# Соблюдение требований промышленной безопасности при проектировании и эксплуатации автономных источников энергии на базе газопоршневых двигателей

**Е.М.Крамченков, В.А.Стерлигов, С.В.Симиниченко, Ю.Л.Стуканев**

**г.Липецк**

В настоящее время промышленное и сельскохозяйственное производство в Черноземье динамично развивается, что сопровождается ростом энергопотребления. Регион в сегодня является энергодефицитным, причем дефицит энергии нарастает, особенно в связи с развитием особой экономической зоны "Липецк" и региональных экономических зон в других областях.

Решить проблемы дефицита электроэнергии возможно тремя различными путями:

- увеличением поставки электроэнергии от крупных ГРЭС по существующим линиям электропередач (ЛЭП) с возможным строительством новых ЛЭП;
- реконструкцией существующих ТЭЦ или строительством в области новой ТЭС или ТЭЦ;
- созданием собственных мини-ТЭЦ на промышленных и сельскохозяйственных предприятиях.

Износ активной части фондов в электроэнергетике составляет 60-65%, в том числе в сельских распределительных сетях — свыше 75%. Отечественное оборудование, составляющее техническую основу электроэнергетики, морально устарело, уступает современным требованиям и лучшим мировым изделиям. Наличие в энергосистемах изношенного, выработавшего свой ресурс оборудования, доля которого уже превысила 15% всех мощностей, и отсутствие возможности его восстановления приводит к технологическим отказам, авариями и, как следствие, снижению надежности электроснабжения. Так, в воздушных линиях электропередач высокого напряжения в настоящее время число аварий составляет около 8 на 1000 км в год, и две трети из них связаны с внешними погодными условиями. Этот поток отказов значительно превышает показатели 1980-х годов. Линии меньшего напряжения имеют еще более высокий уровень отказов.

Современные газопоршневые двигатели имеют электрический КПД 40-43% и общий коэффициент использования энергии газа 85-90% при работе в когенерационном режиме (с отпуском тепла). Электрический КПД паротурбинных ГРЭС, составляющих реальную основу электроэнергетики, не превышает 36-37%, при этом потери при транспорте электроэнергии в сетях составляют 11-12%, то есть максимальный эффективный электрический КПД составляет 32-33%.

Еще хуже обстоит дело с эффективностью ТЭЦ. Эффективный электрический КПД газопоршневых мини-ТЭЦ соответствует, с учетом потерь при транспорте электроэнергии, парогазовым блокам с КПД 50%, но при этом они с минимальными потерями реализуют отпуск тепла и холода на кондиционирование в летний период.

По укрупненным показателям полные капитальные затраты на создание мини-ТЭЦ составляют не более 1300-1600 евро/кВт, и при наличии соответствующего финансирования срок от принятия решения до пуска в эксплуатацию мини-ТЭЦ установленной мощностью 1,0-10,0 МВт не превышает 1,0 - 1,5 года. Таким образом, мини-ТЭЦ позволяют плавно наращивать энергетический потенциал с максимальной отдачей от капитальных вложений. Единичные легко транспортируемые ГПА импортного производства имеют мощность до 6,5 МВт и позволяют создавать энергоблоки с электрической мощностью от сотен киловатт до 40 МВт.

В настоящее время в Липецке есть уникальный для Центрально-черноземного региона опыт создания мини-ТЭЦ. 4 октября 2006 года пущен в эксплуатацию энергоцентр, предназначенный для энергоснабжения торгового центра в г. Липецке. Проект технологической части выполнен научным коллективом кафедры «Промышленная теплоэнергетика» Липецкого государственного технического университета. Период от начала проектирования до пуска энергоблока составил 13 месяцев.

Энергоцентр представляет собой тригенерационную систему и обеспечивает электроснабжение и теплоснабжение гипермаркета общей площадью 15 000 кв. м, а также охлаждение воды для центрального кондиционирования воздуха в жаркий период. Базовым элементом энергоблока являются три газопоршневых агрегата TCG 2016 V12 фирмы Deutz (ныне "MWM", Германия) общей электрической мощностью 1740 кВт. Тепло отходящих газов двигателей используется для нагрева теплофикационной воды в утилизационном теплообменнике для теплоснабжения и горячего водоснабжения. Теплота охлаждения двигателей также передается теплофикационной воде при помощи пластинчатых теплообменников. Полная тепловая мощность составляет 1668 кВт. В летний период горячая вода после теплообменников используется в абсорбционной холодильной машине для получения холодной воды.

Энергоцентр работает круглогодично. В течение отопительного периода агрегаты снабжают электрической энергией потребителей торгового центра, обеспечивают собственные нужды в электроэнергии, а также поставляют тепловую энергию в системы теплопотребления (отопление, вентиляция, горячее водоснабжение, включая собственные нужды энергоблока). В летнее время, помимо снабжения электрической энергией всех категорий потребителей, тепло, получаемое при работе газопоршневых агрегатов, преобразуется в холод, за счет которого охлаждается воздух в помещениях торгового центра и энергоблока. Таким образом, реализуется технология тригенерации, которая позволяет полезно использовать более 85% энергии топлива, причем электрический КПД превышает 40%.

В настоящее время энергоцентр несет среднюю электрическую нагрузку в дневное время до 900 кВт. Удельное потребление природного газа составляет 0,27 м3/кВт-ч, при нагрузке 600 кВт двигатели потребляют 155 $м^3/ч$ природного газа. Оборудование отличается низким уровнем эмиссии вредных примесей — менее 500 $мг/м^3$ $NO_x$, менее 300 $мг/м^3$ CO — и эффективной системой шумоподавления: на расстоянии свыше 10 м от энергоблока уровень шума не превышает 45 дБ.

При проектировании и эксплуатации подобных энергоцентров необходимо осуществлять комплексный подход, подразумевающий неукоснительное соблюдение правил и требований промышленной безопасности, что обеспечит длительную и безаварийную работу подобных объектов.

Управление безопасностью современного производства — сложная задача, требующая комплексного системного подхода. Данная задача не может быть решена в отрыве от общей системы управления предприятием и должна учитывать:

- применяемые на производстве технологии;
- тип и состояние оборудования и производственных помещений;
- квалификацию и навыки персонала.

Функционирование рассматриваемых объектов (энергоцентров), как и нефтеперерабатывающих заводов или теплоцентралей, представляет опасность для окружающей среды и населения. Поэтому вопросы обеспечения промышленной безопасности на подобных объектах подлежат государственному контролю и регулированию.

С этой целью существует обширная система нормативов и законодательно обусловленных требований, к которым относятся: предельно допустимые нормы концентрации опасных веществ на производственных площадях и в окружающей среде, требования по установке необходимых устройств контроля за технологическими процессами систем взрыво- и пожарозащиты, требования по уровню подготовки персонала, правила техники безопасности и многие другие.

Однако, предприятия не должны ограничиваться вопросами обеспечения безопасности производства только лишь в рамках законодательных требований. Полномасштабная стратегия управления рисками промышленного предприятия должна охватывать более широкий круг проблем, чем просто соблюдение ряда норм и правил. Существующие риски следует рассматривать не только с технической, но и с экономической, политической, правовой и экологической точек зрения.

Соблюдение требований промышленной безопасности при проектировании и эксплуатации энергоцентров на базе газопоршневых агрегатов - залог успешной и безаварийной работы объектов.