

Разработка и внедрение модели нормирования расхода топлива в методических печах стана 1700 в рамках функционирования системы энергетического менеджмента ISO 50001:2011

В работе представлена модель нормирования топлива на нагрев металла в методических печах толкательного типа, полученная на основе расчетно-статистического метода. Введено понятие коэффициентов стабильности условий производства и эффективности топливоиспользования. Предложены мероприятия по снижению энергоемкости выпускаемой продукции.

Ключевые слова: методическая печь толкательного типа, модель топливоиспользования, нормообразующие факторы, расход топлива.

«Известно, что одним из главных критериев эффективности производства является удельный расход ресурсов (в том числе энергетических). Следует понимать, что только технически обоснованная норма потребления энергоресурса (учитывающая специфику объекта и внешней среды) может способствовать повышению эффективности производства. Таким образом, нормирование расхода энергоресурсов можно отнести к одному из эффективных и поэтому приоритетных ресурсосберегающих мероприятий, не требующих больших капитальных вложений» [1].

Нормативно-законодательная база. В соответствии с «энергетической политикой «Мариупольского металлургического комбината им. Ильича» (ЭП), являющейся частью общей стратегии предприятия, определена его миссия – производство продукции с низкой энергоемкостью и минимальным воздействием на окружающую среду, качество которой полностью удовлетворяет требования потребителей. В ЭП регламентированы руководящие принципы:

- соблюдение требований международных стандартов, законодательства Украины, а также всех нормативно-правовых и других требований, принятых предприятием в области эффективности использования энергии и энергоснабжения;
- приобретение энергоэффективных продуктов и услуг, а также разработка процессов и проектов по улучшению энергоэффективности;
- обеспечение надежного энергоснабжения, повышение уровня энергетической независимости производства;
- постоянное улучшение энергетических показателей предприятия, основанное на энергетическом анализе данных и информации;
- открытость деятельности в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности.

Для соблюдения перечисленных принципов руководство комбината взяло на себя ряд обязательств, в том числе последовательное выполнение инвестиционных программ и реализацию программы энергос-

берегающих мероприятий, обеспечивающих снижение удельной энергоемкости продукции, внедрение и совершенствование системы методов управления деятельностью и производством, в том числе на основе международного стандарта ISO 50001, и др.

В соответствии с международным стандартом ISO 50001 «Системы управления энергией (энергетический менеджмент). Требования с рекомендациями к использованию», организация должна установить базовые уровни (то есть нормы) энергопотребления, используя информацию в первоначальном энергетическом анализе, учитывая период данных соответствующий энергоиспользованию и потреблению организации. Изменения в результативности энергетической деятельности должны измеряться относительно базового уровня энергопотребления. Модель системы энергетического менеджмента ISO 50001 (рис. 1) представляет собой несколько видоизмененный цикл PDCA (англ. «Plan-Do-Check-Act» –

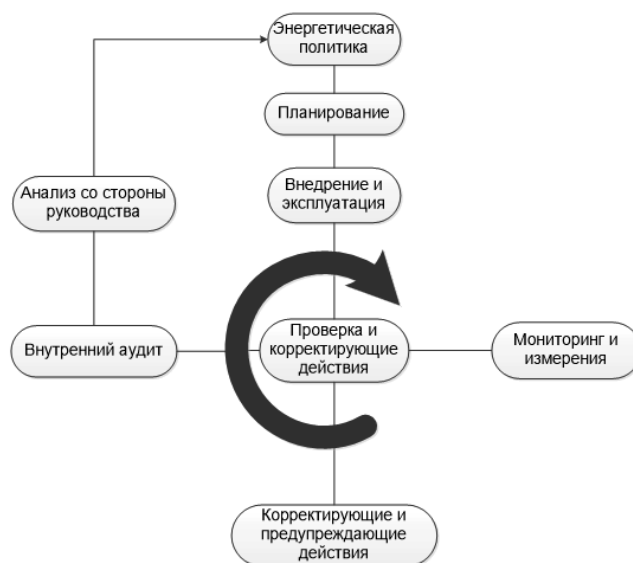


Рис. 1. Модель системы энергоменеджмента в соответствии с международным стандартом ISO 50001:2011

планирование-действие-проверка-корректировка), также называемый циклом Э. Деминга.

Закон Украины от 01.07.94 г. №74/94-ВР «Об энергосбережении» (с изменениями и дополнениями) предусматривает использование прогрессивных норм затрат топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) на производство продукции, которые устанавливаются для конкретного производства на конкретном предприятии и являются своего рода стандартизированным показателем, который учитывает все особенности производства, технический уровень предприятий и другие факторы, влияющие на величину норм.

Согласно Постановлению Кабинета Министров Украины от 15.07.97 г. № 786 «Про порядок нормирования удельных затрат топливно-энергетических ресурсов в общественном производстве» с изменениями и дополнениями, «Основными положениями по нормированию удельных затрат ТЭР в общественном производстве», утвержденными Приказом № 112 Государственного комитета Украины по энергосбережению от 22.10.02 г., нормирование ТЭР на предприятиях с объемом их потребления более 10000 т условного топлива (у. т.) должно осуществляться в соответствии с разработанными методиками, при разработке методик допускается использовать расчетно-аналитический, экспериментальный (исследовательский), расчетно-статистический и комбинированный методы.

Целью данной работы является разработка и внедрение модели топливоиспользования методических толкательных печей листопркатного цеха «1700» (ЛПЦ-1700), являющейся инструментом при нормировании потребления топлива, анализе результатов использования ТЭР и разработке энергосберегающих мероприятий.

Описание методических толкательных печей ЛПЦ-1700. В ЛПЦ-1700 установлены 3 методических печи толкательного типа (рис. 2), которые отапливаются смешанным природно-доменным газом с низкой рабочей теплотой сгорания 5028-6704 кДж/м³. Данные агрегаты имеют длину 29,97 м, и используются для нагрева слябов от 130 до 250 и длиной до 6300 мм.

Печи используются для нагрева металла перед прокаткой по 3 основным технологическим схемам:

– нагрев в печах с последующей прокаткой на непрерывном широкополосном стане горячей прокатки

«1700» (применяется для производства проката из непрерывнолитых слябов толщиной 150 мм);

– нагрев в методических печах с прокаткой («редуцированием») в обжимной клети «1150» с последующей отправкой заготовки по шлепперу на склад или в методические печи для повторного нагрева и прокатки на стане «1700» (применяют для производства проката из слябов толщиной 250 мм нетранзитного сортамента);

– нагрев в методических печах с прокаткой («редуцированием») в обжимной клети «1150» с последующей прокаткой на стане «1700» транзитом, то есть без повторного нагрева (применяют для производства проката из слябов толщиной 250 мм транзитного сортамента).

Разработка математической модели топливоиспользования. Для построения модели нормирования топлива был использован расчетно-статистический метод.

В качестве нормообразующих определены следующие факторы: производительность печей в номинальные сутки, количество работающих печей, доля горячего всада, средняя длина сляба. Статистические характеристики среднесуточных значений указанных параметров в базовом периоде (январь-октябрь 2015 г.) приведены в табл. 1.

В общем виде модель нормообразования имеет вид:

$$H_{уд.} = f(\Pi_1, \Pi_2, \Pi_3, \dots) \cdot K_3, \quad (1)$$

$$K_3 = K_y \cdot K_m, \quad (2)$$

$$K_m = (1 - K_{дм1} \cdot K_{и1} / 100)(1 - K_{дм2} \cdot K_{и2} / 100) \dots (1 - K_{дмn} \cdot K_{ин} / 100). \quad (3)$$

где $H_{уд.}$ – норма расхода топлива; $\Pi_1, \Pi_2, \Pi_3, \dots$ – значения нормообразующих факторов (плановые – при расчете плановой нормы топлива; фактические – при расчете фактических значений коэффициентов K_3, K_y); K_3 – коэффициент эффективности топливоиспользования; K_y – коэффициент стабильности условий производства; K_m – коэффициент, характеризующий снижение расхода топлива за счет внедрения n энергосберегающих мероприятий; $K_{и}$ – коэффициент использования мероприятия (изменяется от 0 до 1), характеризующий долю продукции, выпущенной с использованием мероприятия. $K_{дм1}, K_{дм2}, \dots, K_{дмn}$ – коэффициент, характеризующий процент экономии топлива за счет внедрения 1-го, 2-го, ..., n -го мероприятия:

$$K_{дми} = \frac{\Delta_{ки}}{(f(\Pi_{1i}, \Pi_{2i}, \Pi_{3i}, \dots) \times K_{мn-1})} \cdot 100\%, \quad (4)$$

где $\Delta_{ки}$ – удельная экономия топлива за счет внедрения i -го мероприятия; $\Pi_{1i}, \Pi_{2i}, \Pi_{3i}, \dots$ – значения нормообразующих факторов в период мониторинга i -го мероприятия.

Коэффициенты эффективности топливоиспользования K_3 и стабильности условий производства K_y играют существенную роль при

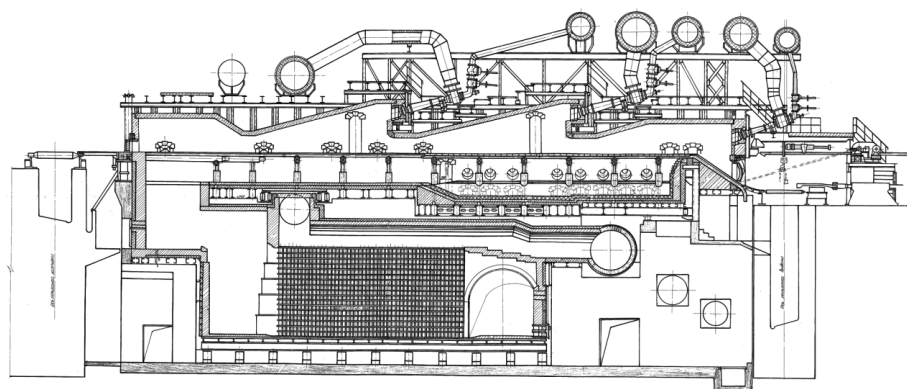


Рис. 2. Методическая печь толкательного типа ЛПЦ-1700

Статистические характеристики нормообразующих факторов и результатов топливоиспользования в базовом периоде

	Количество металла, нагретого в печах, т печн. нагр./сутки	Среднее количество работающих толкательных печей, шт.	Горячий всад, % к печному нагреву	Средняя длина сляба, м	Часовой расход условного топлива, кг у.т./час	Удельный расход условного топлива, кг у.т./т	Удельный расход природного газа, м ³ /т	Удельный расход доменного газа, ст. м ³ /т
Среднее	3957	2,31	21,50	5,90	6449	90,54	40,18	305,78
Стандартная ошибка	44,7	0,03	1,27	0,01	31,5	0,66	0,26	3,04
Медиана	3839	2,00	18,82	5,93	6436	89,50	39,78	300,42
Мода	3446	2,00	0,00	–	6390	–	39,47	314,34
Стандартное отклонение	709,7	0,47	18,86	0,20	509	10,51	4,12	48,19
Минимум	1445	1,50	0,00	5,12	4000	63,19	29,76	200,69
Максимум	5739	3,00	89,10	6,27	8674	127,58	56,49	522,33
Коэффициент вариации, %	17,9	20,3	87,7	3,4	7,9	11,6	10,3	15,8

анализе фактических результатов топливоиспользования. Фактические значения этих параметров можно вычислить по завершению отчетного периода, подставив в формулу (1) вместо плановой нормы расхода топлива $N_{уд}$ фактический удельный расход топлива, а вместо плановых значений нормообразующих факторов – фактические. Фактическое значение коэффициента K_z характеризует насколько эффективно использовалось топливо в рассматриваемом периоде относительно базового в приведенных (эквивалентных) условиях. Если $K_z < 1$, эффективность топливоиспользования выше, чем в базовом периоде, если $K_z = 1$, – не изменилась, если $K_z > 1$, то эффективность топливоиспользования в рассматриваемом периоде ниже, чем в базовом. На значение коэффициента K_z влияют: экономия топлива от энергосберегающих мероприятий, дополнительные факторы, не вошедшие в модель нормообразования, а также погрешность измерения (учета) расхода топлива и нормообразующих факторов. Фактическое значение коэффициента K_y характеризует влияние производственных факторов, не вошедших в модель нормообразования, погрешность измерения (учета) расхода топлива и нормообразующих факторов, погрешность определения эффекта от внедренных мероприятий. Значение $K_y > 1$ может свидетельствовать о неэффективном топливоиспользовании или увеличении роли неучтенных в модели факторов. Значение $K_y < 1$ может свидетельствовать об использовании неучтенных в коэффициенте K_m мероприятий.

Для оценки статистической управляемости процесса предлагается

анализировать динамику коэффициента стабильности условий производства с помощью контрольных карт Шухарта. Нарушение критериев статистической устойчивости [2] коэффициентов эффективности топливоиспользования K_z и стабильности условий производства K_y может свидетельствовать о необходимости корректировки технологического процесса или модели нормообразования.

Модель нормообразования с описанием каждого параметра представлена в табл. 2. После расчета нормы удельного расхода условного топлива, используя плановую низшую рабочую теплоту сгорания смешанного газа, рассчитывается удельный расход природного газа. На рис. 3 представлен график зависимости оптимальной теплоты сгорания смешанного газа от производительности нагревательной печи.



Рис. 3. Зависимость нижней рабочей теплоты сгорания топлива, подаваемого на нагревательные печи от производительности печи

На практике необходимая теплота сгорания смешанного газа рассчитывается не только при подготовке месячных планов, но и ежемесячно с учетом поставленных задач по объемам производства, с учетом сортамента. Для автоматизации этого процесса разработана компьютерная программа.

Описанная методика аппроксимирует фактические данные по удельному расходу условного топлива с коэффициентом корреляции 0,975 (рис. 4). Коэффициент детерминации R^2 составляет 0,95. Таким образом, 95% вариативности удельного расхода топлива в базовом периоде связано с вариативностью нормообразующих факторов. Этот результат хорошо согласуется с оценкой Э. Деминга [5], о том что, как правило, 94-98% изменений являются неотъемлемыми свойствами (закономерностями) системы, а 2-6% – следствиями нарушений технологического процесса, влияния человеческого фактора, то есть выпадами, требующими специального разбора. Таким образом, для уменьшения удельного расхода топлива необходимо управлять нормообразующими факторами.

В частности, в ЛПЦ-1700 ММК им. Ильича наименьший удельный расход топлива можно получить при максимальной производительности печи (150 т/час), максимальной доле горячего всада (100%), максимальной длине нагреваемой заготовки (6300 мм). Удельный расход условного топлива, соответствующий этим параметрам для методических печей ЛПЦ-1700 (при условии $K_3 = 1$) составляет $H' = 53,6$ кг/т. Отношение удельного расхода топлива, соответствующего некоторому набору значений нормообразующих факторов (при $K_3 = 1$) к величине H' , называется коэффициентом оптимизации нормообразующих факторов $K_{онф}$. Таким образом, чем выше значение коэффициента $K_{онф}$, тем в большей степени нормообразующие факторы способствуют рациональному топливоиспользованию. Оптимизация нормообразующих факторов является важным элементом системы планирования. Так, например, при подготовке плана целесообразно рассматривать несколько вариантов его реализации. Однако, снижение потребления топлива не должно являться самоцелью. Окончательным критерием оптимизации в данном случае должны выступить не минимальные расходы энергоресурсов, а оптимальные экономические показатели (например, валовая прибыль).

На рис. 5 приведены динамики фактических значений коэффициентов K_3 , K_M , K_Y , $K_{онф}$ в период 2015-2016 г.

Внедрение мероприятий по экономии топлива. В 2016 г. на ММК им. Ильича была создана рабочая группа, включающая специалистов различных направлений. Итогом работы группы стало совершенствование технологического процесса, внедрение энергосберегающих мероприятий и оптимизация нормообразующих факторов, что позволило существенно уменьшить удельный расход природного газа для производства горячекатаных рулонов в ЛПЦ-1700 (рис. 6, 7). Описание внедренных мероприятий приведено в табл. 2.

Разработанная модель топливоиспользования применяется для расчета плановых (годовых и месячных) норм расхода топлива, по завершению отчетного периода (месяц, сутки) для пересчета норм на фактический сортмент, разработки энергосберегающих мероприятий и оценки их эффективности. В планах на ближайшее будущее – создание системы почасового и посуточного мониторинга фактического расхода топлива в ЛПЦ-1700 с автоматизированным

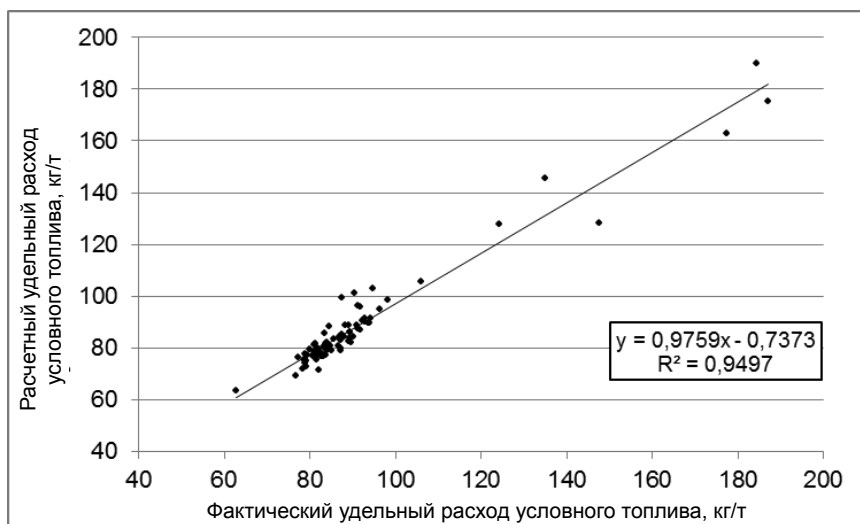


Рис. 4. График зависимости расчетного и фактического удельного расхода топлива за 2015 г.

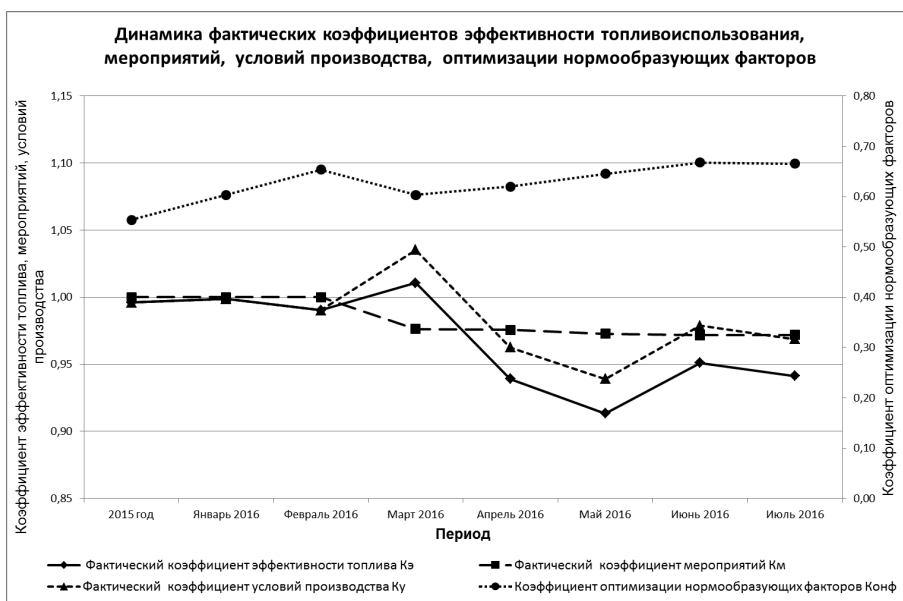


Рис. 5. Динамика коэффициентов эффективности топливоиспользования, мероприятий, условий производства, оптимизации нормообразующих факторов

расчетом нормы на фактические условия производства, которая, по нашему мнению, позволит оперативно реагировать на отклонения в технологическом процессе.

Подобные модели нормообразования разработаны для всего энергопотребляющего оборудования на комбинате и являются неотъемлемой частью системы энергетического менеджмента предприятия. Ресертификационный аудит системы энергетического менеджмента ПАО «ММК им. Ильича», проведенный компанией TMS (партнером сертификационного общества TUV SUD) в 2016 г., показал ее соответствие международному стандарту ISO 50001:2011.

Выводы

Разработана методика нормирования расхода топлива в методических толкательных печах ЛПЦ-1700, функционирующая в рамках системы энергетического менеджмента в соответствии с ISO 50001:2011.

Показана возможность уменьшения топливотребления путем оптимизации нормообразующих факторов.

Предложен ряд мероприятий по снижению расхода природного газа в методических печах, позволивших снизить его удельный расход на ~ 10 м³/т.

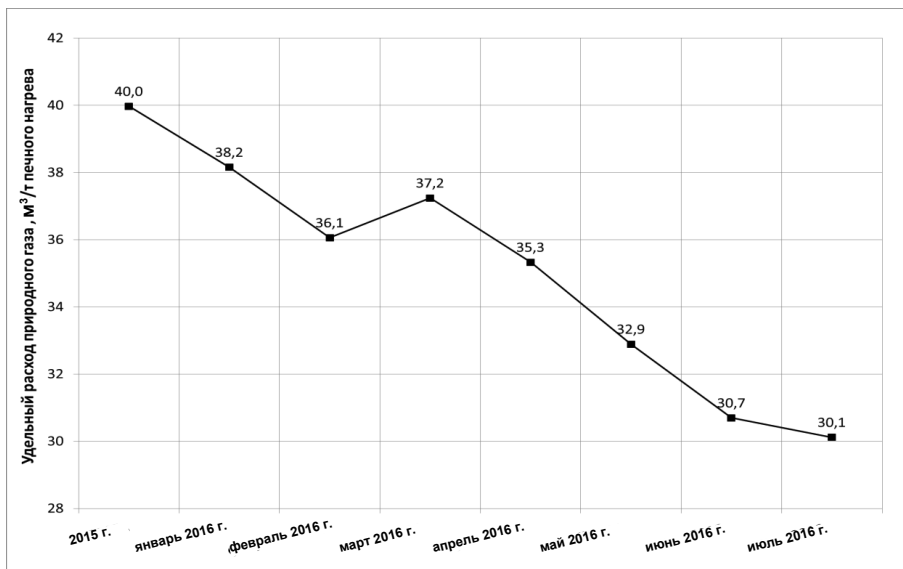


Рис. 6. Динамика удельного расхода природного газа на печной нагрев в нагревательных печах в ЛПЦ-1700

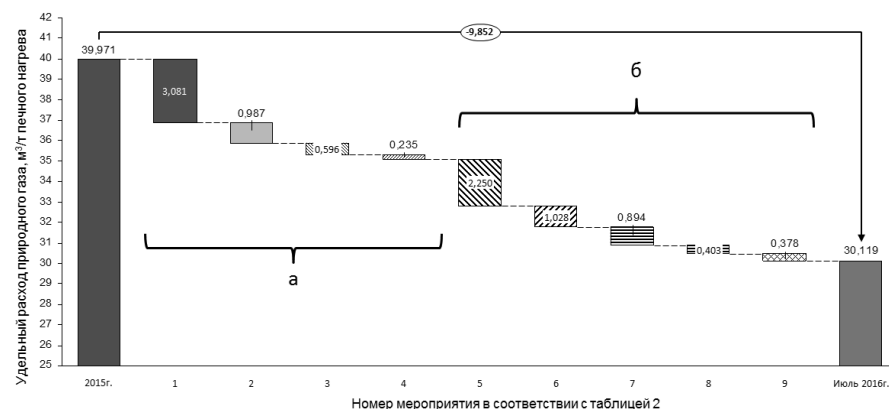


Рис. 7. Основные факторы, повлиявшие на снижение удельного расхода природного газа в июле 2016 г. относительно фактических значений в 2015 г.: а – организационные мероприятия по оптимизации нормообразующих факторов; б – технические мероприятия по экономии топлива

Таблица 2

Мероприятия по экономии топлива

	Номер мероприятия	Наименование мероприятия	Комментарии
Организационные мероприятия по оптимизации нормообразующих факторов	1	Оптимизация количества работающих печей	Достигнута производительность одной печи в 1928 т/сутки, при количестве работающих печей 2,00 шт. (в 2015 г. эти показатели составили 1600 т/сут. и 2,29 шт. соответственно)
	2	Увеличение доли слябов посаженных в нагревательные печи горячим всадом	Доля слябов, посаженных горячим всадом, увеличена с 16,68% в 2015 г. до 36,20% в июле 2016 г.
	3	Увеличение средней длины слябов, посаженных в нагревательные печи	Средняя длина слябов, посаженных в нагревательные печи, увеличена с 5,98 м в 2015 г. до 6,09 м в июле 2016 г.
	4	Оптимизация теплоты сгорания смешанного газа в зависимости от условий производства	Разработана программа автоматического расчета низшей рабочей теплоты сгорания смешанного газа в зависимости от планируемого сортамента и объемов производства

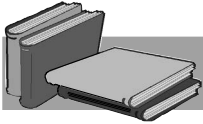
Технические мероприятия по экономии топлива	5	Увеличение зоны предварительного подогрева в нагревательных печах за счет отключения горелок во 2-ой сварочной зоне	С целью снижения расхода топлива выполнено перераспределение тепловой мощности по длине печи
	6	Стабилизация низшей рабочей теплоты сгорания смешанного газа автоматизированной системой регулирования на базе ПЛК Siemens-S7-300 и калориметра CWD-2000	Автоматизированная система позволяет поддерживать в заданном диапазоне низшую рабочую теплоту сгорания смешанного газа, что позволяет стабилизировать коэффициент расхода воздуха, состав дымовых газов и снизить расход топлива
	7	Под пережимом между 1-ой и 2-ой сварочными зонами нагревательных печей установлены перегородки	Данная конструкция минимизирует подсосы холодного атмосферного воздуха в рабочее пространство печи, особенно в зоне нижнего обогрева
	8	На 20 °С снижена температура нагрева металла в нагревательных печах	Установлена возможность снижения температуры нагрева без нарушения температурного режима прокатки
	9	Внедрен регламент действия технологического персонала при плановых и аварийных простоях нагревательных печей	Ранее переход на отопление доменным газом производился при простоях длительностью более 3-х часов, в настоящее время – более 1 часа

Таблица 3

Модель нормообразования расхода топлива

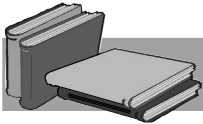
	Условное обозначение параметра	Наименование параметра	Ед. измерения	Формула для расчета или источник данных	№ формулы
1	$H_{уд.}$	Норма удельного расхода условного топлива	кг у.т./т печного нагрева	$H_{уд.} = (H_{уд.(нагрев)} + H_{уд.(простой)} + H_{уд.(разогрев 1)} + H_{уд.(разогрев 2)}) \cdot K_{\text{э}},$ <p>где $K_{\text{э}}$ – коэффициент эффективности топливоиспользования.</p>	(5)
2	$H_{уд.(нагрев)}$	Норма удельного расхода условного топлива на нагрев металла	кг у.т./т печного нагрева	$H_{уд.(нагрев)} = \frac{H_{\text{час}} \cdot \text{КРЧ} \cdot \text{КРП}}{\text{ПН}},$ <p>где КРЧ – планируемое количество часов работы печей в сутки, час; ПН – планируемый печной нагрев – количество металла, нагретого по всаду в методических печах, т/сут; КРП – планируемое количество работающих толкательных печей;</p>	(6)
3	$H_{\text{час}}$	Норма часового расхода условного топлива на нагрев металла	кг у.т./ч	$H_{\text{час}} = 6646,22 - 7,174 \cdot \Gamma_{\text{вс}} - 3,587 \cdot T_{\text{вс}} - 313,66 \cdot \text{Дл} + 1,061 \cdot \frac{\text{ПН}_{\text{пр}}}{\text{КРП}},$ <p>где 6646,22 – постоянная величина, рассчитанная для указанных выше условий производства; $\Gamma_{\text{вс}}$ – планируемая доля горячего всада в печном нагреве, %; $T_{\text{вс}}$ – планируемая доля теплого всада в печном нагреве, %; Дл – планируемая средняя длина сляба, м; $\text{ПН}_{\text{пр}}$ – планируемый печной нагрев приведенный – количество металла, нагретого по всаду в методических печах, приведенное к среднесуточному (в случае простоя) т/сут; КРП – планируемое количество работающих толкательных печей.</p>	(7)

4	$H_{уд.(простой)}$	Норма расхода условного топлива при простоях на дежурном газе (доменном)	кг у.т./т печного нагрева	$H_{уд.(простой)} = ДГ_{(простой)} \cdot \frac{Q_{дг}}{7000} \cdot КЧ_{пр} \cdot \frac{КРП}{ПН},$ <p>где $ДГ_{(простой)}$ – часовой расход доменного газа на одну печь при простое, н. м³/час; $Q_{дг}$ – низшая рабочая теплота сгорания доменного газа, ккал/м³; $КЧ_{пр}$ – количество часов простоя, час.</p>	(8)
5	$H_{уд.(разогрев 1)}$	Норма расхода условного топлива на разогрев после простоя на дежурном газе (доменном)	кг у.т./т печного нагрева	$H_{уд.(разогрев 1)} = \left(ПГ_{(разогрев 1)} \cdot К_{пг} + ДГ_{(разогрев 1)} \cdot \frac{Q_{дг}}{7000} \right) \cdot \frac{КЧ_{(разогрев 1)} \cdot КРП}{ПН},$ <p>где $ПГ_{(разогрев 1)}$ – часовой расход природного газа на одну печь при разогреве после простоя, м³/час; $К_{пг}$ – переводной коэффициент природного газа в условное топливо; $ДГ_{(разогрев 1)}$ – часовой расход доменного газа на одну печь при разогреве после простоя, н. м³/час; $КЧ_{(разогрев 1)}$ – количество часов разогрева, час.</p>	(9)
6	$H_{уд.(разогрев 2)}$	Норма расхода условного топлива на разогрев после ремонта (останова)	кг у.т./т печного нагрева	$H_{уд.(разогрев 2)} = \left(ПГ_{(разогрев 2)} \cdot К_{пг} + ДГ_{(разогрев 2)} \cdot \frac{Q_{дг}}{7000} \right) \cdot \frac{КЧ_{(разогрев 2)} \cdot КРП}{ПН},$ <p>где $ПГ_{(разогрев 2)}$ – среднечасовой расход природного газа на одну печь при разогреве после ремонта (останова), м³/час; $ДГ_{(разогрев 2)}$ – среднечасовой расход доменного газа на одну печь при разогреве после ремонта (останова), н. м³/час; $КЧ_{(разогрев 2)}$ – количество часов разогрева после ремонта (останова), час.</p>	(10)
7	K_y	коэффициент эффективности топливо-использования		$K_y = K_y \cdot K_m,$ <p>где K_y – коэффициент стабильности условий производства, колеблющийся в диапазоне 0,900-1,100, таким образом: – в плановом периоде ожидается усложнение сортамента в части технологии нагрева металла, ухудшение состояния футеровки печи вследствие ее естественного износа, уменьшение температуры подогрева воздуха и/или газа в рекуператорах: 1,001-1,100; – не предусматривается значительных изменений в технологии, сортаменте проката, режимах нагрева металла: 1,000; – ожидается упрощение сортамента в части технологии нагрева металла, снижение теплотерь за счет совершенствования схем футеровки печи, увеличение температуры подогрева воздуха и/или газа в рекуператорах: 0,900-0,999.</p>	(11)



ЛИТЕРАТУРА

1. Куликов В. М. Энергетическая эффективность и актуальность нормирования потребления энергоресурсов в современных условиях. – Энергоанализ и эффективность. – 2007. – № 1.
2. Закон України. Про енергозбереження: за станом на 01 лип. 1994 р. / Верховна Рада України. – Офіц. вид. – К.: Парлам. вид-во, 1994.
3. Постанова кабінету міністрів України. Про порядок нормування питомих витрат паливно-енергетичних ресурсів в суспільному виробництві: за станом на 15 лип. 1997р. / Верховна Рада України. – Офіц. вид. – К.: Парлам. вид-во, 1997.
4. Статистичний контроль. Контрольні карти: ДСТУ ISO 8258-2001 – [Чинний від 2003-07-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2003. – 32 с. – (Національний стандарт України).
5. Нив Генри Р. Пространство доктора Деминга: Принципы построения устойчивого бизнеса / Генри Р. Нив [пер. с англ. Ю. Рубашка, Ю. Адлера, В. Шпера] – Москва: Альпина Бизнес Букс, 2005. – 370 с.



REFERENCES

1. Kulikov V. M. (2007). Energeticheskaja ehffektivnost' i aktual'nost' normirovaniia potrebleniia energoresursov v sovremennykh usloviakh. [Power effectiveness and relevance of rationing of consumption of energy resources in the modern conditions]. Energoanaliz i effektivnost', no 1. [in Russian].
2. Zakon Ukrainy. Pro energozberezhennia: za stanom na 01 lyp. 1994 r. [Law Of Ukraine. On energy conservation from July 1 1994]. Verkhovna Rada Ukrainy – The Verkhovna Rada Of Ukraine. Kyiv: Parlam. vyd-vo. [in Ukrainian].
3. Postanova kabinetu ministriv Ukraini. Pro poriadok normuvannia pytomikh vytrat palivno-energetychnych resursiv v suspil'nomu vyrobnyctvi. [Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine. On the procedure for regulation of specific expenses of fuel and energy resources in social production]. (1997, July 15). Verkhovna Rada Ukrainy – The Verkhovna Rada Of Ukraine. Kyiv: Parlam. Vyd-vo. [in Ukrainian].
4. Statystychnyi kontrol'. Kontrol'ni karty [Statistical control. Control cards]. (2003). DSTU ISO 8258-2001 from 1-st July 2003. Kyiv: Derzhspozhivstandart Ukraine [in Ukrainian].
5. Niv Genri R. (2005). Prostranstvo doktora Deminga: Principy postroeniia ustoichivogo biznesa. [Doctor Deming's space: Principles of creation of steady business]. Moscow: Al'pina Biznes Buks, 370 p. [in Russian].

Анотація

Курпе О. Г., Ізотов Б. В., Лаштун А. І., Коткова О. Ю., Негрій С. Д.
Розробка і впровадження моделі нормування витрат палива в методичних печах стана 1700 в рамках функціонування системи енергетичного менеджменту ISO 50001:2011

Представлено модель нормування палива на нагрів металу в методичних печах штовхального типу, яка отримана на основі розрахунково-статистичного методу. Введено поняття коефіцієнтів стабільності умов виробництва і ефективності паливовикористання. Запропоновані заходи щодо зниження енергоємності продукції, що випускається.

Ключові слова

Методична піч штовхального типу, модель паливо використання, нормообразующи чинники; витрата палива.

Summary

Kurpe O., Izotov B., Lashtun A., Kotkova O., Negriy S.
Development and deployment of model of regulation of fuel consumption in methodical furnaces of a camp 1700 within functioning of system of energy management of ISO 50001:2011

This paper presents a model of calculation of norms of fuel for heating the metal in the heating furnaces pusher type obtained on the basis of calculation-statistical method. The concept of coefficients of stability of conditions of production and efficiency of fuel usage is entered. Measures to reduce the energy intensity of products are proposed.

Keywords

Heating furnace of pusher type, model of fuel usage, norm-forming factors, the fuel consumption.

Поступила 25.11.16