

УДК 622.691.4.052.012

А. Е. Козярук, д-р техн. наук

Б. Ю. Васильев

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД ГАЗОПЕРЕКАЧИВАЮЩЕГО АГРЕГАТА

Аннотация. Рассмотрена проблема электромагнитной совместимости высоковольтного преобразователя частоты с сетью электроснабжения и электродвигателем. Предложены возможные пути повышения уровня совместимости. Произведена оценка экономической эффективности внедрения электроприводных газоперекачивающих агрегатов на магистральных газопроводах России и Украины.

А. Е. Козярук, д-р техн. наук,

Д. С. Васильев

АВТОМАТИЗОВАНИЙ ЕЛЕКТРОПРИВОД ГАЗОПЕРЕКАЧУВАЛЬНОГО АГРЕГАТУ

Анотація. Розглянуто проблему електромагнітної сполучення високовольтного перетворювача частоти з електропостачанням і електродвигуном. Запропоновано можливі шляхи підвищення рівня сполучення. Проведена оцінка економічної ефективності впровадження електропривідних газоперекачуючих агрегатів на магистральних газопроводах Росії і України.

А. Е. Kozjaruk, ScD,

D. S. Vasilyev

AUTOMATIC ELECTRIC PUMPING UNIT

Abstract. Problem of high-frequency converter's electromagnetic compatibility with electrical network and with motor is considered. Possible ways to improve compatibility are proposed. Economic effectiveness of introducing electric drive gas pumping units on pipelines in Russia and Ukraine is estimated.

В соответствии с Энергетической стратегией России на период до 2030 года одним из главных векторов развития топливно-энергетического комплекса является инновационность и энергоэффективность его развития [2]. К важнейшим стратегическим инициативам относятся развитие энергосбережения и энергоэффективности в газовой отрасли при транспорте газа. Одним из основных мероприятий является расширение использования электроприводных газоперекачивающих агрегатов (ЭГПА).

К настоящему времени на компрессорных станциях (КС) ОАО «Газпром» эксплуатируется 725 ЭГПА общей мощностью 6,05 млн. кВт, что составляет 14,1 % от общей установленной мощности ГПА. Причем более 70 % этого парка ЭГПА имеет срок службы более 15 лет, и практически все электрооборудование выработало свой ресурс [4].

В ОАО «Газпром» была принята «Концепция применения электропривода в газоперекачивающих агрегатах на объектах «Газпром»», разработанная в ОАО «Гипрогазцентр», которая предусматривает внедрение инновационного оборудования ЭГПА [1].

На сегодняшний день в мировой газотранспортной промышленности при строительстве новых и реконструкции старых КС отдаются предпочтение ЭГПА.

Современный автоматизированный электропривод ГПА. Проблемы и пути их решения

Центробежные нагнетатели (ЦБН) большой производительности, используемые для компримирования газа, обусловили применение высоковольтных электроприводов. С мощностью 2,5 – 60 МВт. В этом диапазоне для электропитания двигателя и широкодиапазонного регулирования частоты вращения испо-

нитной совместимости (ЭМС), которая заключается в генерировании ПЧ высших гармоник тока и напряжения и снижении качества электрической энергии (КЭЭ). Российским стандартом, устанавливающим показатели и нормы КЭЭ, является ГОСТ 13109-97.

Уровень ЭМС электропривода с сетью электроснабжения и электродвигателем зависит от топологии схемы, типа силовых полупроводниковых ключей и алгоритма управления ими. В высоковольтных ПЧ применяются запираемые тиристоры (GTO, IGCT, SGCT) и биполярные транзисторы с изолированным затвором (IGBT) до 6 кВ, силовые полевые транзисторы (MOSFET) до 10 кВ.

Наилучшие энергетические показатели электропривода большой мощности достигаются при использовании высоковольтного ПЧ, состоящего из активного выпрямителя и автономного инвертора с функцией ШИМ.

Автономный инвертор (АИ) представляет собой блок силовых полупроводниковых ключей. Схемы современных высоковольтных АИ могут быть сведены к следующим принципиальным решениям [3]: по мостовой схеме на SCR-тиристорах с искусственной коммутацией; на полностью управляемых тиристорах (GTO, SGCT); с тремя уровнями напряжения (3-level); с четырьмя уровнями напряжения (4-level); с многоуровневым (Multi-level) напряжением.

Для управления частотой вращения электродвигателя ЭГПА наиболее эффективным, с точки зрения качества регулирования, являются векторные алгоритмы. Применение ШИМ обеспечивает форму инвертируемых токов и напряжений, близкую к синусоидальной. Применение многоуровневых схем и модуляционных методов управления ключами АИ позволяет эффективно решать задачу ЭМС высоковольтного ПЧ и электродвигателя, которая является важнейшим критерием при оценке эффективности преобразователя и возможности его сопряжения с

© Козярук А.Е., Васильев Б.Ю., 2011

используют высоковольтные преобразователи частоты (ПЧ).

Важнейшим фактором при эксплуатации ЭГПА большой мощности является проблема электромаг-

двигателем.

Активный выпрямитель (АВ) представляет собой обращенный инвертор. Для управления ключами наиболее эффективными являются векторные и табличные алгоритмы [6].

Использование АВ позволяет эффективно решать проблему ЭМС электропривода большой мощности с сетью электроснабжения. АВ потребляет из сети практически активный ток с низким содержанием гармонических составляющих. Таким образом, обеспечивается коэффициент мощности сети на уровне единицы.

Наиболее перспективным, с точки зрения энергоэффективности, является вентильный электродвигатель с постоянными магнитами. Основные достоинства ЭГПА на основе вентильного электродвигателя: сохранение высокого значения КПД в широком диапазоне регулирования частоты вращения из-за отсутствия потерь в системе возбуждения; повышенная пожаро- и взрывобезопасность; высокая надежность; большой моторесурс.

Высокооборотный вентильный электродвигатель позволяет исключить повышающий редуктор. Использование безредукторного ЭГПА повышает экономию электроэнергии за счет более высокого КПД и уменьшает эксплуатационные затраты. Суммарный КПД безредукторного высокооборотного ЭГПА около 0,94, против 0,85 у ГПА с асинхронным либо синхронным двигателем и зубчатой передачей.

Экономическая эффективность ЭГПА

Для оценки эффективности применения ЭГПА используется несколько методик. В их числе методика, разработанная в Московском энергетическом институте и утвержденная Министерством топлива и энергетики России и АО «ВНИИЭ». Она заключается в анализе статистических данных прототипа и основана на расчете годового дохода от внедрения ЭГПА.

В результате расчетов по данной методике применение частотно-регулируемого электропривода ГПА на КС «Карталы» ООО «Газпром трансгаз Нижний Новгород» обеспечивает [4]: снижение потребления электроэнергии, по сравнению с использованием нерегулируемых ЭГПА более, чем на 20 %, что значительно снижает нагрузку на питающие сети; снижение годовых эксплуатационных затрат в 1,5-2,0 раза, по сравнению с ГТУ типа ГПА-Ц-6,3; повышение надежности и долговечности работы КС, а также уровня автоматизации всей КС.

В Украине для сокращения потребления топливного газа на КС происходит внедрение ЭГПА взамен ГТУ. За 2010 год за счет использования ЭГПА для транспортировки природного газа ДК «Укртрансгаз» сохранил около 260 млн.куб.м. топливного газа, а экономический эффект составил около 150 млн. гривен [5].

За январь-февраль 2011 года ДК «Укртрансгаз» использовала 0,8 млрд.куб.м топливного газа – как и за аналогичный период прошлого года, при этом выполнила транзит природного газа через территорию Украины в объеме 20,1 млрд.куб.м, что на 6 % больше аналогичного периода 2010 года. Благодаря работе ЭГПА удалось высвободить ориентировочно 75 млн.куб.м природного газа, а экономический эффект

благодаря таким мерам составлял около 43 млн. гривен.

С целью дальнейшей экономии природного газа в ДК «Укртрансгаз» планируется увеличить количество ЭГПА с 13 до 24 на компрессорных станциях Павлоград, Краснополье, Радушное, Марьевка, Березовка, Богородчаны, Бар и Ильинцы. Общая мощность ЭГПА составит 224 МВт. Общая сметная стоимость этих объектов с оборудованием составляет более 1,5 миллиарда гривен.

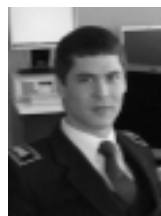
Список используемой литературы

1. Концепция применения электропривода в газоперекачивающих агрегатах на объектах ОАО «Газпром». – Нижний Новгород: ОАО «Газпром», ОАО «Гипрогазцент», 2003.
2. Концепция Энергетической стратегии России на период до 2030 г. (проект) // Прил. к научн., обществ.-дел. журналу «Энергетическая политика». – 2007. – 116 с.
3. Лазарев Г.Б. Частотно-регулируемый электропривод насосных и вентиляторных установок / Г.Б. Лазарев // Силовая электроника. – 2007. – №3. – С. 41 – 48.
4. Пужайло А.Ф. Энергоснабжение и автоматизация энергооборудования компрессорных станций / А.Ф. Пужайло, Е.А. Спиридонович, В.Н. Воронцов. Н-Новгород. 2010. – 560 с.
5. Укртрансгаз экономит на электроприводных газоперекачивающих агрегатах. – 2011.: <http://gasunion.org.ua/ukrtransgaz-elektroprivodnyh-gazoperekachivayushhix-agregatov.html>.
6. Direct Power Control Strategies for Multilevel Inverter Based Custom Power Devices / S. Venkateshwarlu, B. P. Muni, A. D. Rajkumar, and J. Praveen // World Academy of Science, Engineering and Technology. – 2008. – № 39. – С. 205 - 213.

Получено 01.06.2011



Козьярук
Анатолий Евстихиевич,
д.т.н., зав. каф. Электротехники и
электромеханики Санкт-
Петербургского гос. горного ун-та,
Россия, Санкт-Петербург
21 – линия В.О., д.2
тел. (+7921)9261323
e-mail: kozjaruk@mail.ru



Васильев
Богдан Юрьевич, аспирант
Санкт-Петербургского гос. горного
ун-та, Россия, Санкт-Петербург 21
– линия В.О., д.2
тел. (+7952)3849725,
e-mail: obelisk198720075@mail.ru