

РОЗРОБКА В SCADA-СИСТЕМІ ІМІТАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ ВВЕДЕННЯ В ЦЕМЕНТНУ ПІЧ ДОДАТКОВОГО ПАЛИВА, ВИРОБЛЕНОГО З ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ

У статті розглядається питання створення програмного забезпечення системи управління частковою заміною природного газу на тверде відновлювальне паливо, отримане із побутових відходів. Для спостереження і своєчасної корекції відхилень технологічного процесу на рівні АСУ ТП ефективно використовується SCADA-система.

Ключові слова: обертана піч, клінкер, людино-машинний інтерфейс, імітаційна модель, SCADA-система Trace Mode.

Постановка проблеми. Оскільки цементна промисловість потребує великої кількості палива, питома вартість газу в собівартості клінкеру становить зазвичай 60–70% [1]. Щоб здешевити виробництво клінкеру, потрібно модернізувати цементні заводи. Це можливо за допомогою використання альтернативних видів палива, таке паливо існує і давно використовується Європою, SRF (solid recovered fuel) – тверде відновлювальне паливо, отримане із твердих відходів.

Але з точки зору керування цементні печі, які використовують додаткові види палива, є дуже складними технологічними об'єктами, тому що потрібно дотримуватись загальноприйнятого температурного режиму в печі для отримання клінкеру потрібної якості. Усе це неможливе без використання сучасних технологічних і програмних засобів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На сьогодні з розвитком обчислювальних засобів та використання інформаційних технологій виходять на новий рівень методи вирішення задач автоматичного управління цементною піччю. Проте для створення ефективної і надійної системи диспетчерського управління і збору інформації про технологічний об'єкт, розробки зручного людино-машинного інтерфейсу (HMI – Human-Machine Interface) потрібне спеціалізоване програмне забезпечення. Для вирішення задач створення надійної системи диспетчерського управління одним із найпростіших варіантів є створення систем керування на базі SCADA-систем. Так, у статті [2] розглядається досвід комплексної автоматизації виробництва цементу у ТОВ НВП «Цемент – Нові технології», в якій детально описаний процес виробництва і проілюстровані основні мнемосхеми системи, створені за допомогою

SCADA-системи Trace Mode 6. Проте в цій роботі не порушується питання щодо використання альтернативних джерел палива, що дало б змогу значно економити на виробництві цементу.

Формулювання цілей статті. Викладене вище зумовило необхідність розробки програмного комплексу на базі SCADA-систем для лінії автоматичного управління співвідношенням «тверде паливо – газове паливо».

Виклад основного матеріалу дослідження. Ускладнення технологічних процесів і виробництв ставить задачі створення розподілених ієрархічних автоматизованих систем, такі системи нагадують піраміду і в основі охоплюють весь цикл роботи підприємства від системи керування нижнього рівня до систем керування підприємством загалом.

Важливим складником такої системи є автоматизована система управління технологічними процесами (АСУ ТП), яка являє собою людино-машинну систему, яка забезпечує збір і обробку інформації, необхідної для оптимізації керування технологічним об'єктом.

Залежно від складності об'єкта керування архітектура АСУ ТП може складатись з двох, трьох рівнів керування. Структурна схема системи керування показана на рисунку 1. Система керування складається з трьох рівнів.

Верхній рівень – диспетчерський рівень являє собою автоматизоване робоче місце диспетчера (оператора), технолога. На цьому рівні оператор у режимі реального часу спостерігає за технологічним процесом за допомогою мнемосхем і у разі необхідності оперативно керує технологічним процесом. На диспетчерському рівні знаходиться ПК з SCADA-системою TRACE MODE. Під керуванням ПК оператора працює промисловий

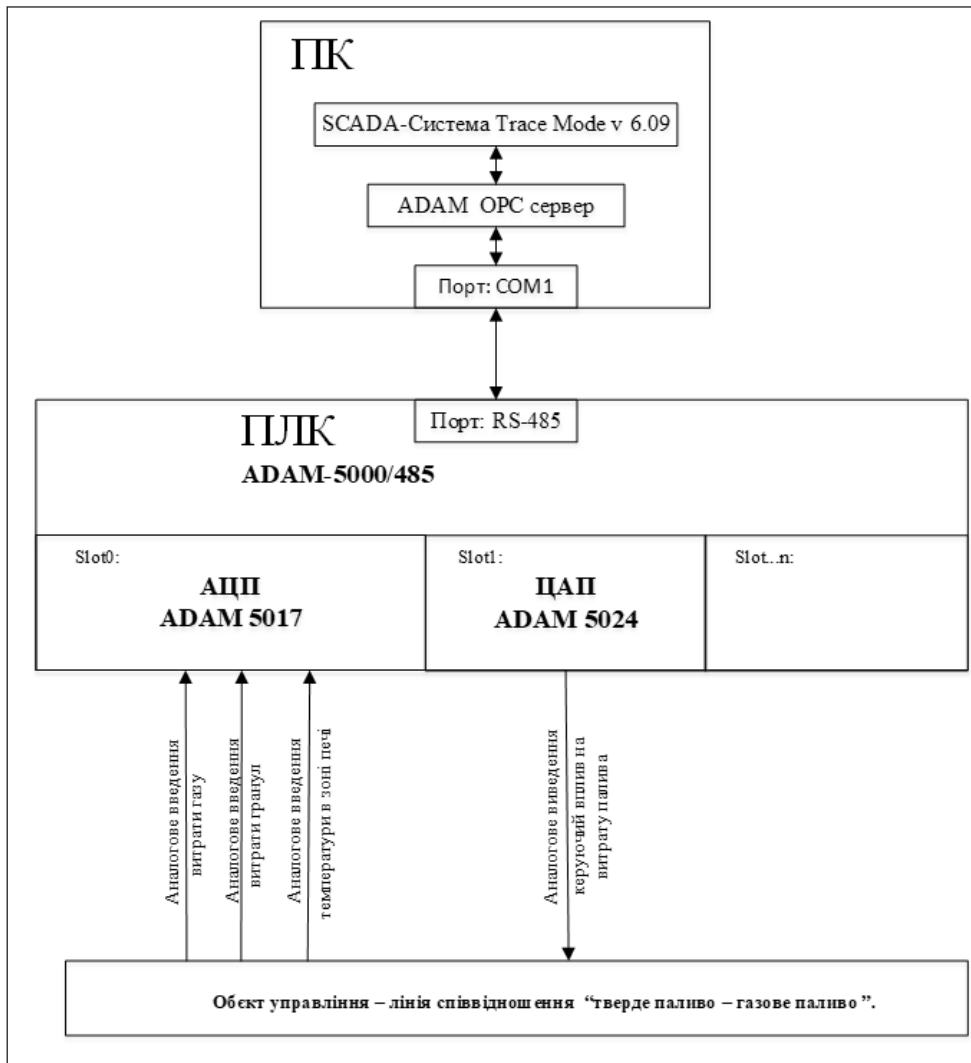


Рис. 1. Структурна схема АСУ ТП співвідношення «газ – гранули»

програмує контроль ADAM 5000. Контролер керує роботою модулів цифроаналогового введення/виведення, до яких підключені вимірювальні прилади (пірометри, термопари, витратоміри) і виконавчі механізми (пневматичні клапани, дозатори).

Сучасні SCADA-системи підтримують ефективну експлуатацію диспетчерських систем диспетчерського управління як у ручному, так і в автоматичному режимі і забезпечують можливість оперативної модернізації наявних автоматизованих систем [3].

Ще однією перевагою SCADA-системи є можливість перевірки розробленої системи керування у віртуальному режимі для виявлення помилок або можливих недоробок проекту. Що в подальшому на етапі впровадження і експлуатації на реальному об'єкті знизить ризик виходу з ладу реальних фізичних елементів системи управління.

Ця робота присвячена розробці імітаційної моделі (графічного інтерфейсу оператора) АСУ ТП введенням у цементну піч додаткового палива, виробленого з побутових відходів, у програмному комплексі TRACE MODE.

Розробка людино-машинного інтерфейсу реалізується шляхом створення інтерактивних екранів. На екранах відображається:

1. Схема технологічного процесу із значеннями параметрів технологічного процесу;
2. Екрани регулювання ТП;
3. Екран журнал аварій і попереджень.

Спочатку розглянемо, що являє собою технологічний об'єкт управління.

Обертюва піч 4,5×80 м (трубчаста піч, барабанна піч, рисунок 2) циліндричної форми з обертювим рухом навколо поздовжньої осі призначена для нагріву сипучих матеріалів з метою їх фізико-хімічної обробки.

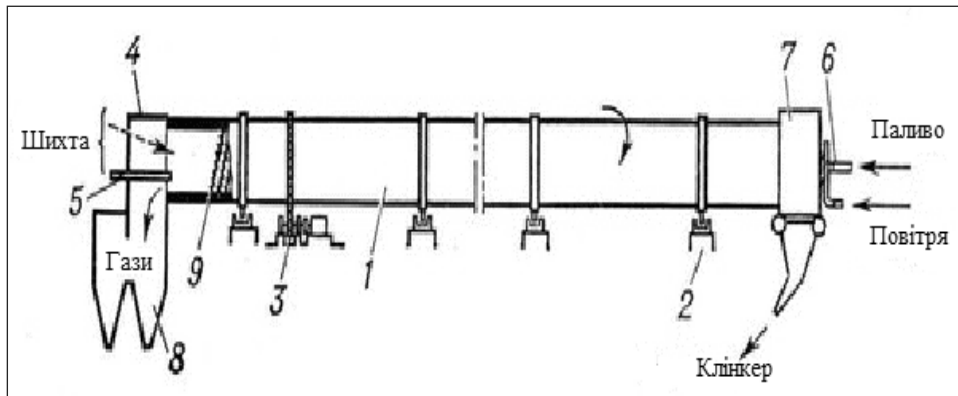


Рис. 2. Будова обертової печі

Металевий барабан 1, футерований вогнетривкою цеглою, встановлюють під невеликим кутом до горизонту на опорні ролики 2. У низці випадків діаметр барабана роблять змінним за довжиною. Барабан приводить в обертання (4-5 об/хв) електродвигун через редуктор і відкриту зубчасту передачу 3. Шихту завантажують з боку головки 4. Суху шихту подають механічними живильниками, а шихту у вигляді пульпи – наливом або через форсунки 5. Паливо (10–30% від маси шихти) вводять через пальники (форсунки) 6, поміщені в гарячій голівці 7. Тут же вивантажують готовий продукт, що направляється в холодильник.

Гази очищають від пилу у системі 8. Для поліпшення умов теплопередачі вбудовують різні теплообмінні пристрої 9 – перегрівальні лопаті, полки, ланцюгові завіси [1].

Призначення системи автоматичного регулювання полягає в забезпеченні стабілізації якості випалу, а саме підтримки певної температури в різних зонах печі. Обов'язковою умовою нормальної роботи системи є стабілізація вхідних параметрів – забезпечення печі необхідною кількістю палива.

На практиці характеристики температурного режиму обертової печі умовно розділяють на такі зони: зона кальцинування, зона спікання (плавильна зона), зона охолодження.

У зоні кальцинування, що займає близько 20% довжини печі, температура піднімається до 1100°C, завершується процес розкладання карбонатів. Температура матеріалу в цій зоні зберігається в певних межах, причому матеріал надходить у неї підготовленим, потрібна лише незначна зміна подачі палива, щоб одержати необхідну якість випалу клінкеру.

Зона спікання є основною зоною печі – у ній відбувається завершення процесу клінкероутворення. Температуру в зоні спікання регулюють

за допомогою регулятора із жорстким зворотним зв'язком, що забезпечує підтримку заданого співвідношення між показами радіаційного пірометра й витратою палива, тут матеріал починає плавитися, формується аліт в інтервалі температур 1450–1300°C протягом 10–25 хв.

Якщо температура матеріалу в зоні кальцинування виявиться нижчою за встановлену норму, то регулятор температури в зоні спікання не може зменшити подачу палива в піч доти, поки температура в зоні кальцинування не ввійде в норму.

Далі клінкер охолоджується в зоні охолодження, де температура падає до 400°C, відбувається кристалізація аліта й інших клінкерних мінералів [1].

Принцип розробки проектів у SCADA-системі TRACE MODE полягає в створенні віртуальних органів управління і контролю (щитів, пультів операторів, віртуальних регуляторів). Використовуючи цей принцип, усі датчики і виконавчі механізми розглянутого процесу були підключені до віртуального контролера, який здійснює керування по команді, отриманій від панелі управління [4].

Для розробки моделі системи управління співвідношенням «газ–гранули» був використаний «Редактор проектів». У ньому створений вузол RTM_1, відповідний комп'ютеру оператора (АРМ), який здійснює відображення на екрані мнемосхем технологічного процесу і збереження в особливих документах хід реального процесу, даючи змогу оператору контролювати процес і керувати ним.

Для спостереження за зміною процесу регулювання в реальному часі було створено 3 екранні форми: мнемосхема, регулювання і журнал аварій і попереджень.

На екрані мнемосхеми (рисунок 3) за допомогою графічних об'єктів, збережених у ресурсних

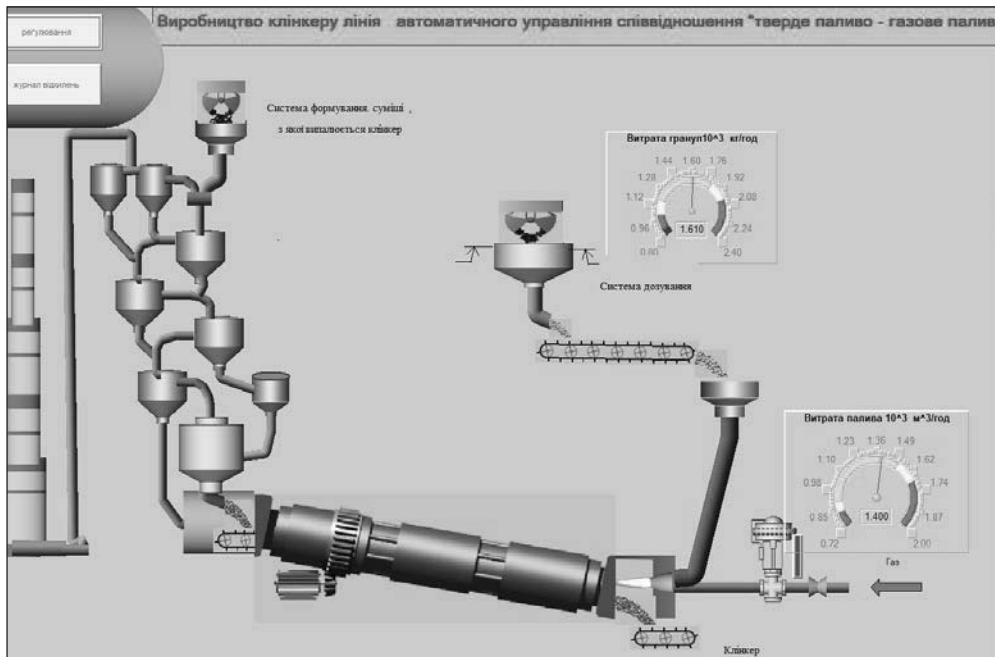


Рис. 3. Мнемосхема об'єкта автоматизації

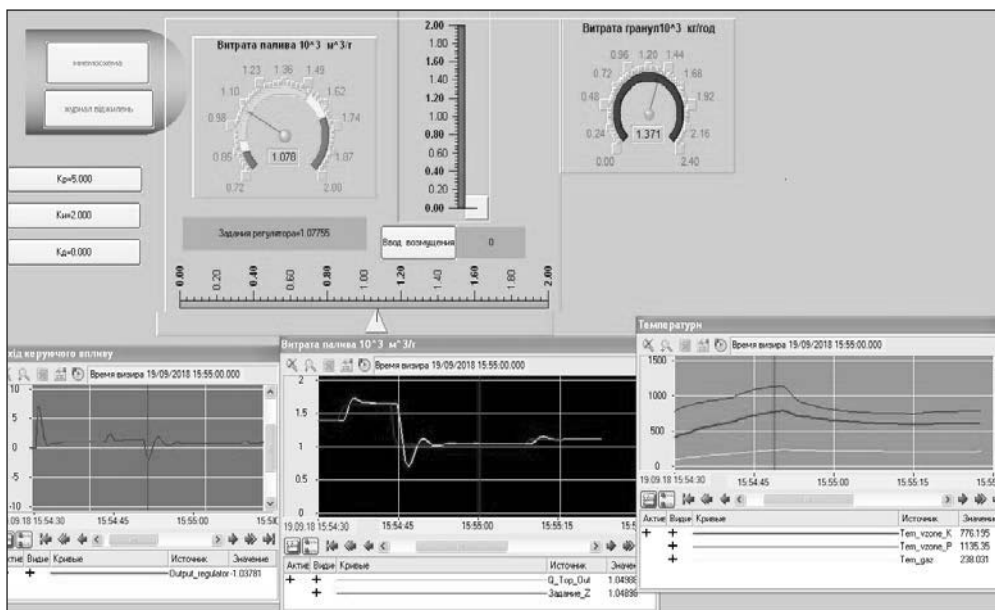


Рис. 4. Екранна форма Регулювання

бібліотеках, була створена анімація об'єкта управління. Два стрілочні прилади, які відповідають датчикам, що показують витрату газу і гранул, а також кнопки навігації, які дають змогу оператору здійснювати перехід між екранними формами.

На екранній формі Регулювання, яка показана на рисунку 4, зображуються тренди зміни температур у зонах печі, вихідний керуючий вплив на регулятор і витрата палива, а також інтерфейс, що дає змогу, крім здійснення навігації кнопками, ще

змінювати в реальному часі настройки регулятора палива, вводючи коефіцієнт посилення – пропорційний, інтегруючий і диференційний Кр, Ки, Кд, а також задавати збурення і завдання на регулятор палива.

Екранна форма журналу аварій і попереджень (рисунк 5) являє собою звіт тривоги щодо витрати палива. Звіт тривоги (ЗТ) – це текстовий файл (ASCII), у який заносяться повідомлення, генеровані в різних ситуаціях у роботі АСУ.

Время	Категория	Имя	Сообщение	Время копирования
19.09.2018 16:08:43	Q_Top_Out		Параметр в межах норми	
19.09.2018 16:08:42 W	Q_Top_Out		Перевід через ВГ границю!	
19.09.2018 16:08:33	Q_Top_Out		Параметр в межах норми	
19.09.2018 16:08:32 W	Q_Top_Out		Перевід через ВГ границю!	
19.09.2018 16:08:31 W	Q_Top_Out		Параметр в межах норми	
19.09.2018 16:08:30 W	Q_Top_Out		Перевід через ВГ границю!	
19.09.2018 15:54:01 W	Q_Top_Out		Перевід через ВГ границю!	
19.09.2018 15:54:00 E	Q_Top_Out		Вихід за верхню границю	
19.09.2018 15:54:00	Q_Top_Out		Параметр в межах норми	
19.09.2018 15:53:59 E	Q_Top_Out		Вихід за нижню границю	
18.09.2018 15:36:07	Lab_SACDA_3		STOP	
18.09.2018 15:34:55	Q_Top_Out		Параметр в межах норми	
18.09.2018 15:34:55 W	Q_Top_Out		Перевід через НГ границю!	
18.09.2018 15:34:22	Lab_SACDA_3		START	
18.09.2018 15:34:18	Lab_SACDA_3		STOP	
18.09.2018 15:32:50	Lab_SACDA_3		START	
18.09.2018 15:30:35	Lab_SACDA_3		STOP	
18.09.2018 15:29:25	Q_Top_Out		Параметр в межах норми	
18.09.2018 15:29:24 W	Q_Top_Out		Перевід через ВГ границю!	
18.09.2018 15:28:14	Q_Top_Out		Параметр в межах норми	
18.09.2018 15:28:13 W	Q_Top_Out		Перевід через ВГ границю!	
18.09.2018 15:28:05	Q_Top_Out		Параметр в межах норми	
18.09.2018 15:28:04 W	Q_Top_Out		Перевід через ВГ границю!	
18.09.2018 15:28:04 E	Q_Top_Out		Вихід за верхню границю	
18.09.2018 15:28:03 W	Q_Top_Out		Перевід через ВГ границю!	
18.09.2018 15:27:59	Q_Top_Out		Параметр в межах норми	
18.09.2018 15:27:59 W	Q_Top_Out		Перевід через ВГ границю!	

Рис. 5. Екранна форма Журнал аварій і попереджень

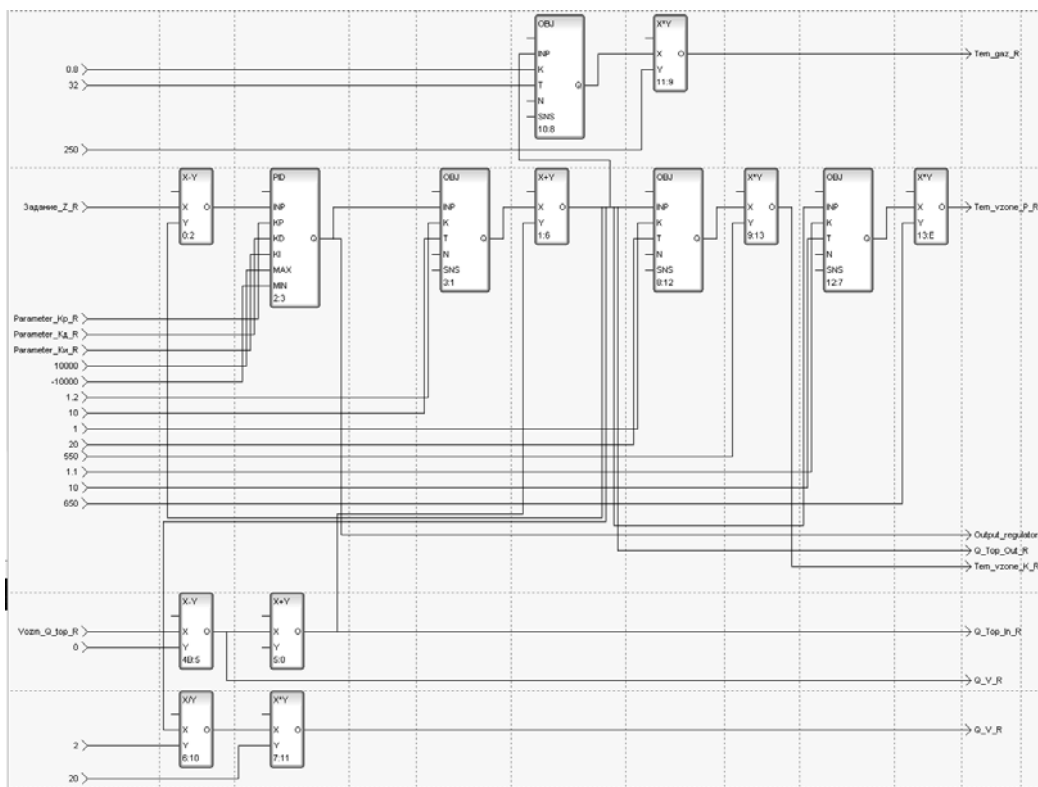


Рис. 6. Імітатор об'єкта на мові програмування FBD

З метою імітації роботи системи в проекті була створена імітаційна модель на мові програмування стандарту MEK 6-1131 / 3 техно – FBD.

У верхній частині (рисунок 6) блок OBJ 10:8, а також блоки 8:12 і 12:7 (інерційні ланки першого порядку) являють собою блоки, які імітують процес нагріву в зонах трубчастої печі.

Збурюючий вплив по паливу складається із блока 3:1. Вихідні змінні обох об'єктів під-

сумовуються в блоці X+Y й утворюють сигнал стосовно витрати «газ – гранули», що показано у нижній лівій частині рисунка. ПІД-регулятор процесу подачі палива реалізований у блоці 2:3.

Блоки також можуть мати сигнальні входи. На сигнальні входи подаються сигнали від попередніх за схемою блоків або від повзункових приладів. Вихідні сигнали подаються на наступні за

схемою блоки або виводяться на тренди екранів регулювання.

Використані в управлінні настройки регуляторів знаходяться за методами теорії автоматичного управління в інженерних розрахунках.

Висновки. Розроблена структурна схема АСУ ТП співвідношення «газ–гранули» на контролерах АДАМ 5000, а також створено програмне забез-

печення системи управління частковою заміною природного газу на тверде відновлювальне паливо, отримане із побутових відходів. Це програмне забезпечення створювалось у програмному комплексі SCADA Trace Mode, що дасть змогу оператору вести спостереження за допомогою зручних екранних форм і своєчасно вводити корективи відхилень технологічного процесу на рівні АСУ ТП.

Список літератури:

1. Дуда В. Цемент. Электрооборудование, автоматизация, хранение, транспортирование. / Сокр. пер. с англ. Р.Д. Айтмуратова.; под ред. Б.Э. Юдовича, И.А. Прозорова. Москва, 1987. 464 с.
2. Вихованко С.В, Вихованко В.С, Половінкіна Г.В «Цемент – Нові технології». Вісник ИСУП . 2009. № 2(22).
3. Блинов И.В. Системы диспетчерского управления и сбора данных (SCADA-системы). Мир компьютерной автоматизации. ДонНТУ, 1999. № 3. 42–59 с.
4. Лопатин А.Г. Методика разработки систем управления на базе SCADA-система Trace Mode / А.Г. Лопатин, П.А. Киреев. Новомосковск: РХТУ, 2007.112 с.

РАЗРАБОТКА В SCADA-СИСТЕМЕ ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ВВЕДЕНИЯ В ЦЕМЕНТНУЮ ПЕЧЬ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ТОПЛИВА, ПРОИЗВОДИМОГО ИЗ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ

В статье рассматривается вопрос создания программного обеспечения системы управления частичной заменой природного газа на твердое восстановительное топливо, полученное из бытовых отходов. Для наблюдения и своевременной коррекции отклонений технологического процесса на уровне АСУ ТП эффективно используется SCADA-система.

Ключевые слова: *вращающаяся печь, клинкер, человек-машинный интерфейс, имитационная модель, SCADA-система Trace Mode.*

DEVELOPMENT IN THE SCADA-SYSTEM OF IMITATION MODEL INTRODUCTION TO CEMENT FURNACE OF ADDITIONAL FUEL PRODUCED FROM DOMESTIC WASTE

The article deals with the problem of creating a software for managing the partial replacement of natural gas from solid renewable fuels derived from household waste. SCADA-systems are effectively used for monitoring and timely correction of technological process deviations at the level of control systems.

Key words: *rotary kiln, clinker, human-machine interface, simulation model, SCADA-system Trace Mode.*