

Ю. Д. Ильяхин, доцент;
М. Л. Гинзбург, гл. инженер (КУП «Минский областной инновационный центр»)

ОПТИМИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРО- И ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ РПУП «ВИТЕБСКИЙ МЕХОВОЙ КОМБИНАТ» НА БАЗЕ ДВУХ ГАЗОПОРШНЕВЫХ УСТАНОВОК С КОТЛАМИ-УТИЛИЗАТОРАМИ

In the article made recommendation use two combined heat and power (CHP) plants. The result calculation optimization of electrical and heating energy using enterprises are presented. Got dates are compared with ones of energy resources using during previous years.

In that article were described problems of gas calorific value and installation of power Electric stations with voltage up 04 to 10 kV with capacity from 100 to 1200 kW. Analised the main problems for CHP power for technological chains, separate industrial builders.

Республиканское производственное унитарное предприятие «Витебский меховой комбинат» ведомственно подчинено концерну «Беллегрпром», сфера деятельности – выпуск меховых и шубных изделий, воротников, шкур, головных уборов и верхней одежды.

По результатам работы предприятия в 2007 г. не были достигнуты плановые показатели по объемам реализации, объемам производства и рентабельности реализованной продукции.

В соответствии с требованиями Директивы Президента Республики Беларусь от 14.06.2007 г. № 3 «Об экономии и бережливости» с целью уточнения расхода топливно-энергетических ресурсов (ТЭР), оценки эффективности их использования, разработки рекомендаций по энергосбережению, технико-экономическому обоснованию электро- и теплоснабжения комбината с применением инновационных энергоэффективных технологий и выполняется данная работа [1, 2, 3].

Энергоснабжение предприятия обеспечивается тремя трансформаторными подстанциями (ТП) 10/0,4 кВ суммарной установленной мощностью шести трансформаторов 4,8 МВт (4800 кВт).

Теплоснабжение предприятия осуществляется от собственной котельной с тремя двухбарабанными паровыми котлоагрегатами с параметрами: расход пара – 10 т/ч, давление – 13 кгс/см².

Газоснабжение предприятия осуществляется газопроводом с пропускной способностью 5,2 млн. м³/год через газораспределительное устройство (ГРУ), понижающее давление газа с 0,3 МПа до 0,05 МПа.

Годовое потребление топливно-энергетических ресурсов комбинатом составляет 3720 т у. т., в том числе:

электрической энергии – 1569 тыс. кВт·ч,
тепловой энергии – 10 585 Гкал,
топлива – 1427 т у. т.

Электропотребление предприятия составляет всего 1569 тыс. кВт·ч, т. е. менее 5 % от полной возможной годовой загрузки шести трансформаторов, позволяющих максимально получить 38,4 млн. кВт·ч.

Загрузка котельных агрегатов составляет менее 30 % от номинальной мощности.

В 2005 г. проводилось энергетическое обследование РПУП «Витебский меховой комбинат». По результатам энергоаудита были разработаны рекомендации по повышению эффективности использования энергоресурсов на комбинате, в том числе произведена оптимизация системы теплоснабжения комбината, оптимизация работы комплектных трансформаторных подстанций (КТП).

Исходные данные для расчета существующего состояния энергоснабжения комбината.

1. Установленная мощность силовых трансформаторов комбината 4800 кВт, коэффициент использования 30 %, практически не используемая мощность 3360 кВт.

2. При расчете используются Постановление Министерства экономики РБ от 31 мая 2006 г. и декларации по уровню тарифов ПТО «Белэнерго» от 26 января 2007 г. № 7.

3. Оценка невозвратного ущерба от оплаты неиспользованной установленной мощности трансформаторов.

Плата за установленную мощность, исходя из вышеуказанного документа, составляет 1781,1 руб. за 1 кВт в месяц. Таким образом, за установленную мощность предприятие безвозвратно теряет сумму, рассчитанную по следующей формуле:

$$Ц_0 = 1781,1 \cdot 3360 \cdot 12 \cdot 0,14 = 100\,533 \text{ у. е.},$$

или 216 145 950 бел. руб.
(курс 2150 руб. за 1 у. е.),

где 0,14 – средневзвешенный тариф при двухставочном тарифе за электрическую энергию.

Данные потери повторяются ежегодно независимо от внедрения мероприятий по экономии на комбинате.

Отключение питающих кабелей неработающих трансформаторов невозможно из-за опасности ускоренного выхода из строя их изоляции.

Потери энергии от активных составляющих фазных токов холостого хода неиспользованных трансформаторов оцениваются исходя из величины этих потерь – 0,3 % от номинальной мощности трансформаторов.

Величины данного вида потерь рассчитываются по формуле

$$P_{xx} = 3360 \cdot 0,003 \cdot 8000 \cdot 0,14 = 11\ 289 \text{ у. е.},$$

где 8000 – число часов работы ТП в году.

Суммарные невозвратные потери по комбинату составляют

$$P_c = 100\ 533 + 11\ 289 = 111\ 822 \text{ у. е.},$$

т. е. 240 417 300 руб.

Единственной альтернативой исключения выявленных потерь является полная загрузка имеющихся трансформаторов за счет установки мини-ТЭЦ с передачей электрической энергии в распределительные сети «Витебскэнерго».

1. Планируемые организационно-технические мероприятия и оборудование.

1.1. Предполагается монтаж на территории завода мини-ТЭЦ на базе газопоршневых агрегатов суммарной мощностью 2,4 МВт на напряжение 0,4 кВ двумя блоками мощностью по 1,2 МВт каждый.

1.2. Работа мини-ТЭЦ параллельно с энергосистемой с выдачей электрической энергии в энергосистему «Витебскэнерго» через существующие на заводе четыре силовых трансформатора мощностью 1000 кВА 10/0,4 кВ путем обратной трансформации на шины 10 кВ энергосистемы «Витебскэнерго».

2. Работа мини-ТЭЦ в тепловом режиме с установкой паровых котлов-утилизаторов на выхлопных газах ГПА с паропроизводительностью 2 т/час при давлении 0,5 МПа и температуре пара 190°C по каждому из агрегатов. Располагаемый теплоперепад, полученный из котла утилизатора, составляет 730 кДж/кг.

Выработка тепла каждым из агрегатов – 1,3 Гкал/ч максимум, суммарно – 2,6 Гкал/ч.

2.1. Монтаж пароводяных бойлеров, обеспечивающих горячее водоснабжение завода. Параметры прямой и обратной воды: прямая – 108°C, обратная – 60°C.

3. Стоимость одного комплекта мини-ТЭЦ, состоящего из полного набора оборудования с учетом стоимости транспортировки в г. Витебск для поставщика «Фильтр» фирмы «Енбахер» составляет 4 415 795 752 бел. руб. с НДС и таможенными пошлинами, срок поставки 3 месяца с момента оплаты оборудования. Поставка контейнерами по 40 футов.

4. Стоимость проектных работ по данному комплексу составляет 75 250 тыс. бел. руб.

5. Стоимость пусконаладочных работ составляет 182 200 тыс. бел. руб.

6. Сетевой график реализации проекта по установке и пуску оборудования.

6.1. Проектные работы – 35 календарных дней с согласованием (Проматомнадзор не требуется).

6.2. Монтажные работы – 42 календарных дня по критическому пути графика 17 сут с начала проектирования (архитектурный проект).

6.3. Пусконаладочные испытания – 11 календарных дней с момента окончания монтажа.

6.4. Итого – 73 календарных дня до сдачи в постоянную эксплуатацию.

6.5. Суммарно с момента оплаты основного оборудования – 163 рабочих дня.

7. Возможные объемы коммерческой продажи электроэнергии в сеть 10 кВ Витебскэнерго определяются из разности суммарного потребления и производительности мини-ТЭЦ 2,4 МВт, потребления заводом 0,4 МВт и потребления арендаторами 0,4 МВт, т. е. 1,6 МВт.

Средневзвешенный (с учетом оплаты арендаторами) тариф по Витебскэнерго составляет 0,14 у. е.

Длительность суточного графика поставки электрической энергии – 24 ч.

8. Стоимость обслуживания данной мини-ТЭЦ составляет 30 222 808 бел. руб.

8.1. Стоимость проведения средних ремонтов (раз в 5 лет) составляет 25 975 269 бел. руб.

Капитальный ремонт – 1 раз в 9 лет. Стоимость – 57 625 133 бел. руб.

Общая наработка блоков мини-ТЭЦ – 92 тыс. ч при непрерывной 24-часовой работе с номинальной нагрузкой.

Длительность средних ремонтов 252 нормо-часа, капитальных – 810 нормо-часов.

9. Планируемые расходы природного газа: удельный расход газа на 1 кВт·ч – 0,23 м³/кВт·ч – 4416 тыс. м³/год;

удельный расход газа на выработку тепла – 150 м³/Гкал;

суммарная выработка электрической энергии 19 200 тыс. кВт·ч/год;

суммарная выработка тепла – 20 800 Гкал/год;

расход газа на выработку тепла – 3120 тыс. м³.

Всего по комплексу мини-ТЭЦ расход газа составляет 7536 тыс. м³ в год.

Стоимость газа из расчета 150 у. е./тыс. м³:

$$У = 1\ 130\ 400 \text{ у. е./год.}$$

10. Обслуживающий персонал:

Операторы – 10 человек, заработная плата – 833 000 бел. руб.;

мастера – 2 человека, заработная плата – 850 000 бел. руб.

Годовые суммы: 20 400 и 80 400 тыс. бел. руб.

Примерная стоимость трех демонтируемых котлов существующей котельной составляет около 90 млн. у. е.

Все остальное оборудование используется в комплексе мини-ТЭЦ.

1. Поставка оборудования, монтаж, наладка, эксплуатация комплекса мини-ТЭЦ осуществляется за счет средств сторонней организации.

2. Согласование вопроса о выделении квоты на газ и параллельной работы с энергосистемой «Витебскэнерго» выполняется поставщиком оборудования.

3. Согласование вопросов о тарифах на поставку электрической и тепловой энергии комбинату, арендаторам, энергосистеме «Витебскэнерго» выполняется комбинатом.

Условия расчета:

1. Стоимость оборудования, амортизационные отчисления, стоимость топлива, эксплуатационные расходы, 100 % налоговой нагрузки оплачиваются поставщиком оборудования.

2. По сложившейся в Республике Беларусь практике устанавливается стоимость отпускаемой электроэнергии комбинату с шин мини-ТЭЦ на уровне 0,55 от средневзвешенного тарифа энергосистемы, т. е. $0,14 \cdot 0,55 = 0,077$ у. е./кВт·ч, отпуск энергии в систему возможен с тарифом 0,85 от средневзвешенной, равной 0,119 у. е./кВт·ч.

Стоимость 1 Гкал, отпускаемого с коллекторов мини-ТЭЦ сторонним потребителям, устанавливается на уровне 0,85 от стоимости 1 Гкал в энергосистеме, т. е. 38 у. е. $\cdot 0,85 = 32,3$ у. е./Гкал.

При этом отпускная цена за 1 Гкал, отпускаемого комбинату, устанавливается в размере 0,70 от системного тарифа на тепло, т. е. $38 \cdot 0,70 = 24,7$ у. е./Гкал.

В расчетах за отпускаемую электроэнергию сторонним потребителям принимается цена 0,14 у. е. за 1 кВт·ч, 38 у. е. – за 1 Гкал.

Экономический расчет по оптимизации энерго- и теплоснабжения за год:

Экономия средств от потребления заводом электрической энергии

$$\mathcal{E}_3 = (T_3 - T_{\text{MT}}) T_{\text{год}} \cdot P_3,$$

где T_3 – тариф по заводу; T_{MT} – тариф мини-ТЭЦ; $T_{\text{год}}$ – число часов работы в году; P_3 – мощность, потребляемая заводом.

$$\mathcal{E}_3 = (0,14 - 0,077) \cdot 8000 \cdot 400 = 201\ 600 \text{ у. е.}$$

Экономия комбинатом потребления тепловой энергии

$$\mathcal{E}_T = (\mathcal{E}_c - \mathcal{E}_{\text{MT}}) T_3 \cdot T_{\text{год}},$$

где \mathcal{E}_c – тариф энергосистемы 38,0 у. е./Гкал; \mathcal{E}_{MT} – тариф мини-ТЭЦ 24,7 у. е./Гкал; T_3 – потребление заводом 1 Гкал/ч.

$$\mathcal{E}_T = (38 - 24,7) \cdot 1 \cdot 8000 = 106\ 400 \text{ у. е./год.}$$

Экономия комбината от продажи электроэнергии сторонним организациям, арендаторам (потребление арендаторов 400 кВт установленной мощности):

$$\mathcal{E}_{\text{эс}} = (0,14 - 0,077) \cdot 400 \cdot 8000 = 201\ 600 \text{ у. е./год.}$$

Продажа электроэнергии энергосистеме «Витебскэнерго»

$$\mathcal{E}_{\text{эл}} = (0,119 - 0,077) \cdot 1600 \cdot 8000 = 537\ 600 \text{ у. е./год.}$$

Экономия от продажи тепловой энергии сторонним организациям

$$\mathcal{E}_c = (38 - 24,7) \cdot 1,6 \cdot 8000 = 174\ 080 \text{ у. е./год.}$$

Общий экономический эффект в год

$$\sum \mathcal{E} = \mathcal{E}_{\text{эс}} + \mathcal{E}_{\text{эл}} + \mathcal{E}_T + \mathcal{E}_3 + \mathcal{E}_c,$$

$$\sum \mathcal{E} = 1\ 047\ 200 \text{ у. е.,}$$

или 2 251 480 бел. руб. в год.

Срок инсталляции мини-ТЭЦ с момента заключения договора составит 8 месяцев.

Простой срок окупаемости мини-ТЭЦ – 22 месяца при полной производительности, динамический срок окупаемости – 2,3 года при ставке дисконтирования 12 %.

По данному варианту по истечении пяти лет эксплуатации возможна передача мини-ТЭЦ комбинату по остаточной стоимости.

Выводы. Рассматриваемая в статье ситуация является типичной для республики: реструктуризация и изменение номенклатуры и объема выпускаемой товарной продукции промпредприятий, выработка ресурса котельных установок привели к необходимости модернизации заводских котельных.

Считаем, что предлагаемый в статье вариант является оптимальным в рассматриваемом случае.

В данной работе не рассматриваются актуальные проблемы баланса реактивной мощности комбината и методов синхронной компенсации с использованием параметров возбуждения синхронных компенсаторов мини-ТЭЦ в индуктивном и емкостном квадрантах.

По нашему мнению, актуален также вариант использования мини-ТЭЦ, работающей на скользких параметрах по частоте и напряжению синхронных генераторов для целей «мягкого» пуска мощных асинхронных электроприводов оборудования комбината.

Литература

1. Трутеев, В. И. Системы теплоснабжения: путь к многообразию / В. И. Трутеев // Энергия и менеджмент. – 2007. – № 5. – С. 13–20.

2. Шаулов, В. Ю. Об опыте внедрения и эксплуатации газопоршневых мини-ТЭЦ / В. Ю. Шаулов // Энергоэффективность. – 2007. – № 1. – С. 12–15.

3. Шаулов, В. Ю. Об опыте внедрения и эксплуатации газопоршневых мини-ТЭЦ / В. Ю. Шаулов // Энергоэффективность. – 2007. – № 2. – С. 20–23.