



Рис.1. Расход э/э на перекачку теплоносителя при различных режимах регулирования нагрузки

Реализация ККР на объектах энергосистемы позволит упростить использование аккумуляторов теплоты (АТ), применение которых позволит не только выровнять суточный график отпуска теплоты на ТЭС, но и облегчит прохождение пика электрической нагрузки.

УДК 666.94.041

Энерготехнологический комплекс на базе производства полиэфирных нитей

Романюк В.Н., Бычковский А.В.

Белорусский национальный технический университет

Тенденция независимого децентрализованного энергоснабжения энергоёмких производств, получившее достаточно широкое распространение на западе в результате принятия Киотского договора и других регулятивных документов, способствует развитию комбинированной выработки тепла и электроэнергии, получает своё развитие и в нашей стране. Необходимость в этом назрела уже давно и не только в контексте охраны окружающей среды. Большинство предприятий уже исчерпали все ресурсы снижения себестоимости продукции и, тем самым, улучшения своего экономического положения. Последнее можно осуществлять разными путями: изменением сырьевой базы, введением

новых технологических линий и целый ряд энергосберегающих мероприятий, направленных на снижение энергетической составляющей себестоимости продукции.

Изменение сырьевой базы возможно в крайне редких случаях, и лишь когда источник альтернативного сырья располагается внутри страны. Введение новых технологических линий зачастую хоть и улучшает ситуацию, но характеризуется большими инвестициями и сроком окупаемости. Мероприятия традиционного подхода к энергосбережению сопровождаются определенным экономическим эффектом, однако его величина, как правило, незначительно снижает энергетическую составляющую себестоимости. В этой ситуации вполне оправданным и чуть ли не единственным путём изменения экономического положения является снижение энергетической составляющей себестоимости продукции за счет перехода к интегрированной выработке энергоресурсов на базе теплотехнологического потребления энергии. Комбинированные энергоисточники на базе тепловых двигателей внутреннего сгорания получают всё большее распространение, чему способствует существующая "политика завышенных энергетических тарифов". Успех подобной модернизации зависит от выбора производства, куда предполагается интегрировать энерготехнологический комплекс, и от сопрягаемой энергогенерирующей установки. Важен дифференцированный подход с учётом индивидуальных характеристик производства и технических характеристик различных тепловых двигателей.

В теплоэнергетической системе промышленного производства (ТЭСПП) полиэфирных нитей участвуют теплоносители, использование которых ведёт к перерасходу топлива в стране и завышенному значению энергетической составляющей себестоимости продукции ($\approx 27,1\%$). Используемые в производстве энергоносители: насыщенный пар 44 ата, ВОТ – высокотемпературный органический теплоноситель (динил) с рабочей температурой 350°C , генерируются в результате прямого сжигания топлива; горячая вода, идущая на нужды отопления, вентиляции и ГВС; электроэнергия, используемая, в том числе, на привод компрессионных холодильных машин системы технологического кондиционирования, поступают от энергосистемы.

Для увеличения системной эффективности ТЭСПП производства необходимо выделение качественных параметров и

проведение их оптимизации. В случае оптимизации энерготехнологической когенерационной установки таковыми показателями могут быть – совокупность энергетического и эксергетического КПД, удельная выработка электроэнергии на тепловом потреблении, приводящие к снижению энергетической составляющей себестоимости продукции.

При выборе схемы выработки и снабжения теплотехнологии требуемыми энергоресурсами необходимо учитывать графики их потребления в различные периоды времени. Пар 44 ат и ВОТ используются технологическими потребителями и графики их потребления можно считать квазипостоянными. Что же касается холода систем кондиционирования, то ее вклад составляет $\approx 5\%$ от общей энергетической нагрузки. Основная часть холода для кондиционирования приходится на период апрель – октябрь, что, при должном выборе холодильных машин, заполняет провал потребления горячей воды на нужды отопления и ГВС в зимний период.

Когенерационные модули, при использовании их в качестве энергоисточника характеризуются высокоэффективной выработкой электроэнергии. В части утилизации их теплового потока эффективность использования зависит от схемы утилизации тепла. При нескольких видах энергоносителей с различными температурными уровнями их генерация может быть организована как параллельно на ряде независимых друг от друга модулей, так и последовательно, когда генерируется один теплоноситель, затем другой на всех модулях. В варианте ТЭСИП полиэфирных нитей возможно использование когенерационных модулей по первой схеме, когда энергия дымовых газов используется в наборе одних установок на выработку пара в ребойлере и отдельно в других установках на нагрев ВОТ в теплообменнике высокотемпературного органического теплоносителя (ТВОТ) – параллельная схема. Возможна другая (последовательная) схема, когда дымовые газы от когенерационной установки направляются сначала в ТВОТ, а затем в ребойлер для выработки пара. В обеих схемах для доохлаждения дымовых газов до 100 – 120 °С используются газо-водяные теплообменники (ГВТО). Сравнение этих двух схем выявило следующее:

1. Количество когенерационных модулей необходимых для обеспечения производства технологическими теплоносителями

в случае параллельной схемы возрастает на 15 – 25%, что приводит к росту инвестиций, увеличению вытеснения нагрузки паротурбинной ТЭЦ за счет роста потока горячей воды от большего числа модулей. Увеличение площади поверхности теплообмена ребойлера, вызванное снижением температурного напора теплопередачи, оказывает несоизмеримо меньшее увеличение стоимости оборудования в сравнении с влиянием на инвестиции числа тепловых двигателей. К тому же, в последовательной схеме снижается выработка тепловой энергии с горячей водой: при использовании параллельной схемы порядка 75% тепла дымовых газов идёт на выработку горячей воды – наименее эффективное использование тепла дымовых газов, при последовательной схеме этот показатель равен 65%.

2. Эффективность использования энергоресурсов в обеих схемах отражает изменение эксергетического КПД: при параллельной схеме он равен 37%, последовательной – 43%.

3. Последовательная схема имеет большую технологическую гибкость. В случае изменения в потреблении либо полного отказа от тепла одного из технологических теплоносителей нет необходимости в остановке модуля, — выработка данного теплоносителя прекращается путём байпасирования дымовыми газами соответствующего теплообменника.

Следующим этапом при разработке энерготехнологического комплекса идёт выбор типа (ГТУ или ГПА) и типоразмера теплового двигателя. Коэффициент использования топлива в обоих типах двигателях примерно одинаков, их отличают удельная выработка электроэнергии на тепловом потреблении до 1100 кВт·ч/Гкал у ГПА и ≈ 700 кВт·ч/Гкал у ГТУ. Число часов работы в году равно 8000-8500 у ГПА, 7000 – у ГТУ. Гамма мощностей — до 9 МВт у ГПА с искровым зажиганием и от ≈ 2 МВт и выше у ГТУ. Определяющим фактором при выборе мощности энерготехнологического комплекса является тепловое потребление в сочетании с надёжностью энергообеспечения. В данном случае тепловая мощность технологического потребления характеризуется величиной ≈ 8 МВт. И по комплексу вышеперечисленных энергетических критериев, и по требованию системной надёжности наиболее подходят для энерготехнологического комплекса газо–поршневые двигатели внутреннего сгорания.

Непосредственный выбор ГПА из линеек предлагаемых производителями для ТЭСПП полиэфирных нитей необходимо производить совокупно по следующим критериям:

- единичная мощность
- электрический КПД;
- число часов работы в году;
- температура дымовых газов на выходе из ГПА.

Причём единичная мощность должна обеспечивать гибкость комплекса – вывод из работы одного модуля не должен оказывать существенного влияния суммарную мощность комплекса, а температура дымовых газов должна быть как можно большей для обеспечения нагрева ВОТ до температуры 350 °С.

Для снижения электропотребления, обеспечения практически неизменного режима работы комплекса в различное время года, снижения вытеснения нагрузки паротурбинной ТЭЦ необходимо осуществить тригенерационную комбинированную установку путем замены парокомпрессионных холодильных (ХМ) машин на абсорбционные бромистолитиевые холодильные машины (АХМ). АХМ не только замещают существующие компрессионные ХМ, использующие электроэнергию для привода компрессора, но и выравнивают годовой график потребления горячей воды, которая в период с апреля по октябрь используется в АХМ для генерации холода. Таким образом, основная тепловая нагрузка по ВОТ и пару остаётся постоянной, нагрузка же по сетевой воде просто перераспределяется в зависимости от периода года. В отопительный период она распределяется между вентиляцией, отоплением и ГВС, а в неотапливаемый — на кондиционирование и ГВС.

Таким образом, можно констатировать:

1. При использовании современных подходов к энергообеспечению существующих теплотехнологий требуется реструктуризация ТЭСПП.

2. Наиболее целесообразным и энергетически, и экономически в системе производства полиэфирных нитей является создание базе его теплотехнологии тригенерационного комплекса с использованием газо-поршневых ДВС и абсорбционных холодильных машин.

3. Тригенерационный комплекс способен обеспечить потребность предприятия в тепловой энергии в виде ВОТ, пара 44

от, в технологическом холоде и частично в горячей воды. Предварительные технико-экономические расчёты указывают на снижение энергетической составляющей себестоимости до 20%, а на 7%. Окупается комплекс за 3-4 года, при сроке строительства до 2-х лет. Системное годовое снижение потребления первичных энергоресурсов составляет ≈ 30 тысяч тонн условного топлива, прибыль предприятия возрастает, при прочих неизменных условиях, на 4,5 миллионов долларов. Прогнозируемые изменения на рынке энергоресурсов улучшают показатели, что говорит об устойчивости проекта.

УДК 666.94.041

Энерготехнологическая реструктуризация теплоэнергетической системы ОАО "Доломит"

Романюк В.Н., Томкунас Е.В.

Белорусский национальный технический университет
Белорусский теплоэнергетический институт

ОАО "Доломит" на территории Беларуси является единственным производителем доломитовой муки, что определяет исключительную значимость ОАО "Доломит" для страны. На ОАО "Доломит" структура, технологический процесс, оборудование ориентировано на массовое производство, при этом, завод проектировался и строился с учетом обеспечения минимальных капиталовложений. Все перечисленное достигнуто за счет перерасхода энергоресурсов.

Вместе с тем, эксергетические потери, определяющие энергетическое совершенство системы, на 40% определяются на стадии эскизной проработки, еще 40% приходится на стадию проектирования и оставшиеся 20% связаны с эксплуатацией системы. Очевидно, что первые две этапа, относящиеся к созданию промышленного объекта, определяют структуру теплоэнергетической системы конкретной технологии. Все это в полной мере относится и к ОАО "Доломит", где ситуация с расточительным энергоиспользованием, заложенным на стадии проектирования, усугубляется изношенностью оборудования.

Прошедшие изменения экономической ситуации в стране привели к тому, что продукция ОАО "Доломит" оказалась не-