

А. А. Дубянский – FG Wilson (Engineering) Ltd.
Д. Ф. Пузовик – ЗАО «Группа «А.Д.Д.»»

Технология когенерации позволяет использовать тепловую энергию системы охлаждения и тепло выхлопных газов двигателя для повышения эффективности работы генераторных установок с 38-40 процентов до 80-85. При этом снижается себестоимость получаемой электроэнергии.

Системы когенерации на базе газопоршневых установок FG Wilson

Во всех развитых странах с каждым годом растет потребление электроэнергии. Согласно данным WADE (Мировой союз децентрализованной электроэнергии), электропотребление в развитых странах в 2003 году составило: в США – 3838 тыс. кВт·ч, в России – 890 тыс. кВт·ч, в Германии – 551 тыс. кВт·ч (на душу населения: 14 000, 6500 и 7 000 кВт·ч соответственно). Около 30 % электроэнергии потребляется транспортом, 40 % – различными отраслями промышленности, 30 % расходуется на энергоснабжение жилых помещений, общественных зданий и других сооружений. Таким образом, третья часть энергетического рынка –

это потребители, не требующие обязательного централизованного энергоснабжения. Ежегодный рост объема этого сегмента рынка все более активно занимают децентрализованные (автономные) источники электроснабжения. В этих условиях применение малой энергетики, как дополнение централизованного энергоснабжения, является разумной альтернативой.

В период, когда активно развивается жилищное строительство, вводятся новые промышленные и социальные объекты, остро встает вопрос дефицита тепловой и электрической энергии. Причем, очень часто дефицит энергии является единственным препятствием, не позволяющим осуществлять новое строительство. И если проблему недостатка тепла можно решить за счет применения индивидуальных или районных котельных, то с электроэнергией дело обстоит значительно сложнее. Рассчитывать на городские электростанции и сети не приходится, так как они перегружены. Износ систем централизованного тепло- и электроснабжения в России становится критическим. Кроме того, продолжается рост тарифов на тепловую и электрическую энергию. Именно поэтому малая энергетика в виде теплоэлектростанций (далее мини-ТЭЦ) получает сейчас значительное развитие.

При работе мини-ТЭЦ применяется технология когенерации или, как ее принято называть в Европе – СНР (Combined Heat and Power), то есть совместное производство тепловой и электрической энергии. Это позволяет использовать тепловую энергию системы охлаждения и тепло выхлопных газов двигателя для повышения эффективности работы генераторных установок с 38-40 до 80-85 %. При этом снижается и себестоимость получаемой электроэнергии. Но кроме финансового, существует еще и экологический аспект, который становится все более актуальным. Как правило, мини-ТЭЦ располагаются



➤ Фото 1.
Мини-ТЭЦ
гипермаркета
«О'Кей»

в городских районах с плотной застройкой, а при использовании системы СНР сокращается выброс в атмосферу большого количества тепловой энергии.

Таким образом, теплоэлектростанции хотя и не решают проблем большой энергетики, но являются поистине «спасательным кругом» для предпринимателей и городских властей любого крупного города – они позволяют строить там, где это было невозможно из-за дефицита энергии. Но строить в одном месте и котельную, и мини-ТЭЦ нерационально, поскольку требуются дополнительные площади, капитальные вложения и в дальнейшем – дополнительные эксплуатационные расходы. В этом случае необходимы теплоэлектроцентрали малой мощности для выработки на одном предприятии (на одной площадке) тепловой и электрической энергии. И они уже находят практическое применение на работающих объектах.

Многие районные котельные выработали свой ресурс и требуют реконструкции. Если на их площадях установить мини-ТЭЦ и, сохранив теплоснабжение района, электроэнергию передавать в городскую сеть, то это уже можно считать решением проблемы энергодефицита отдельного района или города. Причем, при когенерации повышается коэффициент использования топлива (в отличие от раздельного производства тепловой и электрической энергии) – таким образом, решаются и экологические проблемы, которые в больших городах требуют особого внимания.

Например, в Санкт-Петербурге достаточно хорошо известен новый гипермаркет «О'Кей» (далее гипермаркет) на Московском проспекте – его обеспечивает теплом и электроэнергией мини-ТЭЦ, спроектированная и построенная специалистами компании «А.Д.Д.» (фото 1).

Гипермаркет открылся в декабре 2006 года, а теплоэлектростанция начала вырабатывать тепловую и электрическую энергию в октябре. В конце первого квартала 2007 г. она была сдана заказчику в промышленную эксплуатацию. В настоящий момент мини-ТЭЦ обеспечивает электрической и тепловой энергией 17 000 м² торговых помещений и электричеством – систему освещения автомобильной стоянки общей площадью 28 000 м². При этом она является единственным источником электроэнергии и теплоснабжения торгового центра.

Состав энергокомплекса гипермакета был определен исходя из требований технического задания и предварительных расчетов минимальной и максимальной электрической и тепловой нагрузки. В него вошли 4 газопоршневые установки PG1250B производства фирмы FG Wilson (Engineering) Ltd. с системой утилизации тепла,



разработанной специалистами компании «А.Д.Д.»; пиковый водогрейный котел Vitoplex 100 (Германия) и дизель-генераторная установка P63531 (производства FG Wilson) мощностью 508 кВт (фото 2).

Фото 2.
Машинный зал
теплоэлектро-
станции

Суммарная электрическая мощность станции составляет 4,5 МВт, тепловая – 5,5 МВт, включая мощность пикового котла 1 МВт. Резервирование электрической мощности – 508 кВт – обеспечивается дизель-генератором. Секционное распределительное устройство и резервирование особо ответственных потребителей обеспечивают надежность электроснабжения объекта. В качестве основного топлива энергокомплекса используется природный газ.

Тепловой пункт оснащен пластинчатыми теплообменниками контура технической воды, циркуляционными насосами и системами автоматики. Тепловая схема теплоэлектростанции, разработанная при участии компании «А.Д.Д.», имеет ряд особенностей, отличающих ее как от ранее известных схем когенерации, так и от тепломеханических схем других объектов. Теплоэлектростанция имеет дымовую трубу высотой 45 м.

В составе газопоршневых генераторных установок PG1250B применены поршневые газовые двигатели с искровым зажиганием се-

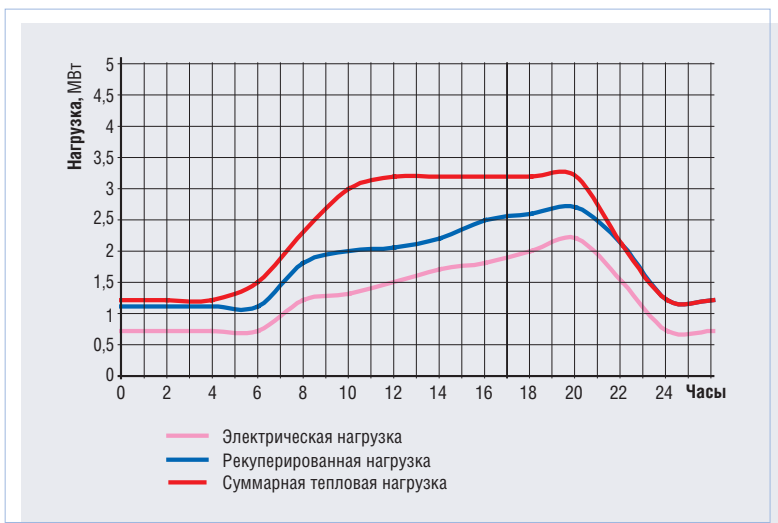


Рис. График электрической и тепловой нагрузки

рии 4016-E16TRS (производство фирмы Perkins, Великобритания). Панели управления GCP32, смонтированные на генераторных установках PG1250B, позволяют им работать как параллельно между собой, так и синхронизированно с внешней сетью – без дополнительных устройств или шкафов синхронизации.

Выработка электроэнергии осуществляется одноподшипниковым бесщеточным силовым генератором переменного тока LL 8124P. Он установлен на единой раме с двигателем и соединен с ним посредством предохранительной муфты. Генератор имеет систему возбуждения с постоянными магнитами, позволяющими осуществлять стабилизацию параметров выходного напряжения в диапазоне $\pm 0,5\%$ от номинального значения.

Выбор данного оборудования был обусловлен, прежде всего, высокими экологическими требованиями к силовым установкам, поскольку торговый комплекс расположен в центре города. Газопоршневые двигатели серии 4016-E16TRS, являющиеся силовыми агрегатами установок PG1250B производства фирмы WG Wilson, представлены на европейском рынке с конца 1999 года. Они являются дальнейшим развитием семейства двигателей 4000TESI MINNOX. Содержание NO_x в выхлопных газах этих двигателей не превышает 500 мг/м^3 , что соответствует ныне действующему европейскому стандарту TA-Luft по уровню вредных выбросов.

В то же время 4016-E16TRS не являются дальнейшей модернизацией двигателей серии 4000TESI, так как это вновь разработанные силовые установки. Помимо новых механических частей, в них применены принципиально новые электронные системы управления двигателем, куда входит электронный модуль управления количеством подаваемого газа. Эти системы имеют обратную связь с датчиками, контролирующими в режиме реального времени темпера-

туру выхлопных газов, содержание в них кислорода, нагрузку на двигатель.

Силовые установки серии 4016-E16TRS оснащены новыми системами турбонаддува и двухступенчатыми системами охлаждения наддувочного воздуха. Благодаря этому содержание NO_x в выхлопных газах двигателей снизилось до 250 мг/м^3 , что соответствует более строгому европейскому стандарту – 1/2TA-Luft. Кроме того, ресурс двигателя до первого капитального ремонта при соблюдении правил эксплуатации и своевременном проведении технического обслуживания увеличивается до 64 000 часов.

В настоящее время проведен статистический анализ параметров электрической и тепловой нагрузки объекта. На рис. показаны усредненные данные тепловой и электрической нагрузки на объекте гипермаркета «О'Кей» при работе генераторных установок и систем утилизации тепла при отрицательных температурах окружающего воздуха.

На основании показателей среднестатистической суточной тепловой и электрической нагрузки были скорректированы режимы и алгоритм работы генераторных установок PG1250B. Сейчас установки работают по следующей схеме:

1. С 0 до 11 часов, когда нагрузка составляет от 800 до 1000 кВт, работают две установки;
2. После 11 часов, когда нагрузка возрастает с 1400 до 2300 кВт, осуществляется автоматический запуск третьего генератора и его синхронизация с двумя уже работающими установками – до 20 часов работают три установки;
3. В интервале от 21 до 23 часов нагрузка снижается с 2300 до 1000 кВт, и третья установка автоматически отключается.

Четвертая установка находится в горячем резерве и используется для покрытия пиковых нагрузок или для подключения в систему в случае остановки (по любой причине) одного из трех основных генераторов.

Такой алгоритм работы выбран исходя из графиков электрической нагрузки и условия обеспечения постоянного (не менее 30%) резерва мощности для надёжной работы комплекса при возможных набросах нагрузки в 200 кВт и выше.

Нужно отметить, что панели управления GCP32, смонтированные на установках PG1250B, автоматически запускают и последовательно подключают к энергосистеме генераторы с наименьшей, на момент старта, наработкой. Это позволяет сблизить количество наработанных моточасов генераторных установок, входящих в систему, и оптимизировать при этом проведение планового технического обслуживания

ния генераторов, а также поставку на склад запасных частей и их расход при проведении техобслуживания.

При реализации данного проекта специалистами «А.Д.Д.» была выбрана последовательная схема подключения системы СНР и пикового водогрейного котла Vitoplex 100 в общий трубопровод, предназначенный для подачи потребителям горячего теплоносителя. Такое решение позволило не только уменьшить объем строительных и монтажных работ, но и оптимизировать работу всей системы теплоснабжения, одновременно повысив её надёжность.

Как известно, при снижении нагрузки на генераторную установку уменьшается поток выхлопных газов и понижается их температура, что приводит к снижению эффективности работы СНР. Однако из графика на *рис.*, видно, что при нагрузке 750 кВт, т.е. 75 % от номинальной мощности установки, выход тепловой энергии от системы утилизации составляет не менее 1 000 кВт, т.е. 90 % от номинальной мощности СНР (при номинальной тепловой мощности системы утилизации не ниже 1110 кВт при 100 %-й нагрузке на генераторную установку).

Следует подчеркнуть, что технология СНР не просто комбинированное производство электрической и тепловой энергии – это концепция, предусматривающая оптимизацию энергопотребления. Благодаря решениям, предложенным компанией «А.Д.Д.» при реализации проекта энергоснабжения гипермаркета, и техническим возможностям оборудования FG Wilson, удалось добиться высокой эффективности работы систем утилизации тепловой энергии даже при нагрузке установок менее 70 % от номинальной мощности.

Кроме того, необходимо учитывать, что основные потребители автономного энергоснабжения – это владельцы электростанций. Для них важнейшими показателями являются низкие первоначальные вложения при минимальном сроке окупаемости и минимальная себестоимость электроэнергии, получаемой от теплоэлектростанции. Также большое значение имеет надёжность поставляемого оборудования и квалифицированная техническая поддержка. Этим условиям отвечают генераторные установки FG Wilson, а возможности, опыт и ресурсы компании «АДД» позволяют в полном объеме обеспечивать необходимую техническую поддержку поставленного оборудования, а также осуществлять комплектные поставки запасных частей и расходных материалов.

В заключение следует отметить, что энергетическая стратегия России на период до 2020 года, принятая в 2000 г., предусматривает сохранение доминирующей роли теплофикации

и централизованного теплоснабжения крупных городов и промышленных комплексов. Вместе с тем, с изменением структуры собственности как в производственной, так и в жилищно-коммунальной сфере доля децентрализованного теплоснабжения возрастает. Сооружение малых и средних ТЭС (в том числе за счет преобразования котельных в мини-ТЭЦ) не только обеспечит более эффективное использование топлива за счет комбинированного производства энергии, но и повысит надёжность электроснабжения.

Обладая такими важными преимуществами, как надёжность и качество, автономное электроснабжение может стать основным путем развития энергетики будущего. Если в 2003 году доля электроэнергии, вырабатываемой децентрализованными источниками, составляла 7 % от общего объема, то к 2012 г., по оценкам экспертов, ее объем составит не менее 14 %. Эта тенденция подтверждается и статистикой продаж генераторных установок FG Wilson на рынках России и стран СНГ. ■