

МАТЕРИАЛЫ УРАЛЬСКОЙ ГОРНОПРОМЫШЛЕННОЙ ДЕКАДЫ

4-14 апреля 2005 г.

КОМПЬЮТЕРНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ СРЕДСТВ ОТЛАДКИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

СУРИН А. А.

Уральский государственный горный университет

Эффективность автоматизированной информационной системы (АИС) для промышленных объектов напрямую зависит от качества ее программной реализации. О качестве программного обеспечения (ПО) можно судить по числу допущенных ошибок определенных категорий, приводящих к аварийному завершению программы; неудобству пользовательского интерфейса; более низкой эффективности системы по сравнению с ожидаемой пользователем и низкой производительностью ПО.

Неправильное использование ПО ресурсов компьютера (файл, память, соединение с БД и т. д.), является основной причиной аварийных завершений программы и как следствие возможных разрушений данных. Ошибки такого рода являются самыми опасными, так как предсказать их последствия, и периодичность появления невозможно. Правильно управлять ресурсами – сложная задача. Для снижения вероятностью появления этих фатальных ошибок предлагается использовать платформу *Microsoft NetFramework*, в которой для решения и упрощения подобных проблем создан механизм сбора мусора, корректно освобождающий ресурсы системы, что положительно сказывается на качестве ПО.

Частично избежать не фатальных ошибок, не вызывающих сбоев в работе операционной системы, но нарушающих функциональность, можно на этапе проектирования. Однако ошибки этих категорий могут появиться в ходе развития системы. Основная проблема в этом случае состоит в том, что первоначально хорошо спроектированная система по мере добавления новой функциональности постепенно утрачивает свою структуру.

Для минимизации возможных последствий изменения кода на заключительных этапах разработки необходимо помимо планирования процесса разработки системы планировать и процесс отладки.

Так для облегчения процесса отладки ПО должны быть использованы:

- специальные утилиты проверки работы используемых типов, внутренних структур;
- тестовые программы;
- средства трассировки и протоколирования;
- средства тщательного документирования исходного кода.

При разработке ПО в условиях изменяющейся функциональности программист должен использовать модульное тестирование. Модульный тест – это фрагмент кода, который управляет выполнением основной программы и служит для проведения тестирования по типу "белого ящика". Такое тестирование позволяет удостовериться, что все основные операции программы правильно функционируют. Так как такие тесты пишутся параллельно разработке программы, они дают уверенность в том, что программа функционирует правильно при внесении любых изменений. Каждый раз, когда вносятся какие-либо изменения, перезапускается модульный тест и осуществляется очередная проверка. Тестирование в процессе кодирования подразумевает уменьшение времени на отладку, а, следовательно, ПО создается быстрее. Для *Microsoft NetFramework* уже существует мощная библиотека модульного тестирования с открытым кодом под названием *NUnit* (<http://www.nunit.org>).

Когда разработанное ПО устанавливается на компьютеры заказчика, необходимы средства трассировки, преимуществом в использовании которых является протоколирование работы программы без осуществления доступа к исходным кодам. Для ведения протокола работы программы можно использовать библиотеку с открытым кодом *log4net* (находится по адресу в интернете <http://logging.apache.org/log4net>). Объектами *log4net* легко управлять снаружи приложения при помощи конфигурационного файла без перекомпиляции кода программы, точно также протоколирование можно вообще отключить без вмешательства в код ПО.

Для повышения качества ПО необходимо тщательное документирование исходного кода. Единственный способ сделать код сопровождаемым – это комментировать его и создавать программную документацию. При использовании языка C# (один из языков позволяющих разрабатывать программы на платформе *Microsoft NetFramework*) очень удобно использовать комментарии XML документации. Комментарии такого типа поддерживаются прямо в коде в виде XML тэгов. При дальнейшей обработке, например, при помощи библиотеки *NDoc* (<http://ndoc.sourceforge.net>), возможно создание полной программной документации всего разрабатываемого программного обеспечения.

Использование платформы *Microsoft NetFramework* с перечисленными библиотеками средств отладки помогает создавать качественные и легко сопровождаемые автоматизированные информационные системы для промышленных объектов.

ФОРМИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ЗНАНИЙ ОБ ОБЪЕКТЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ (НА ПРИМЕРЕ ОПИСАНИЯ ГЕОТЕХНОГЕННОГО ОБЪЕКТА)

КАРАКОЦКАЯ И. А.

Уральский государственный горный университет

К геотехногенным относятся геологические объекты, преобразованные технологическими методами в соответствии с заданной целью.

Построение эффективных систем поддержки принятия решений по строительству, эксплуатации и развитию таких объектов предполагает интеграцию результатов наблюдений с имеющимися знаниями об объекте, представленными, например, в виде семантической сети, объединяющей алгоритмические, структурные и продукционные знания. Основой здесь являются алгоритмические знания, представленные в виде снабженной спецификациями библиотеки подпрограмм (п/п), работающих над полем структурированных данных. В спецификации включаются сведения о языке программирования, имени и назначении п/п, списки формальных параметров, типе, семантике, способе передачи параметров и т.д.

Структурные знания представляют собой систему согласованных объектов, в качестве которых выступают параметры и операции предметной области (ПО). Параметр ПО – это существенная с точки зрения исследователя характеристика ПО, изображаемая в виде некоторой структуры данных, допускающей заданное множество значений. Под операцией понимается такое отношение между двумя подмножествами параметров ПО, которое отражает возможность вычисления по определенному алгоритму параметров одного подмножества по известным значениям параметров другого подмножества.

Слоем продукционных знаний устанавливаются связи вида $P: L \rightarrow F$, где P – имя продукции, L – логическая операция, описывающие условие, которое необходимо для выполнения операции F . Вместо описания операций L и F используются ссылки на соответствующие объекты ПО.

Существующие в языке C++ средства для спецификации функций (заголовки/прототипы функций) обладают набором возможностей для представления алгоритмических знаний на минимальном уровне.

Множество базисных операций и параметров составляют ту понятийную основу, в терминах которой выполняется постановка любой конкретной задачи и разрабатывается план ее решения.

Любая конкретная задача, решаемая в рамках данной ПО, направлена на выяснение существующей ситуации; разработку мероприятий, направленных на преодоление негативных факторов, и оценку результатов этих мероприятий.

Основными объектами исследования являются многокомпонентные структуры, включающие в себя твердую, жидкую и газообразную фазы, упорядоченные в пространстве и времени. Свойства структурных элементов определяются целью решаемой задачи. Это может быть, например, химический состав, сопротивляемость проникающему потоку (проводимость, проницаемость и т. д.)

Понятие "состояние объекта" определенным образом обобщает понятия "иерархия" и "структура". Так, по определению Г. К. Бондарика, "состояние геологической среды – совокупность показателей, характеризующих ее структуру и свойства, которые определяют ее поведение"

Изменения объектов происходит под действием процессов, связанных с внешними воздействиями и направленными на достижение системой равновесия. Любая природная или техногенная система развивается, квазиравновесно переходя из одного состояния в другое и не возвращаясь в исходное состояние. При этом меняется и ее структура.

В силу этого геотехногенный объект можно представить конечным набором элементарных динамических систем, связанных между собой определенной структурой. В частном случае эволюция каждой из этих систем может осуществляться независимо от остальных и определяется начальным состоянием $X(0)$ и значением набора параметров. В этих условиях равновесное состояние системы определяется равновесными состояниями элементарных систем.

Наличие взаимосвязей между элементарными системами порождает новую динамическую систему.

Системообразующими являются технологические, геомеханические, экологические связи (последние, в частности, могут определяться наличием отходов производства, являющихся как источниками загрязнения природной среды, так и вторичными материальными ресурсами) или их комбинации.

Описание геотехногенного объекта должно включать в себя характеристики его функционирования и развития.

Под функционированием мы будем понимать процессы, происходящие в системе, стабильно реализующей фиксированную цель.

Развитие (эволюция) предполагает изменение целей системы, что влечет за собой изменение существующей структуры, как не соответствующей новой цели.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ КАЧЕСТВЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК АГЛОМЕРАТА

КАТАЕВ Р. Л.

Уральский государственный горный университет

Агломерация – высокотемпературный самораспространяющийся процесс окускования дисперсных шихт, содержащих горючие компоненты. Качество агломерата характеризуется целым набором различных характеристик: химический состав (Fe , FeO , CaO , SiO_2 , MgO , C , S и т. д.), фракционный состав, физико-механические свойства (прочность, истираемость и др.).

Формирование спека (агломерата) определяется не только горением твердого топлива, но и совокупностью физико-химических процессов, протекающих в слое – это удаление влаги, диссоциация флюсового материала, окислительно-восстановительные реакции, расплавление и кристаллизация фаз, представляющих готовый агломерат. Кроме того, агломерационный процесс характеризуется наличием нескольких рециклов (материальных потоков возвратных продуктов, смешиваемых с исходным сырьем) с переменными запаздываниями и мощностями, которые оказывают влияние на процесс и качественные характеристики продукта. Существующие же в условиях отечественных производств регламенты и системы контроля, отражающие качественные характеристики материальных потоков с запаздываниями от 2 до 8 ч, дополнительно снижают возможности оперативного управления процессом. Такие особенности агломерации являются существенными предпосылками для организации системы прогнозирования качественных характеристик агломерата.

Подход к прогнозу отдельных характеристик агломерата должен учитывать уравнения кинетики процесса, динамические характеристики и статистические взаимосвязи объекта управления.

Процедура прогноза основности агломерата, базирующаяся на детерминированной балансовой модели (1) с корректирующей статистической моделью, учитывающей неконтролируемые параметры, позволяет получить адекватные результаты.

$$\frac{\sum_i CaO^i \cdot m_i}{SiO_2^i \cdot m_i} = M^{агл}, \quad (1)$$

где m_i – удельные расходы компонентов шихты (концентратов, флюса, топлива, добавок), т/т агломерата; CaO^i , SiO_2^i – содержание соответствующих соединений в компонентах шихты, т/т; $M^{агл}$ – основность агломерата, отн. ед.

Использование уравнения материального баланса процесса агломерации позволяет получить эффективный прогноз

$$\sum_i m_i - \Delta_1 - \Delta_2 = 1, \quad (2)$$

где Δ_1 – потери массы шихты в результате выгорания углерода, серы, удаления газом гидратной влаги, CO_2 , карбонатов, т/т; Δ_2 – изменение массы шихты в результате окисления (+) или восстановления (–) оксидов железа, т/т.

Это, прежде всего, связано с наличием неопределенностей в (2) при расчете изменений масс Δ_1 и Δ_2 (расчет основан на тепловом балансе процесса) и параметров модели, полученных методами статистики (например, доля выгорания углерода шихты до CO и CO_2). В то же время, использование статистических взаимосвязей в процессе и информации относительно частотных характеристик рециклов для построения модели прогноза позволили получить хорошие результаты.

Таким образом, уравнения кинетики и механизмы влияния на выходные параметры определяют различие в подходах к прогнозированию различных характеристик, от которых в конечном итоге зависит адекватность модели.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ С УЧЕТОМ МОДЕЛИ ИЗНОСА МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

ОСНОВИН А. В.

Уральский государственный горный университет

Одним из решающих факторов, определяющих конкурентоспособность машиностроительного оборудования, является его эксплуатационная надежность, которая обусловлена соответствием оборудования его использованию, порядком и способом оперативного применения и обслуживания, квалификацией персонала, возможностью ремонта различных деталей, факторами окружающей среды.

Необходимость мониторинга состояния технологического оборудования (ТО) очевидна, т. к., во-первых, именно состояние определяет его технологические возможности в каждый момент времени на протяжении периода эксплуатации, которые снижаются, вследствие износа. Во-вторых, учет важен, т. к. ТО нуждается в техническом (эксплуатационном и ремонтном) обслуживании, соответствующем в каждый момент времени его состоянию, потребностям. Потребности же непрерывно возрастают по той же причине – вследствие износа. И в-третьих, учет важен, т. к. с течением времени, по мере и вследствие износа ТО, их технологические показатели функционирования неизбежно снижаются, а уровень требований производства к показателям технологического процесса остается прежним – высоким. Образующееся естественное их расхождение следует понимать и учитывать.

Таким образом, функционирующее ТО с течением времени:

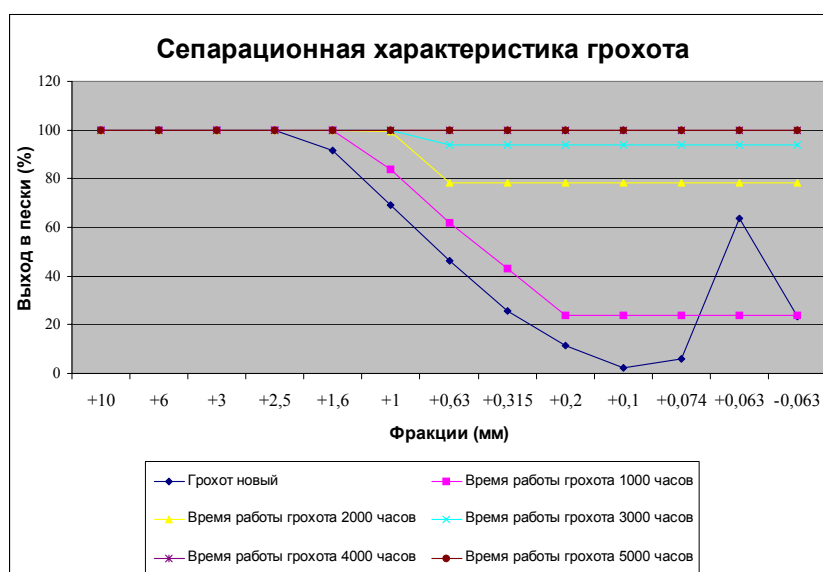
- 1) все в меньшей степени допустимо нагружать,
- 2) все в большей степени необходимо обслуживать,
- 3) все менее высокие технологические показатели работы в состоянии обеспечить.

Состояние ТО формально определяется состоянием наиболее изношенного элемента из числа важных элементов (при отказе каждого из которых ТО не может функционировать с удовлетворительными технологическими показателями).

Выполнение функции мониторинга требует интеграции информации о работе оборудования, получаемой из различных источников, включающих в себя:

- эксплуатационную документацию;
- результаты контроля состояния оборудования, получаемые в процессе функционирования автоматизированных систем управления технологическими процессами;
- результаты исследований механических, тепловых и электрических нагрузок, возникающих в механизмах в процессе эксплуатации;
- результаты моделирования процессов износа оборудования.

В качестве примера рассмотрена методика, используемая при прогнозировании величины износа поверхности сит вибрационных грохотов, применяемых на металлургических заводах для отсева агломерата и кокса. Изменение сепарационной характеристики в зависимости от степени износа сит грохота представлено на рис.



Изменение сепарационной характеристики в зависимости от степени износа

АНАЛИТИКО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ МОДЕЛИ ПРОЦЕССА СПЕКАНИЯ АГЛОМЕРАЦИОННОЙ ШИХТЫ

ИВАНОВ А. С.

Уральский государственный горный университет

Трудности автоматизации технологических объектов черной металлургии связаны с их динамикой, многомерностью, действием неконтролируемых возмущений, запаздыванием результатов измерений, недостаточной изученностью протекающих физических процессов. Применение традиционных методов автоматического управления в таких условиях может оказаться малоэффективным. Поэтому для создания системы управления таким объектом как агломерационная машина, необходимо создание математической модели, адекватно отражающей процессы, происходящие в агломерационной машине в каждый момент времени.

На настоящий момент существует много математических описаний процесса спекания агломерационной шихты, построенных на основании законов сохранения и уравнений кинетики процесса спекания. Однако эти математические описания плохо применимы для использования в качестве информационной части в АСУ агломерационного производства, так как они используют ряд трудно идентифицируемых параметров и констант, которые невозможно определить в производственных условиях с достаточной для расчетов точностью и скоростью.

Например, достаточно просто отследить влажность шихты путем измерения влажности на конвейере перед агломерационной машиной при помощи инфракрасного влагомера. Также просто измерить влажность газов, входящих в слой шихты и выходящих из него. Таким образом, можно в производственных условиях составить материальный баланс по воде. Но по углероду этого сделать нельзя, так как для получения данных о доле углерода в шихте, реакционной способности и зольности кокса необходимо провести химический анализ шихты, что занимает продолжительное время. Химический анализ проводится с низкой частотой, что является еще одним фактором, препятствующим использованию получаемой информации для идентификации текущего состояния процесса.

Необходима разработка упрощенных моделей, отражающих процесс спекания с необходимыми для производственных целей точностью и детализацией. Такие модели должны основываться на информации, которая может быть получена в условиях реального технологического процесса с необходимой точностью и частотой. Модель должна включать в себя уравнения материального и теплового баланса, а также уравнения химических преобразований, только для тех компонентов шихты и газов, которые возможно идентифицировать в ходе технологического процесса. Также необходимо использовать экспериментальные данные о реакции технологических агрегатов на пробные регулярные или случайные производственные возмущения. В ходе статистического анализа экспериментальных данных нужно выявить связи входных и выходных параметров процесса спекания агломерационной шихты. На основании этих причинно-следственных связей, а также связей, полученных из качественного анализа динамических математических моделей процесса спекания и определяемой системы уравнений, можно построить непротиворечивую фреймовую модель процесса агломерации.

Созданная таким образом модель будет содержать базу знаний наборов входных и выходных параметров, соответственно с учетом временной задержки по длительности процесса можно делать прогноз относительно качества готового спека, а также на основе анализа множества наборов входных состояний принимать решение о необходимых воздействиях для улучшения качества спека. Управление будет осуществляться не только исходя из текущих значений входных переменных, но с учетом предыдущей истории процесса и состояния оборудования агломерационной машины.

КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА МОНИТОРИНГА ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

ЧЕРВАНЕВ В. О.

Уральский государственный горный университет

Система мониторинга загрязнения атмосферного воздуха предназначена для обнаружения фактов нарушения предельно допустимых концентраций (ПДК) загрязнителей в атмосферном воздухе в границах городской агломерации, идентификации источников загрязнения и объективной оценки времени экспозиции населения к загрязнителям атмосферного воздуха.

Объектом исследования является загрязнение атмосферного воздуха в Екатеринбургской агломерации, формирующееся под действием собственных источников загрязнения, а также кислотных дождей, приносимых

ветром с запада и щелочных, приносимых с востока. Воздушные массы, проходящие над городом, обогащаются металлоносной пылью, углеводородами и выхлопными газами, содержащими аммиак.

Городская агломерация с позиций загрязнения атмосферного воздуха характеризуется:

- топологической структурой, заданной множеством территориально распределенных источников загрязнения $X = \{1, \dots, n\}$, множеством возможных мест установки наблюдательных постов $Y = \{1, \dots, p\}$, а также их взаимным расположением;
- рельефом местности;
- типами и параметрами источников загрязнения и наблюдательных постов;
- множеством ресурсов, необходимых для безотказного функционирования системы мониторинга.

Для идентификации источников загрязнения выполнена их классификация, включающая в себя характерную высоту поступления загрязняющих веществ, оценку времени пребывания загрязняющих веществ в воздухе, объемы выбросов и их компонентный состав.

Для оценки времени экспозиции необходимы следующие исходные данные:

- конфигурация и устойчивость во времени пятен загрязнения;
- плотность и структура населения в районе пятен;
- концентрации загрязнителей в зависимости от метеоусловий.

С учетом времени экспозиции рассчитывается средний уровень воздействия – оценка средней дозы или воздействия на население. Она определяется по средним значениям концентраций химических веществ в воздухе с учетом частоты и продолжительности превышения ПДК. Доза воздействия используется для оценки степени риска, которому подвергается население, а также для определения возможного числа заболеваний раком среди пораженного населения.

Оценка времени экспозиции производится с использованием двух видов стационарных наблюдательных постов (СНП), оснащенных пробоотборниками воздуха и позволяющих получить оценки концентрации загрязнителей четыре раза в сутки, а также СНП, оснащенных газоанализаторами, позволяющими измерять концентрации загрязнителей с интервалами времени в несколько минут.

В основу идентификации источников загрязнения положено распознавание сочетаний определенных уровней загрязнения воздуха различными загрязнителями при известном взаимном расположении СНП и потенциальных источников загрязнения, а также скорости и направлении ветра. Распознавание производится путем сопоставления выявленных данных путем обработки экспериментальных данных, сочетаний с "эталонными", полученными путем решения уравнений массопереноса при известных объемах выбросов и метеоусловиях, определяющих условия распространения загрязнителей.

Предпосылкой успешного распознавания является повторяемость как самих выбросов, так и условий их распространения, определяемых скоростью и направлением ветра, а также метеоусловиями и различным характером распространения загрязнения от автотранспорта и от стационарных источников.

Схема алгоритма обработки результатов контроля загрязнения атмосферного воздуха приведена на рис.



Схема алгоритма обработки результатов контроля загрязнения атмосферного воздуха