Интернет-журнал «Наукovedение» ISSN 2223-5167 <http://naukovedenie.ru/>

Том 7, №1 (2015) <http://naukovedenie.ru/index.php?p=vol7-1>

URL статьи: <http://naukovedenie.ru/PDF/100TVN115.pdf>

DOI: 10.15862/100TVN115 (<http://dx.doi.org/10.15862/100TVN115>)

УДК 004.3

Богатиков Валерий Николаевич

ФГБОУ ВПО «Тверской государственный технический университет»

Россия, Тверь¹

Доктор технических наук, профессор

E-mail: vnbgtk@mail.ru

Браун-Аквей Виллиам

ФГБОУ ВПО «Тверской государственный технический университет»

Россия, Тверь

Аспирант

Ганский университет технологии

Преподаватель

E-mail: wbrownacquaye@hotmail.com

Форгор Лемпого

ФГБОУ ВПО «Тверской государственный технический университет»

Россия, Тверь

Аспирант

Ганский университет технологии

Преподаватель

E-mail: forlempto@yahoo.co.nz

Аппаратное и программное обеспечения для системы управления технологическим процессом измельчения

¹ Тверского государственного технического университета, Проспект Ленина, дом 25, город Тверь

Аннотация. В этой статье мы рассматривали аппаратное и программное обеспечение системы управления технологическим процессом измельчения. Для повышения производительности агрегатов измельчения цементного клинкера, работающих в замкнутом цикле, была создана автоматизированная система оптимизации управления с помощью метода управления с прогнозирующими моделями. В статье описана стратегия управления контуром измельчения на основе управления с прогнозирующими моделями (УПМ) с использованием результатов моделирования, и предлагаются модели и функциональная структура адаптивной системы управления технологическим процессом на основе управления с прогнозирующими моделями. При выборе элементной базы учитывалась возможность максимального использования элементной базы действующей автоматизированной системы управления технологическим процессом измельчения. Выбран и обоснован программируемый контроллер Simatic S7-300, предназначенный для построения систем автоматизации низкой и средней степени сложности, и описаны основные особенности данного контроллера. Описано также программное обеспечение Step 7 фирмы Siemens для разработки систем автоматизации на основе программируемых логических контроллеров Simatic S7-300. Рассмотрена система управления процессом измельчения СЕМАТ, которая была специально разработана для цементной промышленности и на протяжении многих лет успешно применяется на многих цементных предприятиях мира.

Ключевые слова: автоматизированная система управления; управление с прогнозирующими моделями; контур помола цемента; алгоритм; моделирование; регулятор; аппаратное и программное обеспечения.

Ссылка для цитирования этой статьи:

Богатиков В.Н., Браун-Аквей Виллиам, Форгор Лемпого Аппаратное и программное обеспечения для системы управления технологическим процессом измельчения // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» Том 7, №1 (2015) <http://naukovedenie.ru/PDF/100TVN115.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ. DOI: 10.15862/100TVN115

Процесс измельчения является одним из наиболее энергоемких технологических циклов, поэтому актуальным является снижение затрат этого процесса путем создания АСУ. Автоматизированная система управления технологическим процессом это группа решений технических и программных средств, предназначенных для автоматизации управления технологическим оборудованием на промышленных предприятиях.

Актуальность темы исследования обусловлена необходимостью постоянного повышения качества и эффективности процессов измельчения [1,2,4]. Учитывая высокую энергоемкость процессов измельчения, необходимо стремиться к повышению их эффективности путем совершенствования методов управления, технологии и техники измельчения. Указанные факты обуславливают необходимость решения актуальной задачи, состоящей в разработке системы управления для оптимизации процесса управления измельчением на цементном предприятии.

Наиболее эффективными системами управления процессами измельчения клинкера являются адаптивные системы [4,5, 9]. В них принцип управления основан на включении математической модели объекта в контур управления и определении управляющих воздействий по прогнозу в реальном времени результатов процесса. Для реализации этих систем необходима разработка динамических моделей управляемых процессов, которая осуществляется с помощью процедуры их идентификации.

Целью создания автоматизированной системы оптимизации управления процессом измельчения цементного клинкера в шаровой мельнице является информационное, техническое, математическое и программное обеспечение автоматизированной системы оптимизации управления процессом измельчения, включающие математические модели процесса измельчения цементного клинкера в шаровых мельницах и метод формализации задачи оптимального управления с целью повышения производительности в замкнутых циклах [2].

Автоматизированная система управления технологическим процессом измельчения

Назначение системы состоит в моделировании схемы измельчения цемента, путем моделирования отношений между несколькими входными и выходными переменными для обеспечения эффективного механизма управления, который предполагает разработку нового регулятора [1,3].

Модель объекта управления прогнозирует гранулометрический состав готового продукта измельчения используя показаний технологических датчиков (датчик производительности конвейера-питателя мельницы, датчик крупности исходной руды) и данным экспресс анализа крупности и твердости клинкера.

По результатам прогнозной модели объекта управления рассчитывается удельная производительность единицы для определения размера класса. Оценочный модуль получает технологических параметров и использует их для оценки текущего состояния процесса.

Оптимизация проводится программного управления в блоке оценки состояния. Целью оптимизации является минимизации расхождения между прогнозируемым и фактическим выходами и учитывается все ограничений, наложенных на управляющие и регулируемые переменные [11,14]. Задача оптимального управления состоит в нахождении заданного расхода для конвейера из данного класса управляющего воздействия, которая обеспечивает достижение цели достижение желаемого качества продукта. Вектор управления формирует и задаются в локальных контурах регулирования (ЛКР) соответствующих управляющих параметров процесса

Сепаратор
Гидроциклон ГЦ-1400

Цемент

лифт

мельница

Конвейер-питатель
1КП-24КП

Измеренные
выходы

Поток материала

Мелкозернистость

Нагрузка лифта

Скорость загрузки сырья

Скорость сепаратора

Заданное значение

Регулятор

Управляющие воздействия

Датчики

Модель технологического процесса измельчения

оценочный модуль

Модель системы управления УПИМ

Рис. 1. Функциональная схема автоматизированной системы управления технологическим процессом измельчения

Измерение гранулометрической характеристики готового продукта выполнялось онлайн-анализаторами (данные непрерывной выборки). Основной стратегией управления цементным заводом является управление гранулометрической характеристикой готового продукта измельчения (по Блейну) и производительностью агрегата по готовому продукту измельчения, с помощью управления производительностью конвейера-питателя и управления скоростью вращения классификатора.

Элементная база системы управления технологическим процессом измельчения

При выборе элементной базы учитывалась возможность максимального использования элементной базы действующей автоматизированной системы управления технологическим процессом измельчения.

Рис. 2. Распределенная система управления для схемы измельчения

Элементная база системы управления технологическим процессом измельчения представлена на рис. 2 и состоит из технологического контроллера Simatic S7-300, сервера (аппаратное обеспечение) и монитора конфигурации параметров. Simatic S7-300 -это название системы автоматизации, который был разработан немецкой компанией Siemens. Контроллер Simatic s7-300 является проектно-компонуемым изделием, состав которого определяется при заказе. Контроллер состоит из базовой части и модулей ввода-вывода. Базовая часть контроллера состоит из корпуса, блока питания, процессорного модуля и модуля индикации.

Рис. 3. Программируемый логический контроллер Simatic S7-300

Основные особенности контроллера являются его модульная конструкция, возможность использования локальных и распределенных ввод-вывода и возможности для использования сетей связи, таких как MPI, Profibus Industrial Ethernet / PROFINET, AS-я, BACnet, Modbus TCP;

Контроллер также имеет поддержку функций уровня операционной системы, которые обеспечивают в режиме реального времени также поддержка аппаратных прерываний на уровне системы эксплуатации, а также аппаратных и программных ошибок;

Основные модули, используемые в контроллерах являются:

Источники питания (PS)-Контроллер работает от сети переменного тока частотой 50/60 Гц, напряжением 85-264 В. Потребляемая мощность 60 Вт. Внутри контроллера действует одно напряжение +5В, все модули контроллера рассчитаны на работу с этим напряжением. В блоке питания есть напряжения 12В, предназначенное для подключения внешних накопителей.

- центральные процессоры (CPU), отличающиеся производительностью, объемом памяти, наличием встроенных входов-выходов и специальных функций, встроенными коммуникационными интерфейсами и многие другие. Исходя из поставленной задачи, решается вопрос о количестве процессоров, которые будут применяться в модуле. Если задача поставлена сложная, то в состав ПЛК может входить до 20 разнообразных процессоров. Процессоры S7, 300 имеют несколько замечательными качествами, и это можно увидеть в его быстродействии и производительности, а также возможность использования микрокарт памяти ММС емкостью до 8 Мб и поддержкой большого числа активных коммуникационных соединений. Он работает без резервного питания;
- сигнальные модули (Модули ввода-вывода) предназначены для ввода, вывода, преобразования и гальванической изоляции сигналов управления объектом. Многие из этих модулей имеют различные варианты исполнения, позволяющие подобрать конфигурацию ввода-вывода максимально удобную для решения конкретной задачи.
- функциональные модули (FM)- позволяют разгрузить центральный процессор из-за недостаточного быстродействия. «Умные» части устройства в своей структуре имеют микропроцессор и применяются для решения задач определения массы, авторегулировки, определения позиции, быстрого подсчета, контроля над передвижением и прочих. Несколько функциональных модулей успешно справятся с возложенными на них функциями, и стоит заметить, даже при полной остановке ЦП.

Главной утилитой является Step 7 — Simatic Manager, которая позволяет производить конфигурацию ПЛК и сетей (утилиты HWConfig и NetPro).

Рис. 4. Программный продукт Step 7 — Simatic Manager

Step 7 - программное обеспечение для программирования программируемых логических контроллеров (ПЛК) семейства SIMATIC S7 Сименс АГ и преемник Step 5 для контроллера SIMATIC S7-300. Step 7 используются для разработки и обслуживанию систем автоматизации на основе программируемых логических контроллеров Simatic S7-300/S7-400/M7/C7 и WinAC

С множеством удобных в использовании функций STEP 7 программное обеспечение значительно повышает эффективность всех задач автоматизации. Он используется для настройки оборудования, налаживание коммуникаций, программирование, тестирование, ввод в эксплуатацию и обслуживание, документация и архивация, или оперативной и/или диагностические функции.

Панель оператора и визуализация работы проводилась с использованием ПО СЕМАТ. СЕМАТ является система управления, специально предназначенные для цементных заводов и используется на протяжении многих лет. Система хорошо принята в цементной промышленности, а число пользователей СЕМАТ постоянно растет. Siemens разработала систему управления СЕМАТ от их ноу-хау в области производства цемента, установленном вместе со многими производителями цемента во всем мире.

Рис. 5. Функционально программный пакет CEMAT для цементной промышленности

Платформа CEMAT интегрируется в систему управления процессом SIMATIC PCS 7. Некоторые из уникальных особенностей CEMAT на основе SIMATIC PCS 7 являются: основные особенности этой ПО перечислены ниже, и включают в себя

- Легкий и быстрый инжиниринг с заданными модулями CEMAT
- Проверенное программное обеспечение характерно для конкретных требований в цементной промышленности
- Чутким руководством инженера во время программирования позволяет избежать путаницу программного обеспечения
- Очень низкая вероятность ошибок программирования и из-за стандартных интерфейсов между модулями ПО
- Быстрый ввод в эксплуатацию благодаря высокому качеству программного обеспечения
- Простота в обращении для оператора из-за самоуправления объяснения стандартных лицевых панелей
- Быстрый поиск неисправностей из-за подробным указанием неисправности с достоверности логики высокой производительности
- Нет необоснованное начало приводов или групп из-за подробный отчет о состоянии до любого начала
- Встроенный управлению активами - для инновационных стратегий обслуживания
- Эксплуатации и мониторинга процесса легко через Интернет / Интранет.

Для анализа сухих потоков использовали лазерный гранулометр Insitex для промышленной эксплуатации.

Выводы

В этой статье мы рассматривали аппаратное и программное обеспечение системы управления технологическим процессом измельчения. Предложена модель и алгоритмы автоматизированной системы управления технологическим процессом измельчения которая базируется на управления с прогнозирующими моделями и описана стратегия управления контуром измельчения. Выбран и обоснован программируемый контроллер Simatic S7-300, предназначенный для построения систем автоматизации низкой и средней степени сложности, и описаны основные особенности данного контроллера. Описано также программное обеспечение Step 7 фирмы Siemens для разработки систем автоматизации на основе программируемых логических контроллеров Simatic S7-300. Рассмотрена система управления процессом измельчения СЕМАТ, которая была специально разработана для цементной промышленности и на протяжении многих лет успешно применяется на многих цементных предприятиях мира

ЛИТЕРАТУРА

1. В. Браун-Аквей, Разработка программного обеспечения для управления контуром помола / А. Н. Чохонелидзе, Ф. Лемпого, В. Браун-Аквей / Интернет-журнал «Науковедение», 2014 №3 (22) 2014 [Электронный ресурс]-М. Науковедение, 2014. Режим доступа: <http://naukovedenie.ru/sbornik22/66TVN314.pdf>, свободный.–Загл. с экрана. - Яз. рус., англ.
2. W. Brown-Acquaue Analysis of cement production process and review of control strategies and methods [Электронный ресурс] / А. N. Chokhonelidze, F. Lempogo, W. Brown-Acquaue, // Интернет-журнал «Науковедение», 2014. – №2 (24). Режим доступа: <http://naukovedenie.ru/sbornik24/26TAVN514.pdf>, свободный. – Загл. с экрана. – яз. рус., англ.
3. В. Браун-Аквей, Разработка матричной модели замкнутой схемы измельчения / А. Н. Чохонелидзе, Ф. Лемпого, В. Браун-Аквей / Интернет-журнал «Науковедение», 2014 №3 (22) 2014 [Электронный ресурс]-М.: Науковедение, 2014. Режим доступа: <http://naukovedenie.ru/sbornik22/77TVN514.pdf>, свободный. – Загл. с экрана. - Яз. рус., англ.
4. Олейников В.А., Тихонов О.Н. Автоматическое управление технологическими процессами в обогащательной промышленности. – Л.: Недра, 1966. – 356 с.
5. Рей У. Методы управления технологическими процессами. – М.: Мир, 1983. – 368 с.
6. Советов Б.Я., Яковлев С.А. Моделирование систем. – М.: Высшая школа, 2001. – 343 с.
7. Оптимизация технологии и управления измельчения на одной секции АНОФ-2: Отчет о НИР / ЛГИ; Руководитель О.Н. Тихонов. – Л., 1983. – 42 с.
8. Внедрение системы автоматического управления циклом измельчения I очереди АНОФ-2: Отчет о НИР/ ЦЛ ПО «Апатит»; Руководитель Г.Е. Златорунская. – Апа-титы, 1988. – 104 с.
9. Линч А.Дж. Циклы дробления и измельчения. Моделирование, оптимизация, проектирование и управление: М., Недра, 1981, 243 с.
10. Морозов Е.Ф. Моделирование замкнутого цикла измельчения с классификацией в г1.
11. Boulvin, Renotte, V. Wouwer, Remy, Tarasiewicz, and César (1999). Modeling, simulation and evaluation of control loops for a cement grinding process. European Journal of Control, 5, 10_18.
12. Magni, B. G, and W. V (1999). Multivariable nonlinear predictive control of cement mills. IEEE. Transactions on Control System Technologies, vol 7, 502508.
13. V. Van Breusegen, L. Chen, V. Werbrouck, G. Bastin, and V. Wertz, “Multivariable linear quadratic control of a cement mill: An industrial application,” Contr. Eng. Practice, vol. 2, pp. 605–611, 1994.
14. Веремей Е.И., Еремеев В.В., Сотникова М.В. "Пособие "Model Predictive Control Toolbox".

Рецензент: Матвеев Ю. Н., Профессор кафедры электронных вычислительных машин Тверского государственного технического университета, доктор технических наук.

Bogatikov Valery Nikolayevich

Tver State Technical University
Russia, Tver
E-mail: vnbgtk@mail.ru

William Brown-Acquaye

Tver state technical university
Russia, Tver
Ghana technology university
E-mail: wbrownacquaye@hotmail.com

Forgor Lempogo

Tver state technical university
Russia, Tver
Ghana technology university
E-mail: forlempo@yahoo.co.nz

Hardware and software for the control system of technological process of grinding

Abstract: In this article, we will look at hardware and software tools for an automated control system of grinding process. To improve the performance of cement clinker grinding units operating in a closed circuit, an automated control system was created to optimize the management using model predictive control (MPC). We considered a management strategy for the grinding circuit based on model predictive control using the simulation results and we present a model, algorithm and functional structure of the adaptive process control system based on predictive control. When selecting the element base we took into account the possibility of maximizing the use of the element base current automated process control system of grinding. We selected and justified the Simatic S7-300 programmable controller, designed for building automation systems of low and medium complexity and described the main features of the controller: The software Step 7 from Siemens for the development of automation systems based on programmable logic controllers Simatic S7-300 are also described. Process Control System grinding CEMAT, which was specifically developed for the cement industry and for many years has been used successfully in many cement companies in the world, is also described.

Keywords: cement grinding circuit; model; industrial processes; simulation automated control system; model predictive control; hardware and software.

REFERENCES

1. V. Braun-Akvey, Razrabotka programmnogo obespecheniya dlya upravleniya konturom pomola / A. N. Chokhonelidze, F. Lempogo, V. Braun-Akvey / Internet-zhurnal «Naukovedenie», 2014 №3 (22) 2014 [Elektronnyy resurs]-M. Naukovedenie, 2014. Rezhim dostupa: <http://naukovedenie.ru/sbornik22/66TVN314.pdf>, svobodnyy.–Zagl. s ekrana. - Yaz. rus., angl.
2. W. Brown-Acquaye Analysis of cement production process and review of control strategies and methods [Elektronnyy resurs] / A. N. Chokhonelidze, F. Lempogo, W. Brown-Acquaye, // Internet-zhurnal «Naukovedenie», 2014. – №2 (24). Rezhim dostupa: <http://naukovedenie.ru/sbornik24/26TAVN514.pdf>, svobodnyy. – Zagl. s ekrana. – yaz. rus., angl.
3. V. Braun-Akvey, Razrabotka matrichnoy modeli zamknutoy skhemy izmel'cheniya / A. N. Chokhonelidze, F. Lempogo, V. Braun-Akvey / Internet-zhurnal «Naukovedenie», 2014 №3 (22) 2014 [Elektronnyy resurs]-M.: Naukovedenie, 2014. Rezhim dostupa: <http://naukovedenie.ru/sbornik22/77TVN514.pdf>, svobodnyy. – Zagl. s ekrana. - Yaz. rus., angl.
4. Oleynikov V.A., Tikhonov O.N. Avtomaticheskoe upravlenie tekhnologicheskimi protsessami v obogatitel'noy promyshlennosti. – L.: Nedra, 1966. – 356 s.
5. Rey U. Metody upravleniya tekhnologicheskimi protsessami. – M.: Mir, 1983. – 368 s.
6. Sovetov B.Ya., Yakovlev S.A. Modelirovanie sistem. – M.: Vysshaya shkola, 2001. – 343 s.
7. Optimizatsiya tekhnologii i upravleniya izmel'cheniya na odnoy seksii ANOF-2: Otchet o NIR / LGI; Rukovoditel' O.N. Tikhonov. – L., 1983. – 42 s.
8. Vnedrenie sistemy avtomaticheskogo upravleniya tsiklom izmel'cheniya I ocheredi ANOF-2: Otchet o NIR/ TsL PO «Apatit»; Rukovoditel' G.E. Zlatorunskaya. – Apatity, 1988. – 104 s.
9. Linch A.Dzh. Tsikly drobleniya i izmel'cheniya. Modelirovanie, optimizatsiya, proektirovanie i upravlenie: M., Nedra, 1981, 243 s.
10. Morozov E.F. Modelirovanie zamknutogo tsikla izmel'cheniya s klassifikatsiey v gl.
11. Boulvin, Renotte, V. Wouwer, Remy, Tarasiewicz, and César (1999). Modeling, simulation and evaluation of control loops for a cement grinding process. European Journal of Control, 5, 10_18.
12. Magni, B. G, and W. V (1999). Multivariable nonlinear predictive control of cement mills. IEEE. Transactions on Control System Technologies, vol 7, 502508.
13. V. Van Breusegen, L. Chen, V. Werbrouck, G. Bastin, and V. Wertz, “Multivariable linear quadratic control of a cement mill: An industrial application,” Contr. Eng. Practice, vol. 2, pp. 605–611, 1994.
14. Veremey E.I., Ereemeev V.V., Sotnikova M.V. "Posobie "Model Predictive Control Toolbox".