

УДК 621.181.7

УЛУЧШЕНИЕ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАБОТЫ ТЭС ПРИ ПЕРЕХОДЕ НА РАССРЕДОТОЧЕННЫЙ ВВОД РЕАГЕНТОВ В ТОПКИ КОТЕЛЬНЫХ АГРЕГАТОВ

К.В. Осинцев

Производится сравнение технико-экономических показателей разработанной автором технологии топливосжигания с рассредоточенным вводом реагентных потоков в топку и существующей.

Ключевые слова: парогенераторы, ТЭС, инвестиции.

Особенностью оценки экономической эффективности улучшения работы индивидуальных узлов технологии выработки теплоты и электроэнергии является сбор статистических технических данных до и после внедрения мероприятий [1].

Снижение затрат на расшлаковку, включая ручной труд и растопочные потери топлива при аварийных запусках котлов в работу, выглядит так:

$$\Delta \mathcal{E}_{\text{шл}} = n(\mathcal{E}'_{\text{шл}} - \mathcal{E}''_{\text{шл}}), \quad (1)$$

где $\mathcal{E}'_{\text{шл}}$ и $\mathcal{E}''_{\text{шл}}$ – годовые затраты на расшлаковку, аварийные пуски котлов и ремонт шнеков топочного шлакоудаления до и после внедрения мероприятия, руб./год; n – количество котлов, охваченных мероприятием. Значение параметра $\Delta \mathcal{E}_{\text{шл}}$ в переводе на существующий уровень цен достигал 0,6–1,5 млн руб./год по каждому из переводимых на новую технологию котлов БКЗ-210-140Ф Челябинской ТЭЦ-2 и 1,0–2,0 млн руб./год по каждому котлу БКЗ-160 ТЭЦ г. Бишкек.

Годовая экономия при повышении срока службы горелочных элементов:

$$\Delta \mathcal{E}_{\text{ст}} = K_p^c / \tau_c - K_p^n / \tau_n, \quad (2)$$

где K_p^c и K_p^n – стоимость ремонта и замены горелочных элементов, руб.; τ_c и τ_n – срок службы старых и новых элементов, год. Здесь $\tau_c = 0,5-2,0$ года, $\tau_n \geq 12-20$ лет, а $\Delta \mathcal{E}_{\text{ст}} = 1,0-1,5$ млн руб./год по каждому из упомянутых выше котлов.

Годовой экономический выигрыш от улучшения термического КПД котлов:

$$\Delta \mathcal{E}_{\text{топл}} = (\Delta \eta_{\text{к.а}}^{\text{бр}} / \eta_{\text{к.а}}^{\text{бр}}) B_p C^T, \quad (3)$$

где $\Delta \eta_{\text{к.а}}^{\text{бр}}$, $\eta_{\text{к.а}}^{\text{бр}}$ – улучшение КПД брутто и собственно КПД брутто до внедрения мероприятия; B_p – среднестатистический годовой расход топлива, т/год; C^T – цена на топливо на момент внедрения мероприятия, руб./т. При реальном показателе $\Delta \eta_{\text{к.а}}^{\text{бр}} \approx 1,0\%$ значение $\Delta \mathcal{E}_{\text{топл}} \approx 0,5-1,0$ млн руб./год по пылегазовым котлам ЧТЭЦ-2 и ТЭЦ г. Бишкек, а $\Delta \mathcal{E}_{\text{топл}} \approx 0,3$ млн руб./год по газовым котлам Челябинской ГРЭС.

Годовой экономический эффект, связанный с повышением паропроизводительности и возможностью вывода одного из котлов в резерв:

$$\Delta \mathcal{E}_N = c\tau(N_1 n_1 - N_2 n_2), \quad (4)$$

где c – стоимость кВтч, руб./1000кВтч; τ – условное среднестатистическое число часов работы котлов, ч; n_1 , n_2 – усредненное количество работающих котлоагрегатов до и после внедрения мероприятия, шт.; N_1 , N_2 – суммарная электронагрузка собственного оборудования котлов до и после внедрения мероприятия, кВт. Параметр $\Delta \mathcal{E}_N$ имел существенные колебания своего значения и существенно снижался по мере наращивания объектов внедрения новой технологии. В среднем по всем объектам $\Delta \mathcal{E}_N = 0,2-0,6$ млн руб./год.

Выигрыш от сокращения платы за выбросы оксидов азота в атмосферу был незначителен. Например, на ЧТЭЦ-2 $\Delta \mathcal{E}_{\text{NOx}} \leq 60$ тыс. руб./год.

Затраты на разработку и внедрение, вычитаемые при формировании экономического эффекта, учитываются в виде распределенных затрат с нормативным коэффициентом $E_n = 0,151/\text{год}$:

$$\Delta \mathcal{E}_p = -E_n K_p, \quad (5)$$

где K_p – затраты на разработку и внедрение.

Затраты на разработку и внедрение даже без распределения по годам на пилотных объектах, как правило, не превышали 10–25 % от реализуемого экономического эффекта и окупались за короткий период:

$$\tau_p = K_p / \Sigma \Delta \mathcal{E} \leq 0,5 \text{ года}, \quad (6)$$

где $\Sigma \Delta \mathcal{E} = \Delta \mathcal{E}_{\text{шл}} + \Delta \mathcal{E}_{\text{сл}} + \Delta \mathcal{E}_{\text{топл}} + \Delta \mathcal{E}_N$, руб./год; $\Delta \mathcal{E}_{\text{шл}}$, $\Delta \mathcal{E}_{\text{сл}}$, $\Delta \mathcal{E}_{\text{топл}}$, $\Delta \mathcal{E}_N$ приведены в формулах (1) – (4), руб./год.

Суммарный годовой экономический эффект от внедрения новой технологии на котлах ЧТЭЦ-2 и ТЭЦ г. Бишкек выглядит весьма внушительно, рис.1а.

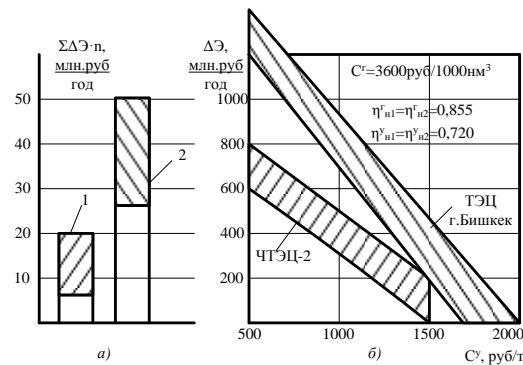


Рис. 1. Экономическая эффективность перевода котлов на технологию с рассредоточенным вводом реагентных потоков в топку: а – диапазоны межгодовых изменений суммарного эффекта $\Sigma \Delta \mathcal{E} \cdot n$ по зависимостям (1–4) на котлах ЧТЭЦ-2, ТЭЦ г.Бишкек; б – экономическая эффективность замещения природного газа твердым топливом с изменением доли природного газа с 70 % до 10 % и тепловой загрузки ТЭС (0,4–0,6) установленной мощности; 1 – котлы БКЗ-210-140Ф ЧТЭЦ-2 в количестве $n=4$ шт.; 2 – котлы ТЭЦ г. Бишкек в количестве $n=13$ шт.

Экономической мотивацией целесообразности снижения газопотребления на пылегазовых ТЭС может служить сложившаяся на момент принятия решения разница рыночных цен на топливо. При выработке равноэквивалентной продукции, в частности, отпускаемой теплоты с паром (или другим теплоносителем) укрупненный экономический эффект можно оценить по формуле:

$$\pm \Delta \mathcal{E} = \mathcal{E}_1 - \mathcal{E}_2 = (C^r B_1^r \eta_{н1}^r + C^y B_1^y \eta_{н1}^y) - (C^r B_2^r \eta_{н2}^r + C^y B_2^y \eta_{н2}^y), \quad (7)$$

где $\mathcal{E}_1, \mathcal{E}_2$ – топливная составляющая годовых затрат до и после перехода на технологию использования топлива при равноэквивалентной выработке продукции с минимизацией потребления природного газа, руб./год; B_1^r, B_1^y – годовой расход газа и угля до перехода на технологию с минимизацией потребления газа, $\text{нм}^3/\text{год}$, т/год; B_2^r, B_2^y – годовой расход газа и угля после перехода на технологию с минимизацией потребления газа, $\text{нм}^3/\text{год}$, т/год; C^r, C^y – цена газа и угля, руб./тыс. нм^3 , руб./т; $\eta_{\text{н1}}^r, \eta_{\text{н1}}^y, \eta_{\text{н2}}^r, \eta_{\text{н2}}^y$ – условные КПД нетто технологии получения готовой продукции при работе на газе и угле, учитывающие как термические свойства установок, так и затраты электроэнергии на собственные нужды, эксплуатационные и ремонтные расходы, плату за экологические изменения окружающей среды до и после перехода на технологию со снижением потребления природного газа.

Данные по промышленным объектам (ТЭС, ТЭЦ и т.д.) можно найти в [2–11].

Библиографический список

1. Shifting the equipment of thermal power stations for firing different kinds of fuels in flames using the technology of distributed admission of reagents into the furnace / K.V. Osintsev, V.V. Osintsev, M.P. Sukharev, and E.V. Toropov // Thermal engineering (English translation of Teploenergetika). – 2008. – V. 55. – № 4. – Pp .355–360.

2. Джундубаев, А.К. Выбор основных параметров гидротранспортной системы топливоснабжения перспективной Каракечинской ГРЭС / А.К. Джундубаев, Ш.Б. Дикамбаев, Ш.У. Мавлянбеков // Энерго- и ресурсосбережение в теплоэнергетике и социальной сфере: материалы Международной научно-технической конференции студентов, аспирантов, ученых. – 2013. – Т. 1. – № 1. – С. 102–105.

3. Джундубаев, А.К. Выбор рациональной системы транспортирования каракечинского бурого угля к промплощадке перспективной Кавакской ТЭС / А.К. Джундубаев, Ш.Б. Дикамбаев, Ш.У. Мавлянбеков // Энерго- и ресурсосбережение в теплоэнергетике и социальной сфере: материалы Международной научно-технической конференции студентов, аспирантов, ученых. – 2013. – Т. 1. – № 1. – С. 106–110.

4. Промышленное сжигание непроектного Каракечинского бурого угля / К.В. Осинцев, В.В. Осинцев, А.К. Джундубаев, В.И. Богаткин // Энерго- и ресурсосбережение в теплоэнергетике и социальной сфере: материалы Международной научно-технической конференции студентов, аспирантов, ученых. – 2013. – Т. 1. – № 1. – С. 252–255.

5. Использование водоугольных суспензий в энергетике / К.В. Осинцев, В.В. Осинцев, А.К. Джундубаев, В.И. Богаткин // Энерго- и ресурсосбережение в теплоэнергетике и социальной сфере: материалы Международной научно-технической конференции студентов, аспирантов, ученых. – 2013. – Т. 1. – № 1. – С. 242–247.

6. Осинцев, К.В. Low-temperature combustion technology / К.В. Осинцев // Энерго- и ресурсосбережение в теплоэнергетике и социальной сфере: материалы Международной научно-технической конференции студентов, аспирантов, ученых. – 2013. – Т. 1. – № 1. – С. 16–20.

7. Айталиева, Л.Н. Повышение энергетической эффективности – как одно из решений энергосбережения в топливно-энергетическом комплексе Астраханской области / Л.Н. Айталиева // Энерго- и ресурсосбережение в теплоэнергетике и социальной сфере: материалы Международной научно-технической конференции студентов, аспирантов, ученых. – 2013. – Т. 1. – № 1. – С. 32–35.

8. Говорова, К.П. Выявление энергосберегающего потенциала и разработка мероприятий по повышению энергоэффективности Свердловской ТЭЦ / К.П. Говорова, Е.Д. Матюшенко, А.А. Поморцева // Энерго- и ресурсосбережение в теплоэнергетике и социальной сфере: материалы Международной научно-технической конференции студентов, аспирантов, ученых. – 2013. – Т. 1. – № 1. – С. 82–84.

9. Зимовец, И.А. Две проблемы повышения эффективности старых угольных котлов при сжигании природного газа / И.А. Зимовец, Г.Ф. Гарифуллина, В.Н. Потапов // Энерго- и ресурсосбережение в теплоэнергетике и социальной сфере: материалы Международной научно-технической конференции студентов, аспирантов, ученых. – 2013. – Т. 1. – № 1. – С. 126–129.

10. Жиргалова, Т.Б. Реконструкция системы сжигания топлива котла №8 ЧТЭЦ-2 / Т.Б. Жиргалова, Л.Е. Лымбина // Энерго- и ресурсосбережение в теплоэнергетике и социальной сфере: материалы Международной научно-технической конференции студентов, аспирантов, ученых. – 2013. – Т. 1. – № 1. – С. 146.

11. Жиргалова, Т.Б. Энергосбережение за счет утилизации дымовых газов / Т.Б. Жиргалова, Л.Е. Лымбина, П.В. Обласова // Энерго- и ресурсосбережение в теплоэнергетике и социальной сфере: материалы Международной научно-технической конференции студентов, аспирантов, ученых. – 2013. – Т. 1. – № 1. – С. 139–140.

[К содержанию](#)