

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ӘДЛЕТ МИНИСТРЛІГІ



**ӨНЕРТАБЫСҚА
ИННОВАЦИЯЛЫҚ
ПАТЕНТ**

АСТАНА

003980

Өнерістер еңізу түрлі мліметтер осы нновациялық патентке қосылған түрліде жеке паракта келтіріледі

Э. Әзімова

Қазақстан Республикасы
Әділет министрлігін орындағары

Иновациялық патенттің күші Қазақстан Республикасының бүкіл аумағында, оны күшінде ұстау үшін ақы уақтылы төленген жағдайда сақталады.

Қазақстан Республикасы өнертабыстардың мемлекеттік тізілімінде тіркелді 19.08.2015ж.

(21) № Өтінім 2014/1233.1 (22) Өтінім берілген күн 20.09.2014

Георгий Николаевич

(72) АВТОР (АВТОРА): Приходько Евгений Валентинович; Никифоров Александр Степанович; Кинжибекова Акмарал Кабдіденовна; Кучер Евгений Олегович; Никонов

Никонов Георгий Николаевич

(73) ПАТЕНТ ИСЕЛЕНУШІСІ: Приходько Евгений Валентинович; Никифоров Александр Степанович; Кинжибекова Акмарал Кабдіденовна; Кучер Евгений Олегович;

әдісі

(54) АТАУЫ: Жоғары температуралық фетерококкасының жылудық жағдайын анықтау

ИННОВАЦИЯЛЫҚ ПАТЕНТ

(12)

№ 30372

(11)

ӨНЕРТАБЫСКА

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ӘДІЛЕТ МИНИСТРЛІГІ

(19)





(19) **МИНИСТЕРСТВО ЮСТИЦИИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН**

(12) **ИННОВАЦИОННЫЙ ПАТЕНТ**

(11) **№ 30372**

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

(54) **НАЗВАНИЕ:** Способ определения теплового состояния футеровки высокотемпературного агрегата

(73) **ПАТЕНТООБЛАДАТЕЛЬ:** Приходько Евгений Валентинович; Никифоров Александр Степанович; Кинжибекова Акмарал Кабиденовна; Кучер Евгений Олегович; Никонов Георгий Николаевич

(72) **АВТОР (АВТОРЫ):** Приходько Евгений Валентинович; Никифоров Александр Степанович; Кинжибекова Акмарал Кабиденовна; Кучер Евгений Олегович; Никонов Георгий Николаевич

(21) Заявка № 2014/1233.1

(22) Дата подачи заявки 20.09.2014

Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений Республики Казахстан 19.08.2015г.

Действие инновационного патента распространяется на всю территорию Республики Казахстан при условии своевременной оплаты поддержания инновационного патента в силе.

**Заместитель министра юстиции
Республики Казахстан**

Э. Азимова

Сведения о внесении изменений приводятся на отдельном листе в виде приложения к настоящему инновационному патенту



ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ИНОВАЦИОННОМУ ПАТЕНТУ

(19) KZ (13) A4 (11) 30372
(51) G01K 13/00 (2006.01)

(21) 2014/1233.1

(22) 20.09.2014

(45) 15.09.2015, бюл. №9

(76) Приходько Евгений Валентинович; Никифоров

Александр Степанович; Книжибекова Акмарал

Кабилевова; Кучер Евгений Олегович; Никонов

Георгий Николаевич

(56) Инновационный патент РК №26932, 2012

(54) СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕМПОВОГО

СОСТОЯНИЯ

ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО АРРЕАТА

ФУТЕРОВКИ

(57) Изобретение относится к измерительной

технике, в частности к измерению температуры в

высокотемпературных арреатах.

Технический результат заключается в получении

изобретения полях в футеровке

высокотемпературного арреата при стационарной и

вместимости теплопроводности и использования

этих величин для управления технологическим

процессом.

Способ определения температурного состояния

футеровки высокотемпературного арреата

включает измерение температуры с помощью

датчиков температуры, которые выполняются без

отсоединения блока и помещаются в футеровку

теплового арреата, при этом в футеровке

располагают два датчика температуры, причём один

датчик температуры располагается на границе

внутренней футеровки.

Новым в способе является получение данных о

температурах футеровки при стационарной и

нестационарной теплопроводности и решение

задачи теплопроводности с помощью нового

алгоритма.

Способ определения температурного состояния

футеровки высокотемпературного арреата

включает измерение температуры с помощью

датчиков температуры, которые выполняются без

отсоединения блока и помещаются в футеровку

теплового арреата, при этом в футеровке

располагают два датчика температуры, причём

один датчик температуры располагается на границе

внутренней футеровки.

Изобретение относится к измерительной технике, а в частности к измерению температуры в высокотемпературных агрегатах.

Известен способ определения температуры внутренней поверхности футеровки промышленной печи с помощью термозонда, в котором термозонд выполняется без огнеупорного блока, помещается в футеровку печи и температура внутренней поверхности футеровки определяется по формуле:

$$T_{n+1} = T_n + q \cdot \left(\frac{\delta_n}{\lambda_n} \right),$$

где λ_n - коэффициент теплопроводности огнеупорного слоя n при средней температуре $T_{ср.п.}$ с учётом пропитки материала металлом, Вт/(м·К);

δ_n - толщина огнеупорного слоя, м;

q - тепловой поток через слой огнеупора, Вт/м²;

T_n - температура футеровки между огнеупорным и теплоизоляционным слоем, °С [Патент 16934 РК, МКИ В22D 2/00, G01K 13/00. Способ определения температуры внутренней поверхности футеровки промышленной печи].

Недостатком этого способа является: отсутствие возможности определять температуру внутренней поверхности футеровки с достаточной точностью при нестационарной теплопроводности.

Наиболее близким техническим решением, выбранным в качестве прототипа, является способ определения теплового состояния футеровки теплового агрегата, включающий измерение температуры с помощью датчиков температуры, которые выполняются без огнеупорного блока и помещаются в футеровку теплового агрегата, при этом значения температур по сечению футеровки рассчитывают по любой разностной схеме, по предварительно заданным значениям температур греющей среды и температур по сечению футеровки до нагрева и сравнивают с эмпирически полученными температурам [Инновационный патент 26932 РК, МКИ G01K 13/00. Способ определения теплового состояния футеровки теплового агрегата].

Недостатком этого способа является: отсутствие возможности определять тепловое состояние футеровки при стационарной теплопроводности.

Технический результат предлагаемого изобретения - получение данных о температурных полях в футеровке высокотемпературного агрегата при стационарной и нестационарной теплопроводности и использование этих величин для управления технологическим процессом.

Это достигается тем, что в футеровке располагают два датчика температуры, причём один датчик температуры располагается на границе теплоизоляционного и огнеупорного слоя, а другой датчик температуры в точке, находится в огнеупорном слое на заданном расстоянии от внутренней футеровки, при этом, при нестационарной теплопроводности, шаг по координате выбирают таким образом, чтобы точки замера температур датчиками температуры попадали на границы любых двух шагов по толщине

огнеупорного слоя футеровки и при определении температур по сечению теплоизоляционного слоя при нестационарной теплопроводности используют любую разностную схему, принимая для каждого шага по времени процесса разогрева в качестве температуры точки, соприкасающейся с греющей средой температуру на границе теплоизоляционного и огнеупорного слоя, а при стационарной теплопроводности значения температур по сечению футеровки рассчитывают по значениям температур, измеренным двумя датчиками температуры, причём один датчик температуры располагается на границе теплоизоляционного и огнеупорного слоя, а другой датчик температуры в точке, находится в огнеупорном слое на заданном расстоянии от внутренней футеровки.

Способ поясняется чертежом.

Футеровка высокотемпературного агрегата представляет собой многослойную стенку, состоящую из кожуха 1 с температурами T_1 и T_2 , слоя теплоизоляционного материала 2 (толщиной δ_1) с температурами T_2 и T_3 и слоя огнеупорного материала 3 (толщиной δ_2) с температурами на поверхностях T_3 и T_4 . В футеровке размещены: датчик температуры 4 на границе теплоизоляционного и огнеупорного слоя и датчик температуры 5 в точке на расстоянии x_1 от внутренней поверхности огнеупорного слоя. Внутри высокотемпературного агрегата находится греющая среда с температурой T_0 .

Работа способа заключается в следующем.

В процессе кладки футеровки высокотемпературного агрегата в футеровку устанавливают датчики температуры: датчик температуры 4 на границе теплоизоляционного и огнеупорного слоя и датчик температуры 5 в любой точке внутри огнеупорного слоя.

С момента начала разогрева (τ_0) теплового агрегата (момента начала воздействия греющей среды с температурой T_0) ведут отсчёт времени разогрева. Для расчётов определяют шаг по толщине огнеупорного слоя футеровки Δy , то есть расстояние между двумя ближайшими точками огнеупорного слоя футеровки высокотемпературного агрегата, в которых будут определять температуры. Для чего геометрически делят огнеупорный слой футеровки по толщине на такое количество равных участков, чтобы точки замера температур датчиками 4 и 5 попадали на границы любых двух шагов по толщине огнеупорного слоя футеровки Δy .

Затем определяют шаг по времени процесса разогрева Δt , то есть промежуток времени, через который будут определять температуры по сечению футеровки в выбранных точках.

Для определения температурных полей футеровки высокотемпературного агрегата в момент времени τ_1 в процессе нестационарной теплопроводности снимают показания температуры датчиками температуры 4 и 5 (T_3 и T_4 соответственно).

Для дальнейших расчётов принимают, что температура по сечению футеровки

Технико-экономическая эффективность внедрения предлагаемого технического решения позволит получить данные о температурных полях футеровки высокотемпературного агрегата в стационарной и нестационарной

$$T_{x_2} = T^4 - (T^4 - T^3) \cdot \frac{\delta_2}{x_2}$$

находят по формуле:
 Температура T_{x_2} в любой точке (на расстоянии x_2 от границы огнеупорного и теплоизоляционного слоев) огнеупорного слоя

где λ_2 - коэффициент теплопроводности теплоизоляционного слоя, Вт/(м·°С).

$$T_2 = T^3 - q \cdot \frac{\lambda_2}{\delta_2}$$

определяют по формуле:
 на границе теплоизоляционного слоя и кожуха через огнеупорный слой. В связи с тем, температурой теплоизоляции равна плотности теплового потока плотность теплового потока через слой футеровке стационарных, можем считать, что

$$T_{x_0} = T^4 - (T^4 - T^3) \cdot \frac{\delta_1}{x_0}$$

Учитывая, что процесс теплопроводности в стационарных, можем считать, что
 значение температуры T_{x_0} в любой точке (на расстоянии x_0 от внутренней поверхности огнеупорного слоя) огнеупорного слоя находят по формуле:

$$b = \frac{\lambda_1}{\delta_1} \cdot (T^4 - T^3)$$

где λ_1 - коэффициент теплопроводности огнеупорного слоя, Вт/(м·°С).
 Далее находят значение плотности теплового потока через огнеупорный слой по формуле:
 где T^x - температура в точке на расстоянии x_1 от внутренней поверхности огнеупорного слоя, °С.

$$T^4 = \frac{(T^{x_1} - T^3) \cdot \frac{\delta_1}{x_1}}{1 - \frac{\delta_1}{x_1}}$$

Находят температуру точки, соприскасающейся с теплоизоляционным образцом.

При достижении футеровки высокотемпературного агрегата стационарного состояния температуры по сечению будут

Для определения температур по сечению теплоизоляционного слоя используют любую разностную схему, принимая для каждого шага по времени процесс разотгрева в качестве температур точки, соприскасающейся с трещиной средой температуру на границе теплоизоляционного и огнеупорного слоя (фигурируемую датчиком температуры 4).
 Если же это условие не будет выполнено, задается другой температурой T_0 и вновь повторяют расчет.

Если в рассматриваемый момент времени рассчитываемая температура, фиксируемая датчиком температуры 4, окажется равной температуре на границе теплоизоляционного и огнеупорного слоя, рассчитанной по применяемой разностной схеме, и температура 5, окажется равной температуре в точке на расстоянии x_2 от внутренней поверхности огнеупорного слоя, рассчитанной по применяемой разностной схеме, то расчет прекращают. При этом полученное распределение температур по сечению футеровки будет искомым.

Если в рассматриваемый момент времени температура остальных точек по сечению в момент времени $k+1$ вычисляются по формуле:

$$T_{k+1}^i = f T_k^i + (1 - 2f) T_k^{i+1} + f T_k^{i+1}$$

А температура остальных точек по сечению в момент времени $k+1$ вычисляются по формуле:

$$T_{k+1}^{n+1} = 2f T_k^n + [1 - 2f(1+b)] T_k^{n+1} + 2fb T_k^n$$

При этом температуру точки, соприскасающейся с трещиной средой, определяют по формуле:

$$\Delta t_{k+1}; k+2$$

Если условие не выполняется, изменяют шаг по толщине огнеупорного слоя футеровки или времени процесса разотгрева; если условие выполняется, то рассчитывают температуру по сечению в процессе разотгрева от момента времени t_0 до момента времени t_1 с шагом по времени процесса разотгрева $\Delta t_{k+1}; k+2$.

Затем проверяют явную четырехточечную схему материала и условий нагрева.

Кроме того, в зависимости от свойств сырья и данных, которые находят по таблицам и диаграммам в зависимости от свойств теплоотдачи и теплопроводности являющихся коэффициенты температуры теплопроводности, λ - коэффициент теплопроводности, Вт/(м·°С).

Δt - шаг по времени процесса разотгрева, м; футеровки, м;

Δx - шаг по толщине огнеупорного слоя a - коэффициент теплоотдачи, Вт/(м²·°С);

где a - коэффициент теплопроводности, м²/с;

$$b = \frac{a \Delta x}{\lambda}, \quad f = \frac{a \Delta x^2}{\lambda^2}$$

Вычисляют коэффициенты b и f по формулам:
 футеровки Δx .

Задаются значением шага по времени процесса разотгрева Δt и шага по толщине огнеупорного слоя расчета будет выгладить следующим образом. Для явной четырехточечной схемы методика момента времени t_1 по любой разностной схеме.

Для футеровки высокотемпературного агрегата для производят расчет значений температур по сечению возможных (при данных условиях нагрева). Затем времени процесс разотгрева в качестве температур точки, соприскасающейся с трещиной средой температуры принимают минимальным из трещиной среды T_0 . Первоначально значение этой температуры принимают минимальным из температуры окружающей среды. Далее задается первоначально температурой температуры окружающей среды. нагрева динакова во всех точках и равна высокотемпературного агрегата перед процессом

теплопроводности и использовать эти величины для управления технологическим процессом.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ определения теплового состояния футеровки высокотемпературного агрегата, включающий измерение температуры с помощью датчиков температуры, которые выполняются без огнеупорного блока и помещаются в футеровку теплового агрегата, *отличающийся* тем, что в футеровке располагают два датчика температуры, причём один датчик температуры располагается на границе теплоизоляционного и огнеупорного слоя, а другой датчик температуры в точке, находится в огнеупорном слое на заданном расстоянии от внутренней футеровки.

2. Способ определения теплового состояния футеровки высокотемпературного агрегата по п.1, *отличающийся* тем, что при нестационарной теплопроводности шаг по координате выбирают таким образом, чтобы точки замера температур датчиками температуры попадали на границы любых двух шагов по толщине огнеупорного слоя футеровки.

3. Способ определения теплового состояния футеровки высокотемпературного агрегата по п.1, *отличающийся* тем, что для определения температур по сечению теплоизоляционного слоя при нестационарной теплопроводности используют любую разностную схему, принимая для каждого шага по времени процесса разогрева в качестве температуры точки, соприкасающейся с греющей средой температуру на границе теплоизоляционного и огнеупорного слоя.

