

Первое ключевое преимущество состоит в возможности создания произвольной архитектуры туннеля (рис. 1).

Кроме того, если SCADA-система уже имеет встроенный UA-клиент, то необходимость в одном плагине просто отпадает. В этом случае архитектура упрощается — остается только один Multi-Protocol MasterOPC с плагином OPC DA Client (рис. 2).

Это позволяет гибко подобрать структуру ПО под каждую конкретную задачу и, учитывая, что каждый плагин лицензируется отдельно и стоит существенно дешевле аналогов, помогает к тому же максимально оптимизировать затраты. При этом на любом узле сети, на котором установлен Multi-Protocol MasterOPC, возможно подключение не только OPC-серверов, но и различных устройств по протоколам SNMP, Profinet, IEC60870-5-104, BacNET, а также разнообразных счетчиков коммерческого учета. В итоге

Multi-Protocol MasterOPC превращается в многофункциональный коммуникационный хаб с огромными возможностями и безграничной гибкостью.

При анализе тенденций развития современных технологий появляется уверенность в том, что OPC UA, как и в свое время «классическая» OPC, произведет революцию в обмене данными посредством промышленных сетей, обеспечив пользователям удобство, надежность и безопасность.

Список литературы

1. Фортин Т., Хокинсон Б. OPC UA и роль стандартов связи в развитии промышленного Internet вещей // Автоматизация в промышленности. 2016. № 8.
2. Mahnke W., Leitner S.H., Damm M. OPC Unified Architecture. Berlin: Springer, 2009.
3. Веселуха Г.Л. Промышленный Интернет вещей — это легко и интересно! // Автоматизация в промышленности. 2016. № 8.

*Иванов Игорь Владимирович — ведущий инженер компании ИнСАТ.
Контактный телефон (495) 989-22-49.
E-mail: support@insat.ru Http://www.insat.ru*

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕСА ТРАНСПОРТИРУЕМОГО ЖИДКОГО ЧУГУНА

Н.Ю. Емельянова, В.А. Емельянов (КФУ им. В.И. Вернадского)

Обоснована актуальность разработки информационной системы определения веса транспортируемого жидкого чугуна и предложена ее структурная схема. Приведено разработанное программное обеспечение, реализующее нейронную сеть для вычисления веса жидкого чугуна на основе первичных данных о весе. Показаны результаты определения веса жидкого чугуна с помощью разработанной информационной системы, демонстрирующие снижение погрешности определения веса жидкого чугуна.

Ключевые слова: информационная система, программное обеспечение, нейронная сеть, передвижной миксер, жидкий чугун, вес.

Жидкий чугун составляет значительную часть в общем объеме транспортных перевозок в сталеплавильном производстве многих стран мира, в том числе и России. Одной из задач транспортировки чугуна из доменного цеха в конвертерный является контроль и измерение состояния и веса жидкого чугуна. Данные о залитой массе чугуна и его температуре необхо-

димо отправлять в конвертерный цех, при этом технология производства требует получения наиболее точных данных о весе транспортируемого чугуна и его температуре.

Постановка задачи

Процесс определения веса чугуна характеризуется достаточно большой ошибкой измерения, вносимой кривизной железнодорожного полотна и другими факторами (субъективный фактор технолога), из-за чего на весоизмерительной платформе происходит сбор недостоверных данных [1–3]. Известные способы и системы контроля количества чугуна в миксере, основанные на использовании тензометрических датчиков [4–5], реализуют способы измерения, характеризующиеся низкой точностью определения массы жидкого чугуна в миксере, так как не учитывают постоянные изменения внутреннего объема миксера и толщину слоя шлака на поверхности металла. Существует также способ измерения массы чугуна по времени начала и окончания его заливки в миксер, характе-

Таблица 1. Статистика определения веса чугуна тензодатчиками передвижного миксера №2 (тип миксера – ПМ350) ПАО «Алчевский металлургический комбинат»

					%
1	30.03.2014	259,49	247,28	270,8	8,68
2	31.03.2014	265,04	252,25	276,2	8,67
3	31.03.2014	248	232	277	16,25
4	01.04.2014	258	248	268	7,46
...
701	04.04.2014	254,22	247,27	271,3	8,85
702	04.04.2014	256,16	247,11	277,7	11,01
703	04.04.2014	296	240,5	291,5	17,5
...
2896	05.04.2015	261,85	249,15	273,8	9,01
2897	06.04.2015	256,86	238,74	267,8	10,85
					3,55 %
					17,5 %

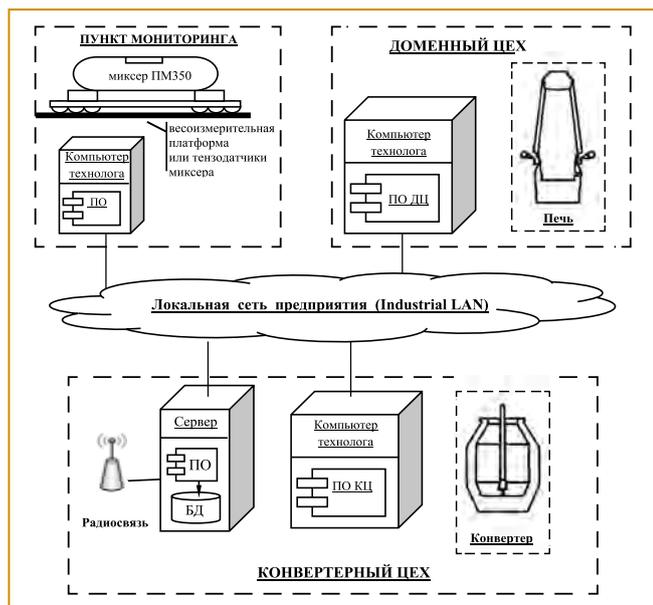


Рис. 1. Структура информационной системы определения веса транспортируемого жидкого металла

ризующийся также недопустимо большой ошибкой из-за различных интенсивностей заливок. Кроме того, для реализации этого метода привлекается технолог, что вносит субъективизм в измерение и дополнительную ошибку.

Анализ экспериментальных данных (табл. 1), полученных на Алчевском металлургическом комбинате, говорит о значительном уровне погрешности измерения веса, достигающем 15...20%, что является недопустимым в условиях металлургического производства.

В настоящее время на большинстве металлургических предприятий используются приведенные выше методы измерения веса по отдельности. Совокупность этих методов могла бы позволить определять массу более точно с требуемой степенью достоверности. Однако совместное использование этих методов затруднено сложностью анализа получаемых разно-

родных данных, а также замедлением и усложнением процесса контроля веса.

Таким образом, актуальной является задача разработки системы определения веса жидкого металла, позволяющая повысить точность измерения веса.

Структура информационной системы определения веса транспортируемого жидкого чугуна

В работе предлагается информационная система определения веса транспортируемого жидкого чугуна, структура которой приведена на рис 1. Предлагаемая система основана и реализует разработанный авторами нейросетевой метод определения веса чугуна [6], в котором для анализа первичных данных о массе чугуна используется многослойный персептрон. При этом анализу персептроном подвергаются данные о весе чугуна, полученные разными способами измерения. В методе используются значение веса чугуна, полученного на основании данных с тензодатчиков, и значение веса чугуна, вычисленное по времени и интенсивности заливки.

В предлагаемой системе в пункте мониторинга состояния миксера первичные данные поступают с весоизмерительной платформы или с тензодатчиков самого миксера в конвертерном цехе на сервер обработки данных, где установлено разработанное специализированное ПО. Использование данных с тензодатчиков и их дальнейшая обработка с помощью специализированного ПО позволяет повысить оперативность и достоверность получаемой информации о перевозимой массе чугуна. Использование тензодатчиков на миксере для взвешивания позволяет исключить из схемы транспортировки чугуна этап взвешивания на платформе.

Специализированное ПО производит обработку первичных данных, таких как начальный вес, вес миксера, и на их основе производит вычисление точной массы жидкого чугуна. Вычисленные данные поступают в базу данных для хранения и дальнейшего накопления информации для экспертной системы, являющейся частью специализированного ПО.

Обработанная информация посредством локальной сети доступна на рабочих местах операторов цеха.

Функции предлагаемой системы (рис. 2)

1. Дистанционный сбор первичных данных о весе чугуна.
2. Определение веса транспортируемого чугуна на основе первичных данных.
3. Отправка по сети предприятия значения веса жидкого чугуна в конвертерный цех.
4. Ведение дистанционной базы данных и знаний для накопления опыта, необходимого нейронной сети.
5. Обеспечение единого интерфейса пользователя и формирования типовых документов на всех стадиях мониторинга веса чугуна.

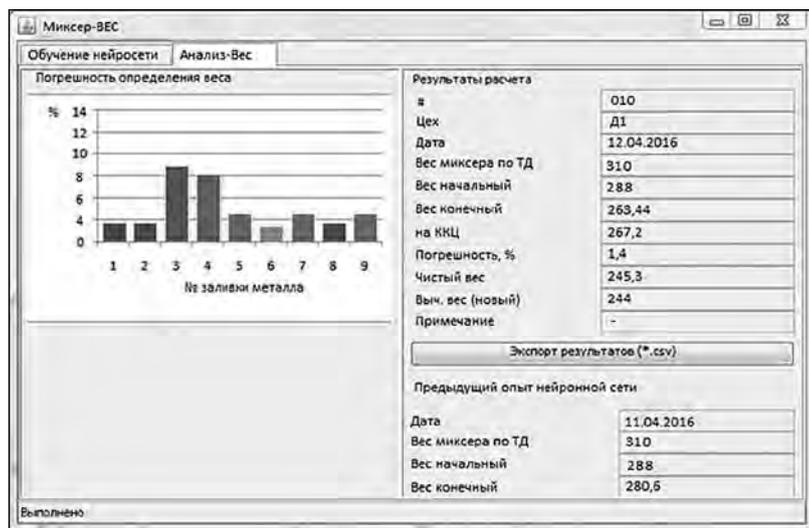


Рис. 2. Программная реализация информационной системы определения веса чугуна

Таблица 2. Результаты определения веса жидкого чугуна с помощью предлагаемой системы

							δ_w	δ_w			
	W_1	W_r	λ	T_s	T_c	mr					
1	263,09	544,18	0,6	23:00	23:30	1	290,6	288,1	294,9	2,3 %	1,5 %
2	302,1	580,2	0,6	00:45	1:19	2	299,1	291	320,8	9,3 %	6,7 %
3	290,29	560,44	0,6	2:30	3:00	3	301,9	295,5	310,9	5 %	2,8 %
4	289,3	545,68	0,5	4:52	5:25	3	305,5	299,2	307,7	2,8 %	0,7 %
5	288,1	575,7	0,5	8:00	8:32	3	312,5	305,5	315,7	3,2 %	1 %
...
45	288,1	565,1	0,5	10:12	10:45	5	295,5	285,5	300,1	4,9 %	1,5 %
46	285,5	563,4	0,5	12:23	13:01	5	322,5	317,5	325,1	2,3 %	0,8 %
47	284,1	578,1	0,5	14:45	15:18	5	286,5	282,4	290,7	2,9 %	1,4 %
...
118	240,16	555,18	0,5	14:29	14:55	1	302,5	290,5	300,7	3,4 %	0,6 %
119	230,96	545,38	0,6	15:25	15:58	1	320,1	300,5	327,9	8,4 %	2,4 %
120	243,22	538,02	0,6	16:56	16:25	2	313,5	305,5	321,35	5 %	2,5 %
										2,3 %	0,6 %
									10,5 % (77)		6,7 %

Обозначения: W_1 – значение начального веса (вес пустого миксера), определяемое при помощи тензодатчиков, установленных на передвижном миксере; W_r – значение веса миксера с чугуном, определяемое при помощи тензодатчиков, установленных на передвижном миксере; λ – интенсивность заливки чугуна в миксер; T_s – время начала заливки чугуна в миксер; T_c – время окончания заливки чугуна в миксер; mr – марка перевозимого чугуна

Поскольку система включает средства интеллектуального анализа данных, то режимы функционирования ПО подразделяются на анализ и обучение.

Функциями ПО в режиме анализа являются:

- 1) получение и ввод первичных данных о передвижных миксерах и чугуне, необходимых для реализации метода определения веса перевозимого чугуна;
- 2) вычисление веса чугуна на основании первичных данных и данных, полученных от датчиков;
- 3) отправка данных о весе жидкого чугуна в доменный и конвертерный цеха для визуализации информации на клиентской части ПО;
- 4) сохранение полученных результатов вычислений веса жидкого чугуна в базу данных.

В режиме обучения ПО поддерживает:

- 1) создание нейронной сети и задание ее основных параметров (число слоев, нейронов, правило обучения и т. д.);
- 2) загрузка данных о транспортировках жидкого чугуна для обучения нейронной сети;
- 3) обучение нейронной сети, задачей которой является определение веса жидкого чугуна.

Экспериментальные исследования предлагаемой информационной системы

Для проверки эффективности разработанной системы, проведен эксперимент по определению веса жидкого чугуна. В эксперименте использовались данные о 120 взвешиваниях и перевозках жидкого чугуна в миксерах ПМ350 на Алчевском металлургическом комбинате. Результаты определения веса чугуна приведены в табл. 2.

Анализ данных табл. 2 говорит о снижении максимальной погрешности определения веса жидкого чугуна за счет использования разработанной системы до 7%.

Емельянова Наталья Юрьевна – канд. техн. наук, доцент,
Емельянов Виталий Александрович – д-р техн. наук, доцент кафедры информатики и информационных технологий Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского

Контактный телефон +7 978 801 41 35.

E-mail: n.yemelianova@gmail.com, v.yemelyanov@gmail.com

Выводы

Таким образом, разработана информационная система определения веса транспортируемого жидкого чугуна, которая обеспечивает снижение погрешности определения веса до 6% при транспортировке жидкого чугуна передвижными миксерами ПМ350.

Разработано ПО, реализующее нейросетевой метод определения веса жидкого чугуна, в котором анализу многослойным персептроном подвергаются данные о весе чугуна, полученные разными способами измерения.

Список литературы

1. *Kiranoudis C.T.* Object-oriented simulation of hydrometallurgical processes: Part I. Requirements and implementation/ C.T. Kiranoudis, N.G. Voros, T. Kritikos, Z.B. Maroulis, D. Marinoukouris, N. Papassiopi, O.Dimitropoulou, I.Paspaliaris, A.Kontopoulos//Metallurgical and Materials Transactions. Springer. 1997, Volume 28, Issue 5, pp 777-784.
2. *Гусев Ю.В., Гусев Д.Ю.* Математическая модель процесса транспортирования чугуна в конвертерный цех // Вестник Приазовского государственного технического университета. Мариуполь. 2008. №18. С. 230-232.
3. *Паэранд Ю.Э., Замогильная Н.Ю.* Объектно-ориентированное проектирование информационной системы перевозки жидкого чугуна//Тр. 11-й международной научно-практич. конф. "Современные информационные и электронные технологии - 2010". Одесса. 2010. С.77-78.
4. *Queneau P.B.* Turbine mixer fundamentals and scale-up method at the Port Nickel Refinery/ P.B. Queneau, R.J. Jan, R.S. Rickard, D.F. Lowe//Metallurgical and Materials Transactions. Springer. 1975, Volume 6, Issue 1, pp 149-157.
5. *Paul E. Nilles* Alternative technologies in iron and steelmaking /Paul E. Nilles //Metallurgical and Materials Transactions. Springer. 1996, Volume 27, Issue 4, pp 541-553.
6. *Емельянова Н.Ю.* Нейросетевой метод определения массы жидкого чугуна // Научные труды. Серия: Компьютерные технологии. № 161(173). Николаев. 2011. С. 84-88.