

Д.Н. Тогобицкая, А.И. Белькова, А.Ю. Гринько, А.Ю. Степаненко

АЛГОРИТМИЧЕСКИЕ И ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ШЛАКОВЫМ РЕЖИМОМ ДОМЕННОЙ ПЛАВКИ

Аннотация. Изложены функциональные возможности и особенности развития алгоритмических и программных средств системы контроля и управления шлаковым режимом доменной плавки «Шлак». Особое внимание уделено программной архитектуре системы и проблемам, возникающим при ее дальнейшей разработке и внедрении. Описан системный подход к модернизации системы на основе шаблона «Слои», что позволяет повысить гибкость, открытость, удобство сопровождения и скорость расширения приложений программной разработки.

Ключевые слова: архитектура программного продукта, шаблон проектирования программного обеспечения, чугуны, шлак.

Актуальность. Metallургическая промышленность является одной из важнейших базовых отраслей отечественной экономики, и в тоже время, наиболее ресурсоемкой и энергозатратной. Одним из эффективных направлений снижения энергоресурсозатрат является мотивированный и обоснованный выбор оперативно-технологическим персоналом режимов работы металлургических агрегатов, обеспечивающих требуемые значения показателей по: загрязнению окружающей среды, расходу материалов и ресурсов, износу оборудования.

Создание информационных технологий и компьютерных систем, охватывающих новейшие достижения науки и техники, а также аккумулирующих знания ведущих специалистов (экспертов) конкретных задач отрасли, является одной из стратегических задач экономического развития металлургической промышленности.

Постановка задачи. В работе предлагается развитие алгоритмических и программных средств системы контроля и управления шлаковым режимом «Шлак».

Изложение материала. Система «Шлак» создана на базе фундаментальных разработок в области физико-химического моделирова-

ния расплавов и технологических приемов ведения плавки в доменных цехах с целью обеспечения технологов инструментальными средствами для выбора оптимального шлакового режима доменной плавки в нестабильных сырьевых условиях для получения кондиционного чугуна с минимальными энергетическими и сырьевыми затратами [1,2].

Система базируется на принципиально новом подходе к стабилизации шлакового режима и критериев управления, учитывающих механизм формирования процессов шлакообразования в зависимости от интегральных параметров, характеризующих свойства шихтовых материалов с учетом их полного химического состава, а также дутьевого режима, характеризующего состояние фурменной зоны.

Система обеспечивает (рис.1):

- выбор базового шлакового режима, обеспечивающего выплавку чугуна заданного качества, по разработанному способу ведения доменной плавки, в соответствии с которым основность конечного шлака CaO/SiO_2 устанавливается в зависимости от соотношения $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{MgO}$;

- контроль качества чугуна и шлакового режима доменной плавки по комплексу физико-химических и технологических свойств шлака (серопоглотительной способности, вязкости, температур начала и конца кристаллизации; энтальпии (теплоемкости) при температуре хорошей текучести, поверхностного натяжения) в ретроспективе и для указанного выпуска (подсистема «Контроль»);

- оценку кристаллизационной способности расплавов и расчет нормативного минералогического состава шлака с целью направленного минералообразования шлаков, обеспечивающего снижение содержания серы и кремния в чугуне и уменьшение расхода кокса;

- контроль теплового состояния горна по комплексным показателям дутьевого режима (теоретическая температура горения, глубина проникновения дутья по оси фурменной зоны, энтальпии шлака, содержания кремния и углерода в чугуне);

- выбор рационального состава шихты на этапе формирования загрузки на основе прогнозирования состава и свойств чугуна и шлака по показателям шихты и дутьевого режима, оценка технологической ситуации и выдача управляющих рекомендаций (рис.2) (подсистемы «Прогноз» и «Диагностика»);

– корректировку базовых и текущих показателей загрузки шихты и технологии для получения кондиционного по сере и кремнию чугуна на основе оптимизации шлакового режима по физико-химическим и технологическим комплексным показателям, характеризующим свойства шлака (подсистема «Управление»).



Рисунок 1 - Структурная схема системы «Шлак»

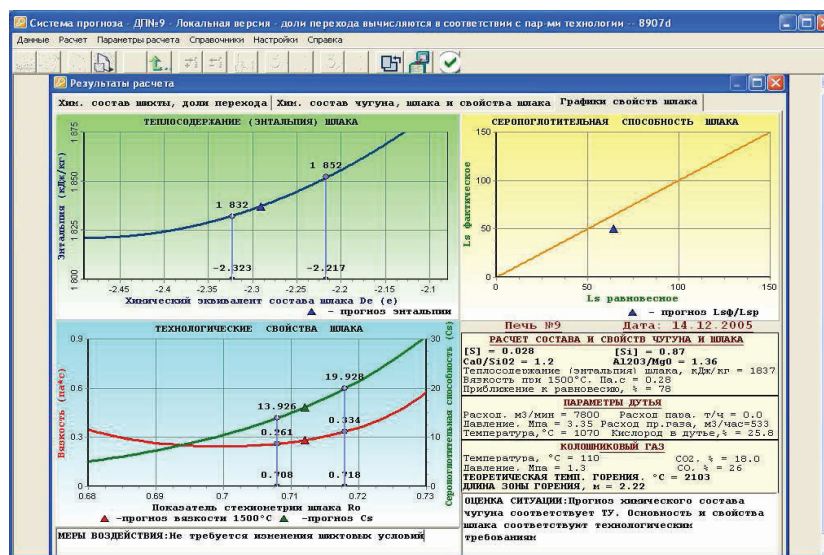


Рисунок 2 - Оценка технологической ситуации в системе контроля и управления шлаковым режимом доменной плавки

С точки зрения программного обеспечения система «Шлак» представляет собой программный код, созданный в системе Delphi. Учитывая, что начало разработки системы в отношении интерфейса-

ной логики относится к 2001 году – выбор данной среды разработки представляется совершенно логичным. Данная интегрированная среда разработки предоставляет разнообразные инструменты для упрощения конструирования графического интерфейса пользователя, что на протяжении многих лет позволяло быстро модернизировать и видоизменять систему «Шлак» под конкретные нужды различных комбинатов, требования заказчиков (технологов на печах, инженеров лабораторий, научных сотрудников и т.д.), в соответствии с новыми полученными знаниями и т.д. Недостатком разработки системы «Шлак» в среде Delphi является то, что на одной форме находятся и компоненты, отвечающие за работу с базой данных, и визуальные компоненты, а логика находится прямо в обработчиках событий кнопок. Такая организация программного кода сложилась также и в результате классических представлений об архитектуре программного обеспечения на время начала разработки продукта. Таким образом, что в одном из многочисленных модулей системы «Шлак» оказались смешаны различные функции: и код SQL-запросов, и элементы интерфейса пользователя, и элементы логики (рис. 3).

Такой подход удобен для разработки небольших приложений, реализующих одномоментные расчеты, несложные статические алгоритмы. Несмотря на кажущуюся быстроту реализации простых задач, такой подход не может являться надежной основой для разработки крупного и даже среднего проекта. В ходе модернизации программной архитектуры системы «Шлак» нами был реализован подход, который описывается шаблоном проектирования «Слой» [3]. Идея шаблона проектирования «Слой» формулируется следующим образом: необходимо разделить приложение на слои согласно выполняемым им функциям, и поместить эти слои один над другим, так, чтобы функции, выполняемые внутри слоев, могли взаимодействовать только с функциями того же слоя и нижнего слоя. При этом клиент взаимодействует только с самым верхним уровнем. Для приложений, подобных системе «Шлак», общий вид слоев, на которые обычно разбивается приложение, представлен на рисунке 4.



Рисунок 3 – Условная схема модуля приложения

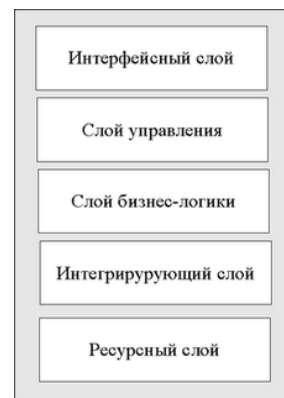


Рисунок 4 – Обобщенное представление приложения согласно шаблону проектирования «Слои»

Реализация данного шаблона в качестве архитектуры программного кода системы «Шлак» позволило нам сделать ее более гибкой – т.е. в короткий срок с минимальными трудозатратами на процесс написания программного кода реагировать на получение новых знаний, расширяющих функциональность нашего программного продукта.

Так, например, в части алгоритмических средств система «Шлак» была усилена расчетом нормативного минералогического состава шлака с целью направленного минералообразования шлаков, обеспечивающего снижение содержания серы и кремния в чугунах и уменьшение расхода кокса. Функционал контроллера, обеспечивающего данный алгоритм применительно к соответствующему объекту реализован, естественно, в слое бизнес-логики. И отображение информации в пользовательском интерфейсе благодаря расслоению приложения не вызывает проблем (рис. 5).

» Графики свойств		
» Таблица свойств		
Свойства шлага Минералогические свойства		
№	Наименование	
1	Ольдгавит (CaS) 2400°C	2.33
2	Тройлит (FeS) 1190°C	0.21
3	Альбандин (MnS) 1610°C	0.13
4	Альбандин (MgS) 2500°C	0.20
5	Фаялит (2FeOSiO ₂) 1208°C	0.44
6	Теофраит (2MnOSiO ₂) 1345°C	0.29
7	Волластонит (CaOSiO ₂) 1544°C	19.45
8	Ларнит (CaOSiO ₂) 2130°C	15.19
9	Геленит (2CaOAl ₂ O ₃ SiO ₂) 1590°C	22.35
10	Океранит (2CaOMgO ₂ SiO ₂) 1454°C	39.41
11	Мелилит 1403°C	61.76
» Динамика		

Рисунок 5 - Отображение информации о минералогических свойствах шлага в системе «Шлак»

Выводы. Описанное развитие программных средств системы «Шлак» позволило нам сделать ее более гибкой – т.е. в короткий срок с минимальными трудозатратами на процесс написания программного кода реагировать на получение новых знаний, расширяющих функциональность нашего программного продукта. Как результат – разработчики системы «Шлак» имеют возможность более быстрого реагирования на требования и пожелания пользователей системы, а сама системы становится прозрачной и управляемой.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тогобицкая Д.Н. Автоматизированная система контроля и управления шлаковым режимом доменной плавки / Д.Н. Тогобицкая, П.И. Оторвин, А.И. Белькова, А.Ю. Гринько // *Металлург.* – Москва. - 2004. – №4. – С.43-46.
 2. Тогобицкая Д.Н., Белькова А.И., Хамхотко А.Ф., Степаненко Д.А. Опыт создания и внедрения системы контроля и управления шлаковым режимом доменной плавки в шихтовых и технологических условиях заводов Украины / Д.Н. Тогобицкая, А.И. Белькова, А.Ф. Хамхотко, Д. А. Степаненко // *Сб. научн. тр. ИЧМ «Фундаментальные и прикладные проблемы черной металлургии».* – Днепропетровск – 2009. – Вып.19. – С. 100–112.
 3. Мартин Фаулер. Архитектура корпоративных программных приложений / Фаулер Мартин. Издательский дом "Вильямс", 2006. – 404С.
- Джимми Нильсон. Применение DDD и шаблонов проектирования: проблемно-ориентированное проектирование приложений с примерами на C# и .NET / Джимми Нильсон. – М.: ООО «И.Д. Вильямс», 2008. – 560С.