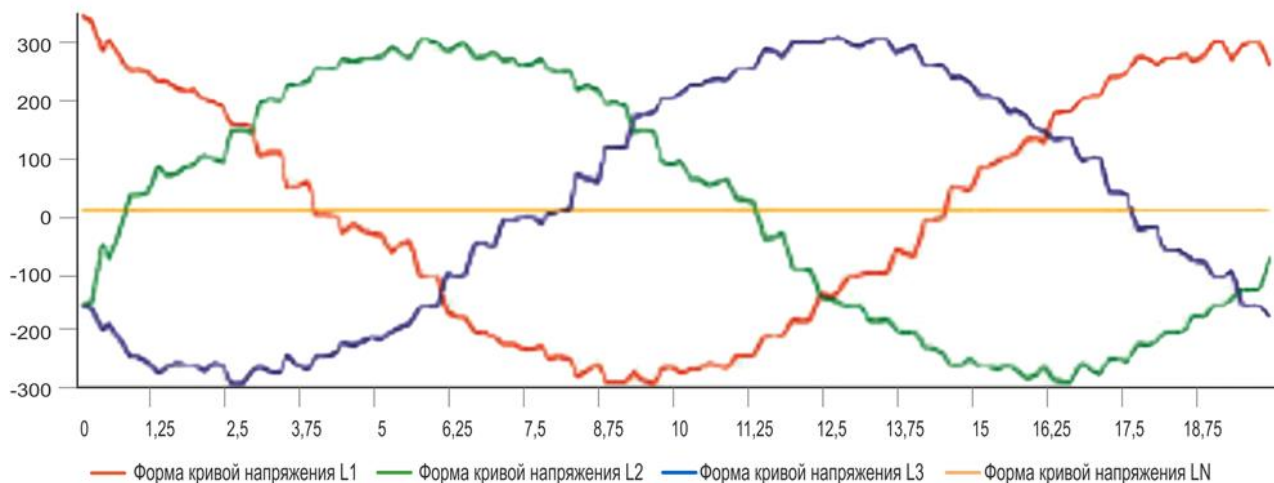


Рисунок 4 – Форма кривой напряжения и его величина при частоте 40 Гц

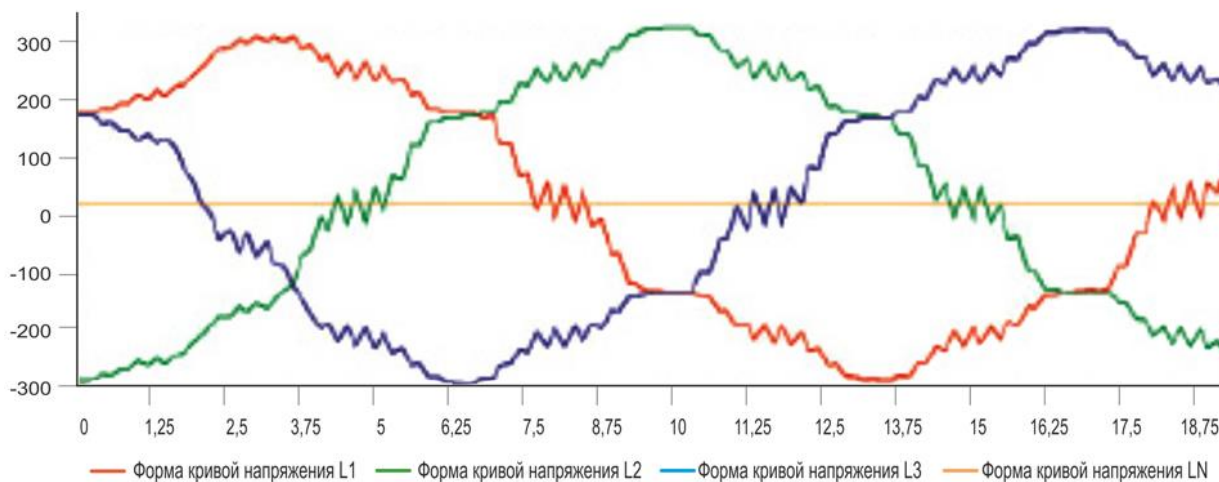


Рисунок 5 – Форма кривой напряжения и его величина при частоте 50 Гц

В заключении необходимо отметить, что в целом при работе асинхронного электродвигателя от преобразователя частоты наблюдаются несоответствия ПКЭЭ, связанные с искажением синусоидальной кривой напряжения и медленными изменениями величины напряжения в допустимых пределах. Переход к ис-

пользованию асинхронных электроприводов с частотным регулированием позволяет снизить эксплуатационные затраты, которые в конечном счете смогут перекрыть недостатки, вызванными наличием отклонений показателей качества электрической энергии.

Список используемой литературы

1. Резников М. И. Парогенераторные установки электростанции. М.: Энергия, 1974. – 360 с.
2. ГОСТ 32144 – 2013 Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. Изд-во, 2013. – 20 с.
3. Кадыров И. Ш., Полянинов Г. А., Борукуев Т. С. Проблемы и пути решения автоматического управления электроприводом питателя сырого угля ТЭЦ г. Бишкек. Известия КГТУ им. Раззакова, № 25, 2011. - Бишкек: - С. 187-195.
4. Располов, Е. В. Электрические системы и сети. Качество электроэнергии и его обеспечение. [Конспект лекций] / Е. В. Располов; Сев.-Зап. заочн. политехн. ин-т. – Ленинград: СЗПИ, 1990. – 47 с.
5. Семёнов А. С., Бондарев В. А. Анализ показателей качества электрической энергии при работе асинхронного двигателя от преобразователя частоты // Фундаментальные исследования. – 2016. – № 4-1. – С. 112-117;
URL: <https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=40136> (дата обращения: 24.10.2023).

Информация об авторах

Сулоев А. С. – студент группы 8Э(з)-21, Попов А. Н. к.т.н., доцент, ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», РФ, Алтайский край, г. Барнаул.

