

was developed. The web application was implemented using WordPress. It allows the administrator to manage the site and publish content without programming knowledge. The site was created on the local OpenServer server. The interface of web application, which was the developed, gives namely registration and authorization forms, publication form, user page, user profile editing form, form with display of faculty students rating and also the form of changing the publication status by the administrator. It was made the conclusion of the introduction of system at the faculty. It will reduce a working time to analyzing of the received documents, which confirms the achievements of students; will reduce the possibility of errors; will establish convenient feedback with the student; will create a convenient system for storing and processing the received information, fast searching and statistical processing of the accumulated data.

Keywords: web application, website, web applications, automated system, rating system, scholarship rating, additional points, database, UML diagrams, precedent diagram, class diagram, deployment diagram, WordPress, OpenServer.

Стаття надійшла 19.07.2021 р.

УДК 621.18:533.59:621.311(477.62)

.org/10.31498/2522-9990242021250738

Сімкін О. І., Койфман О. О., Пахомов М. С., Тростянецький С. О.

МОДЕРНІЗАЦІЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ЕНЕРГОТЕХНОЛОГІЧНОГО КОМПЛЕКСУ «ПАРОВИЙ КОТЕЛ – ВАКУУМАТОР» В УМОВАХ ККЦ «ПРАТ МК «АЗОВСТАЛЬ»

У роботі розглянуті актуальні питання модернізації існуючої системи автоматизації енерготехнологічного комплексу «паровий котел – вакууматор».

Авторами досліджені існуючі системи управління паровим котлом та вакууматором, виявленні причини ненадійності і поганої працездатності цих систем.

Для системи управління паровим котлом з використанням SCADA WinCC та OPC KerServerEX розроблено підсистему збору та аналізу технологічної інформації. Для усіх опитуваних параметрів визначений час опитування датчиків та вибрані уставки для включення параметра в систему аварійної сигналізації. Для функціонування підсистеми інформація використовується технологічним персоналом для оцінки поточного стану конструкцій та обладнання котла. Візуальна частина підсистеми представлена п'ятьма основними вкладками: «котел», «деаератор», «протокол подій», «графіки», «уставки параметру». Частина інформації підсистеми використовується в системі управління вакууматором для прогнозування параметрів водяної пари на найближчий час.

Для системи управління вакууматором запропоновано модифікувати діючу динамічну математичну модель шляхом включення в неї модифіковану формулу дегазації, що дозволить з високою точністю моделювати процес плавки для кожної марки сталі і значно знизити енерго- і матеріалозатратність технології обробки рідкої сталі. Представлені основні формули моделі, узагальнена схема алгоритму розрахунку часу процесу дегазації під час продування аргоном, вікно результатів роботи розробленої програми моделювання дегазації під час продування аргоном.

Ключові слова: енерготехнологічний комплекс «паровий котел – вакууматор», система автоматизації, підсистема збору інформації парового котла, математична модель дегазації рідкої сталі, закон Сівертса, рівняння Геллера.

Інформаційні технології

Вступ. У конверторних цехах отримують сталь продуванням чавуну киснем в агрегатах, які мають назву «конвертер». Кисень окислює домішки в чавуні, такі як кремній, марганець, вуглець та інші. Після розкислення сталь не має потрібних характеристик, тому доцільно її довести до певної марки. Для цього використовується позапічна обробка рідкої сталі.

Методи позапічної обробки сталі можуть бути умовно розділені на прості (обробка одним способом) і комбіновані (обробка металу декількома способами одночасно). До простих методів належать:

- обробка металу вакуумом;
- продування інертним газом;
- обробка металу синтетичним шлаком, рідкими і твердими жужільними сумішами;
- введення реагентів в глиб металу.

Вакуумування сталі – це обробка рідкої сталі вакуумом з метою поліпшення її якості за рахунок зменшення газів, які містяться у сталі. Для роботи вакууматора (створення вакууму) на пароежектори подається пара під високим тиском, яка надходить з парового котла. На теперішній час і паровий котел, і вакууматор автоматизовані.

Постановка проблеми та мета статті. На даний момент, системи автоматизації парового котла та вакууматора ізольовані і мають недоліки.

Так, система автоматичного регулювання і контролю парового котла побудована, в основному, на аналогових приладах і машиніст не має можливості отримати повноцінну технологічну та діагностичну інформацію щодо роботи агрегату.

Система управління вакууматором реалізована хоча і на комп'ютерній техніці, але розроблена та працює в режимі «радник технолога», тобто є розімкнутою. Основною причиною стали досить високі помилки діючої математичної моделі, на даних якої базується алгоритми управління, щодо оцінювання стану рідкої сталі.

Таким чином, для оптимізації роботи парового котла та захисту обладнання, підвищення якості обробки сталі в вакууматорі необхідно:

1. Розробити систему збору технологічної інформації з реалізацією алгоритму оцінки стану парового котла.
2. Розробити нову або модифікувати існуючу математичну модель оцінки стану рідкої сталі по ходу технологічного процесу, більш ефективно реалізувати алгоритми управління вакууматором, і, відповідно, значно знизити енерго- і матеріалозатратність обробки металу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

У роботі [1] пропонується метод діагностування часткових відмов інформаційно-вимірвальних каналів АСУТП з використанням сучасних технологій штучного інтелекту. В основу методу покладено алгоритм оцінювання результатів вимірювань, заснований на інформаційній надмірності технологічного процесу. Для проведення діагностичних процедур досліджується можливість використання нейромережевих технологій, еволюційних алгоритмів оптимізації і елементів нечіткої логіки.

У сучасних реаліях існує кілька моделей, використовуваних у виробництві. Математична модель процесу перемішування і розчинення вуглець порошку [2] побудована основі рівнянь Нав'є-Стокса, що дозволяє в трьох-вимірному просторі в будь-якій точці вакууматора визначити швидкості розчинення вуглецю в сталевому розплаві. При цьому використовувався розрахунок методом клітинно-автоматного моделювання. Але в даній моделі є недолік: при підвищенні концентрації продувки аргоном виникають неточності, і через це підвищується енерговитратність системи.

Авторами [3] запропоновано математичну модель процесу конвективної дифузії при енергозберігаючому режимі технології позапічної дегазації розплаву сталі від водню

Інформаційні технології

комплексним впливом. Перевагою в даній моделі є навпаки менша енерговитратність у виробництві, а головний недолік – сповільнення загального часу плавки.

Автор [4] наприклад пропонує використовувати коефіцієнт, який пов'язує перехід водню і азоту з газової фази в метал і назад, представлений як вираз (1):

$$\frac{1}{2} \{H_2; N_2\} \leftrightarrow [H; N] \quad (1)$$

У роботі [5] рекомендується застосовувати коефіцієнт ефективності дегазації, щоб визначити, наскільки ефективно працює модель. Ця математична модель заснована на використанні формул рівноваги реакції, законом Сівертса, рівняння Геллера, все це потрібно для того, щоб визначити кількість неметалічних сполук, що вибули під час продування з бульбашками. Це дасть можливість використовувати оптимальний рівень продувки аргоном, при цьому маючи невисоку витратність.

У існуючих систем заснованих на математичних моделях є ряд проблем, таких як мала точність, висока витрата матеріалів і, в наслідок, недостатня гнучкість застосування.

Основний матеріал дослідження. Для створення системи збору технологічної інформації використовуємо SCADA-програму WinCC 7.4 розробки компанії Siemens. Для передачі даних з контролера в SCADA використовуємо OPC-сервер KepServerEX (рис. 1).

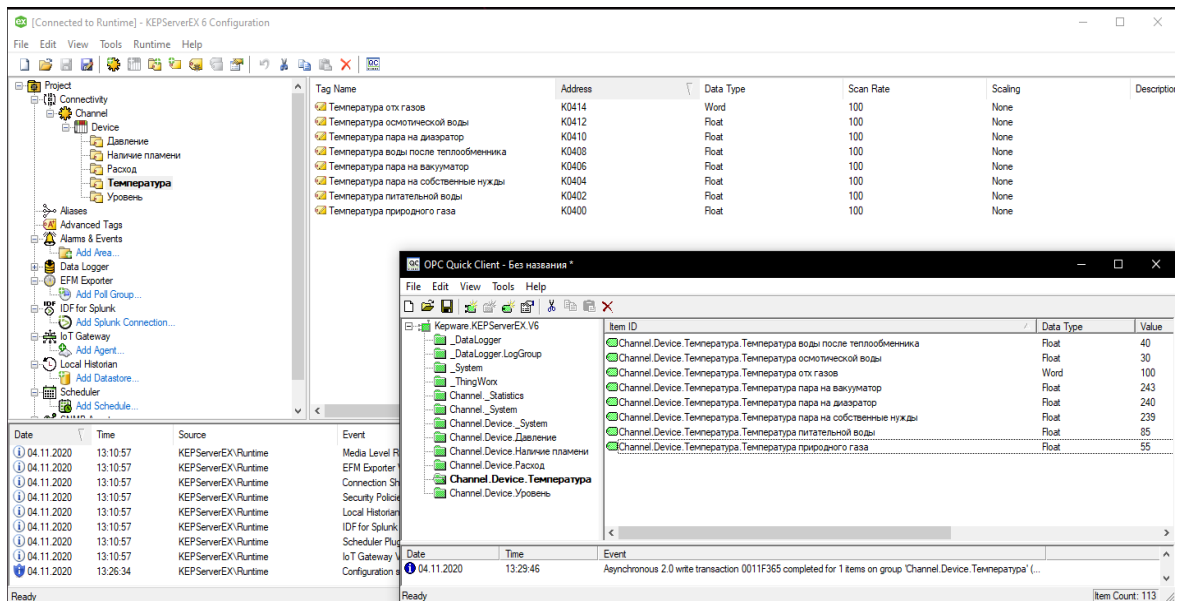


Рисунок 1 – OPC сервер KepServerEX з активним вікном Quick Client

Функції архівування аварійних повідомлень та архівування значень параметрів технологічного процесу визначаємо у вікнах Tag Logging та Alarm Logging WinCC.

Час опитування датчиків температури та змісту солі встановлюємо рівним 10 с тому, що як швидкість зміни цих параметрів відносно мала і кількість датчиків невелика.

Датчики витрат та тиску опитуються раз в 1 секунду.

Дискретні датчики, такі як датчики наявності тиску або пламені, опитуються один раз у 0,5 секунди.

Візуальна частина ПЗ поділена на декілька вкладок. На вкладці «Котел» схематично зображений сам паровий котел, трубопроводи газу, живильної води, повітря на горілки, пари та їх параметри, такі як тиск, температура та витрати (рис. 2). На вкладці «Деаератор» схематично зображено деаератор котельної води, бак деаератора, бак осмотичної води, трубопроводи води, пари та їх параметри (рис. 3).

Інформаційні технології

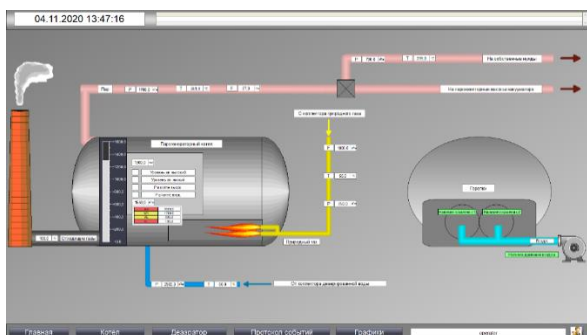


Рисунок 2 – Вкладка «Котел»

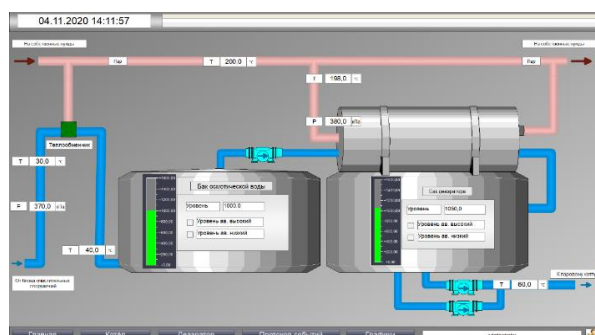


Рисунок 3 – Вкладка «Деаэратор»

На вкладці «Протокол подій» побачити список усіх подій системи, які зконфігуровані у вікні Alarm Logging WinCC. З використанням вкладки «Графіки» можна проаналізувати змінення будь-якого технологічного параметру за будь-який час у вигляді графіків. Дані графіки беруть значення параметрів з налаштованої внутрішньої бази даних.

На кожній вкладці у нижній частині екрану розташована панель швидкого доступу до інших сторінок, кнопка повторної авторизації, а у верхній частині екрану – поточний час та рядок останнього аварійного повідомлення. Є можливість у реальному часі змінювати аварійні та попереджуючі уставки для кожного параметру.

Програма передбачає аварійні ситуації, коли значення параметру раптово стрибкоподібно змінюються. За алгоритмом значення параметру порівнюються з попереднім за формулою:

$$|X_{п} - X_{поп}| > [(X_{max} - X_{min}) \cdot 0,4] \quad (2)$$

де $X_{п}$ – поточне значення параметру;

$X_{поп}$ – попереднє значення параметру;

X_{max} – аварійно високе значення параметру;

X_{min} – аварійне низьке значення параметру.

У разі виконання (2) висвічується вікно с попередженням.

У новій математичної моделі роботи вакууматора використовуються рівняння рівноваги реакції, закон Сівертса і рівняння Геллера.

Для роботи математичної моделі дегазації необхідно кількість часу на продування інертним газом і кількість неметалевих сполук, що видаляється при цьому.

Розрахуємо час на продувку аргоном через пористі пробки, які розташовані в днище ковша. На підставі дослідження поведінки металу при продувці в різних агрегатах запропонована наступна залежність для розрахунку часу τ , с, необхідного для досягнення високого рівня гомогенізації:

$$\tau = (800 \pm 100) \cdot \varepsilon^{-0,40}$$

$$\varepsilon = 0,014 \left[\left(\frac{VT}{M} \right) \log \left(1 + \frac{H \cdot 10^5}{1,46 \cdot P} \right) \right] \quad (3)$$

де ε - функція дисипації (розсіювання) енергії, Вт / т;

V- витрата газу, м³/хв;

T- температура металу, К;

M - маса металу, т;

Інформаційні технології

H - глибина перемішування, 4,8 м;

P - тиск, Па.

Прийнявши $V = 1,3 \text{ м}^3/\text{хв}$, $T = 1923 \text{ К}$, $P = 5,2 \text{ атм}$, маємо:

$$\varepsilon = 0,014 \left[\left(\frac{1,3 \cdot 1903}{366,244} \right) \log \left(1 + \frac{5,3 \cdot 10^5}{1,46 \cdot 5,2 \cdot 10^5} \right) \right] = 0,0085 \text{ Вт/т.}$$

$$\tau = 800 \cdot 0,0085^{-0,40} = 4040 \text{ з або } 67,33 \text{ хв.}$$

Виходячи з технологічної інструкції, для того щоб досягти найбільш повного перемішування приймаємо час продувки 40 хвилин.

У процесі продувки бульбашки нейтрального газу екстрагують з рідкої сталі розчинені в ній гази (водень і азот). Зниження вмісту розчинених газів описується рівнянням Геллера, в скороченій формі має вигляд:

$$V = \frac{2240}{M_G} K_G^2 P \left(\frac{1}{[G]_K} - \frac{1}{[G]_H} \right) \quad (4)$$

де V - витрата нейтрального газу, $\text{м}^3/\text{т}$;

M_G - молекулярна маса видаляється газу ($M_H = 2$, $M_N = 28$);

K_G - константа рівноваги газу;

P - тиск над розплавом, 0,1 МПа.

При температурі 1923 К:

$$\lg K_H = -\frac{1900}{T} - 1,577 = -\frac{1900}{1923} - 1,577 = -2,567, \quad K_H = 0,0026,$$

$$\lg K_N = -\frac{1500}{T} - 0,815 = -\frac{1500}{1923} - 0,815 = -1,595, \quad K_N = 0,025.$$

$$[G]_K = \frac{1}{\left(\frac{VM_G}{2240 \times K_G^2 P} + \frac{1}{[G]_H} \right)} \quad (5)$$

Підставляючи до рівняння Геллера значення початкової концентрації в металі водню і азоту відповідно $[H]_H = 0,0007 \%$ і $[N]_H = 0,006 \%$, знаходимо зміст в металі водню і азоту після продувки аргоном:

$$[H]_K = \frac{1}{(5,09 \cdot 2 / 2240 \cdot 0,0026^2 \cdot 0,1 + 1 / 0,0008)} = 0,000125\% \quad (6.1)$$

$$[N]_K = \frac{1}{(5,09 \cdot 28 / 2240 \cdot 0,025^2 \cdot 0,1 + 1 / 0,008)} = 0,00075\% \quad (6.2)$$

Також необхідно розрахувати кількість водню і азоту, що видаляється під час плавки. Знайдемо загальна кількість що видаляється водню застосувавши рівняння Геллера:

$$M_{H_2} = \frac{[H]_{нач} - [H]_{кон}}{100} \cdot M = \frac{0,0008 - 0,0002}{100} \cdot 366,244 \cdot 10^3 = 2,2 \text{ кг} \quad (7)$$

Знайдемо кількість водню наведеного до сухого повітря:

Інформаційні технології

$$M_{H_2}^{возд} = M_{H_2} \cdot \frac{\rho_{возд}^{сух}}{\rho_{H_2}} = 2,2 \cdot \frac{1,293}{0,09} = 31,6 \text{ кг, за всю плавку.} \quad (8)$$

Знайдемо кількість видаляється водню за одну хвилину, для цього прийємо тривалість процесу вакуумування 50 хвилин:

$$M_{H_2}^{возд} = \frac{31,6}{50} = 0,632 \text{ кг / хв.} \quad (9)$$

Знайдемо загальна кількість що видаляється азоту:

$$M_{N_2} = \frac{[N]_{нач} - [N]_{кон}}{100} \cdot M_{ст} = \frac{0,008 - 0,005}{100} \cdot 366,244 \cdot 10^3 = 10,98 \text{ кг.} \quad (10)$$

Знайдемо кількість азоту наведеного до сухого повітря:

$$M_{N_2}^{возд} = M_{N_2} \cdot \frac{\rho_{возд}^{сух}}{\rho_{N_2}} = 10,96 \cdot \frac{1,293}{1,250} = 11,36 \text{ кг, за всю плавку.} \quad (11)$$

Знайдемо кількість видаляється азоту за одну хвилину, для цього прийємо тривалість процесу вакуумування 50 хвилин:

$$M_{N_2}^{возд} = \frac{11,36}{50} = 0,227 \text{ кг/хв.} \quad (12)$$

Тепер, виходячи з розрахунків, можна привести формулу, за якою буде відбуватися розрахунок часу на продувку аргоном для кожної марки стали в нашій математичної моделі.

$$V_{Ar}^{факт.} = \frac{V_{Ar}^{теор.}}{\eta_{[r]}} \quad (13)$$

Де $\eta_{[r]}$ - коефіцієнт, який пропонується використовувати як індикатор прямій залежності від вмісту неметалевих включень в передбачуваної марці стали і часу на досягнення потрібного рівня. На фізичному рівні це перевіряється першою пробою металу при початку процесу обробки.

Тоді, виходячи з цього час на продувку аргоном при першій марці стали виходить рівним:

$$\tau = \frac{V_{Ar} \cdot G_{пл.}}{J \cdot \eta_{[r]}} = \frac{2 \cdot 350}{300 \cdot 0,047} = 49,6 \text{ мин} \quad (14)$$

Методом вирішення вищеописаних проблем став алгоритм регулювання продувки аргоном, зав'язаний на видаленні аргону і азоту з металу методом спливання бульбашок під час продування інертним газом, що дозволяє проаналізувати процес і використовувати інертний газ в потрібній пропорції, зменшуючи або збільшуючи його подачу через пористі пробки в днище ковша. Подача аргону регулюється автоматично системою, виходячи з вхідних даних про пробі металу, температурі металу і тиску вакуум-камери.

Дані з контролера надходять в поточну базу даних і далі в підсистему управління, де відбувається порівняння заданих і теоретичних даних з поточними і виходячи з цього, формується керуючий вплив на механізм відкриття клапана в трубопроводі аргону.

Інформаційні технології

Результати роботи розробленої моделі можна наочно побачити на графіках порівняння нової моделі і вже використовується на виробництві, де показана залежність між відсотковим вмістом неметалічних сполук в розплаві металу і часом продувки аргоном.

Дані залежності застосовуються для кожної окремої марки сталі, в залежності від технологічного завдання на плавку.

Алгоритм задачі управління вакуумуванням з використанням модифікованої моделі складається з:

- блоку призначення параметрів математичної моделі, в тому числі вибір марки сталі;
- блоку розрахунку фактичних витрат аргону;
- блок розрахунку корекції інтенсивності подачі аргону;
- блоку розрахунку часу процесу (рис. 4).

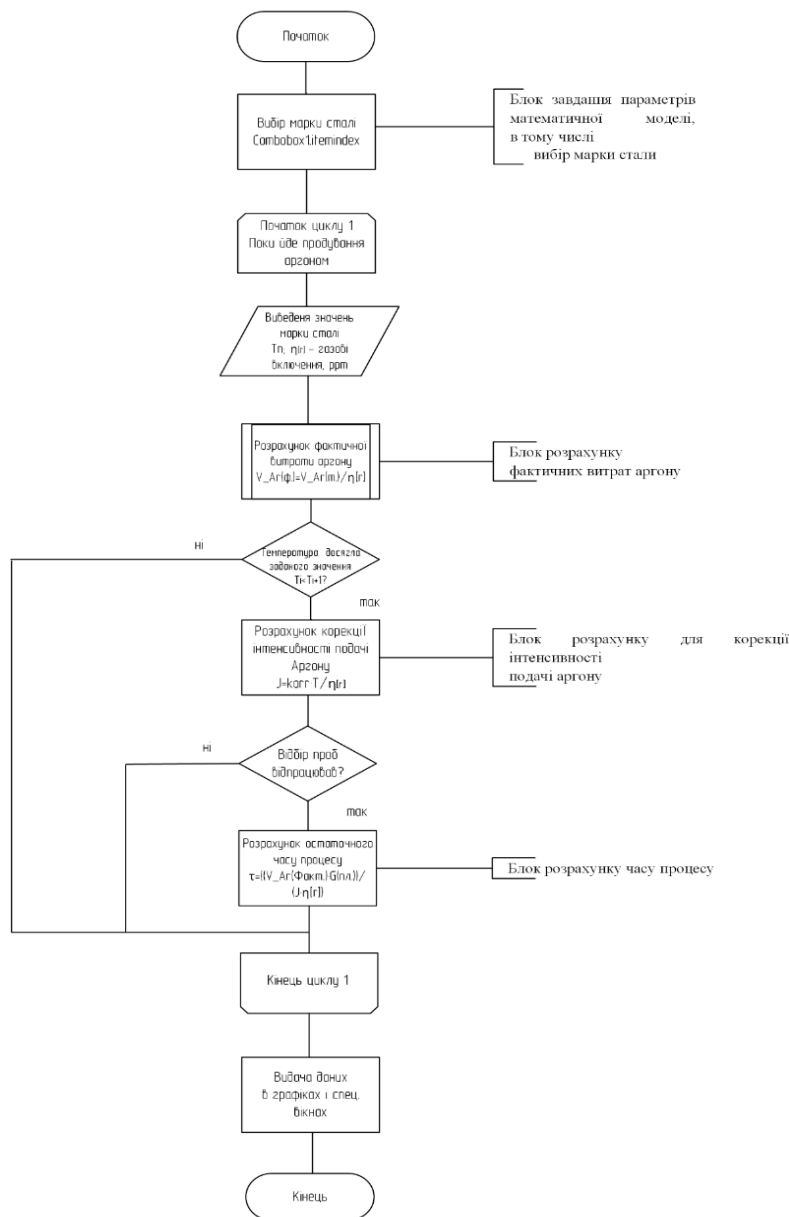


Рисунок 4 – Узагальнена схема алгоритму розрахунку часу процесу дегазації під час продування аргоном

Інформаційні технології

Оцінка змінних температури і проб металу тут є найважливішим завданням при створенні керуючої системи процесу вакуумування, так як дозволяють прогнозувати і оптимізувати процес дегазації металу, шляхом регулювання продувки аргоном, як одного з основних управляючих впливів.

Побудована модель перевірялася на адекватність за кількома плавками на вже працюючих моделях на виробництві.

Для роботи з розробленою програмою процесу вакуумування використовується вікно вибору марки сталі (рис. 5). Після того, як технологічне завдання на плавку прийшло, відбувається імітація плавки і виводиться поетапно кожна поточна технологічна операція. В правій частині програма будує графіки, за якими можна спостерігати візуальну частину процесу. Після зупинки таймера плавки фіксується кінець технологічного процесу і кінець роботи програми.

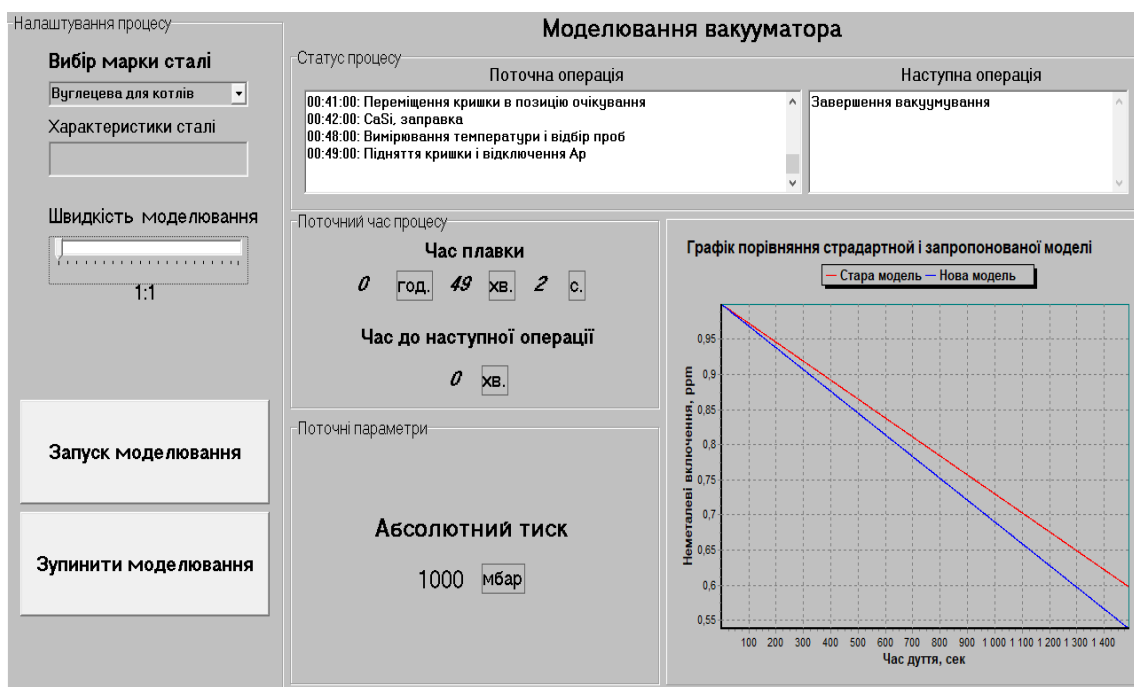


Рисунок 5 – Вікно результатів роботи розробленої програми моделювання дегазації під час продування аргоном

ВИСНОВКИ

Використання результатів роботи дало можливість:

1. Для системи управління котлом:
 - аналізу технологічного процесу виробітки пари через графіки технологічних параметрів, перегляд аварійних повідомлень за будь-який проміжок часу;
 - зменшення часу реагування оператора на аварійну ситуацію;
 - можливість обмеження функцій певним користувачам.
2. Для системи управління вакууматором:

Передбачуваний ефект після впровадження нової математичної моделі в експлуатацію складається в підвищення економічних показників на кілька пунктів в зв'язку з більш точним використанням витратних матеріалів та енергії на плавку, що спричинить менше витрат (більш

ніж на 2-3 %), а також за рахунок прискорення процесу вакуумування та покращення якості виплавленого металу.

Перелік використаних джерел:

1. *Репин, А. И.* Диагностика информационной подсистемы АСУТП ТЭЦ с использованием технологий искусственного интеллекта : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.13.06 / *Репин Андрей Иванович.* – М., 2006. – 20 с.
2. К вопросу удаления водорода из металла в вакууматоре циркуляционного типа / *А. А. Метелкин, О. Ю. Шешуков, И. В. Некрасов, О. И. Шевченко, А. Ю. Корогодский* // Теория и технология металлургического производства. – 2016. – № 1.– С. 29–31.
3. Модель гидродинамического перемешивания углеродсодержащих порошков в вакууматоре, используемом в сталеплавильном производстве РУП «БМЗ» / *А. Н. Чичко [и др.]* // Литье и металлургия. – 2005. – № 2. – С. 91–95.
4. *Захаров Н. И.* Математическое моделирование процессов конвективной диффузии энергосберегающие режимы технологии внепечной дегазации расплава стали от водорода комплексным воздействием / *Н. И. Захаров* // Вестник ДонНТУ. – 2016. – № 4. – С. 15–22.
5. Оценка перспективы вакуумной обработки стали в ЭСПЦ ПАО «ММК» / *В. А. Бигеев [и др.]* // Теория и технология металлургического производства. – 2019. – № 2. – С. 23–27.

Симкин А. И., Койфман А. А., Пахомов М. С., Тростянецкий С. О.

МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ЭНЕРГОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСА «ПАРОВОЙ КОТЕЛ - ВАКУУМАТОР» В УСЛОВИЯХ ККЦ «ЧАО МК «АЗОВСТАЛЬ»

В статье рассмотрены актуальные вопросы модернизации существующей системы автоматизации энерготехнологического комплекса «паровой котел - вакууматор».

Авторами исследованы существующие системы управления паровым котлом и вакууматором, выявлены причины ненадежности и плохой работоспособности этих систем.

Для системы управления паровым котлом с использованием SCADA WinCC и OPC KerServerEX, разработана подсистема сбора и анализа технологической информации. Для всех опрашиваемых параметров определенное время опроса датчиков и избранные уставки для включения параметра в систему аварийной сигнализации. Для функционирования подсистемы информация используется технологическим персоналом для оценки текущего состояния конструкций и оборудования котла. Визуальная часть подсистемы представлена пятью основными вкладками: «котел», «деаэрактор», «протокол событий», «графики», «уставки параметра». Часть информации подсистемы используется в системе управления вакууматором для прогнозирования параметров водяного пара на ближайшее время.

Для системы управления вакууматором предложено модифицировать действующую динамическую математическую модель путем включения в нее модифицированную формулу дегазации, что позволит с высокой точностью моделировать процесс плавки для каждой марки стали и значительно снизить энерго- и материалозатратность технологии обработки жидкой стали. Представлены основные формулы модели, обобщенная схема алгоритма расчета времени процесса дегазации при продувке аргоном, окно результатов работы разработанной программы моделирования дегазации при продувке аргоном.

Ключевые слова: энерготехнологический комплекс «паровой котел - вакууматор», система автоматизации, подсистема сбора информации парового котла, математическая модель дегазации жидкой стали, закон Сиверса, уравнение Геллера.

Simkin O. I., Koyfman O. O., Pahomov M. S., Trostianetskyi S. O.

MODERNIZATION OF THE ENERGY TECHNOLOGICAL COMPLEX "STEAM BOILER - VACUUMATOR" AUTOMATION SYSTEM IN THE CONDITIONS OF OXYGEN CONVERTER SHOP PJSC "AZOVSTAL IRON AND STEEL WORKS"

The article considers topical issues of modernization of the existing automation system of the energy-technological complex "steam boiler - vacuum cleaner".

The authors investigated the existing control systems of the steam boiler and vacuum cleaner, identifying the causes that served the unreliability and poor performance of these systems.

For the steam boiler control system using SCADA WinCC and OPC KepServerEX, a subsystem for collecting and analyzing technological information has been developed. For all polled parameters, a specific sensor polling time and selected settings for the parameter to be included in the alarm system. For the operation of the subsystem The information of the subsystem is used by the technological personnel to assess the current state of the structures and equipment of the boiler. The visual part of the subsystem is represented by five main tabs: "boiler", "deaerator", "event log", "graphics", "parameter settings". Part of the information of the subsystem is used in the control system of the vacuum cleaner to predict the parameters of water vapor in the near future.

It is proposed to modify the current dynamic mathematical model for the vacuum control system by including a modified degassing formula, which will allow to model the melting process for each steel grade with high accuracy and significantly reduce energy and material consumption of liquid steel processing technology. The main formulas of the model, the generalized scheme of the algorithm for calculating the time of the degassing process during argon purging, the window of the results of the developed program for modeling degassing during argon purge are presented.

Keywords: energy-technological complex "steam boiler - vacuum", automation system, subsystem of information collection of steam boiler, mathematical model of degassing of liquid steel, Sievers' law, Geller's equation.

Стаття надійшла 19.04.2021 р.

УДК 004.94:796

doi.org/10.31498/2522-9990242021250757

Тузенко О. О., Балалаєва О. Ю., Максимова В. О.

МОДЕЛЮВАННЯ І РЕІНЖИНІРИНГ БІЗНЕС-ПРОЦЕСІВ ФІТНЕС-КЛУБУ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

У роботі проаналізовано поточний стан інформаційної структури фітнес-клубів. Зроблено висновок про необхідність в автоматизації окремих бізнес-процесів із застосуванням програмного забезпечення. Проведено моделювання бізнес-процесів фітнес-клубу з використанням нотації IDEF. Встановлено, що реінжинірингу потребує бізнес-процес «Робота з клієнтами», а саме його підпроцеси «Реєстрація клієнта» та «Покупка абонементу», а також бізнес-процес «Обслуговування клієнта», а саме його підпроцеси «Перевірка абонементу» та «Запис на тренування». Головним недоліком бізнес-процесу