

Концепция системы автоматической идентификации и прослеживаемости трубной продукции

А.А. Силаев, А.Ю. Салтыков, А.Е. Соловинук

Волгоградский государственный технический университет

Аннотация: В статье рассматривается концепция системы автоматической идентификации и прослеживаемости производства трубной продукции на этапе горячего проката. Представлены основные этапы трубного производства. Составлена таблица отбора технологических параметров. Разработана структура базы данных для системы автоматической идентификации и прослеживаемости трубной продукции.

Ключевые слова: прослеживаемость, автоматическая идентификация, производство труб, горячий прокат, система менеджмента качества.

Изготовление трубной продукции является высокотехнологичным производством. Одним из направлений развития современного высокотехнологичного предприятия с целью повышения его конкурентоспособности является его тотальная автоматизация и цифровизация на всех уровнях управления. Одним из инструментов достижения поставленной цели является организация автоматической идентификации и прослеживаемости трубной продукции.

На производстве согласно ГОСТу Р ИСО 9000-2011 ISO 9000:2005 Quality management systems - Fundamentals and vocabulary (IDT) прослеживаемость продукции позволяет проследить её предысторию, использование или местонахождение с помощью автоматической идентификации.

Прослеживаемость — это процедура документирования каждого шага в цепочке процессов для максимальной прозрачности производства, а также способности идентифицировать каждую единицу продукции на протяжении всего срока службы эксплуатации [1 – 3].

Прослеживаемость продукта является важным элементом безопасности готовой продукции, так как важно отследить и задокументировать весь процесс производства в режиме реального времени. Поэтому всё больше категорий товаров попадает под обязательную

маркировку продукции. В настоящее время маркировка и прослеживаемость трубной продукции не является обязательным требованием, но для повышения конкурентоспособности и реализации клиентоориентированной политики предприятия необходимо внедрять систему автоматической идентификации и прослеживаемости трубной продукции [4 – 6].

Целью данной статьи является разработка концепции системы автоматической идентификации и прослеживаемости трубной продукции.

В ходе литературного анализа [7 – 9] отмечены основные функции системы прослеживания трубной продукции:

- слежение за перемещением труб по участку;
- автоматическая идентификация трубной продукции по ходу выполнения технологических, контрольных и измерительных операций с каждой трубой на участке;
- регистрация и хранение собранных данных в базе данных в привязке к конкретной трубе;
- предоставление текущих данных прослеживаемости;
- автоматизированное изменение маршрута трубы в соответствии с результатами контроля качества;
- формирование электронного паспорта на каждую единицу продукции;
- интеграция данных прослеживаемости в смежные и вышестоящие автоматизированные системы.

Разработка концепции системы автоматической идентификации и прослеживаемости трубной продукции включает анализ и краткое описание технологического процесса производства трубной продукции [10].

Выделяют восемь основных этапов производства труб:

- 1) Подготовительный этап заготовок к прокатке;
 - 2) Нагрев заготовок;
-

- 3) Центровка и прошивка заготовок в гильзы;
- 4) Прокатывание гильз в трубы;
- 5) Разогрев труб перед процессами редуцирования или калибрования;
- 6) Прокатывание труб на калибровочном стане (КС);
- 7) Процесс охлаждения трубной продукции и их отделка;
- 8) Контроль качества готовой продукции.

На этапе подготовки труб в зависимости от фактической длины заготовок производится расчет длины заготовки, обеспечивающий безостаточный раскрой штанг и максимальную длину труб. Далее заготовки загружают в кольцевые печи (КП), где их нагревают до температуры, необходимой для процесса прокатки.

Центровку заготовки производят на гидравлическом зацентровщике, предназначенном для центровки заготовки по торцу с переднего конца с целью уменьшения разностенности гильзы и улучшения условий захвата.

Прошивку заготовок осуществляют с целью получения полых гильз, из сплошных заготовок методом поперечно-винтовой прокатки на двух валковом прошивном стане (ПС), с направляющими линейками, с использованием водоохлаждаемой оправки, удерживаемой в центрователях.

Далее труба подается на задающий рольганг в печь с шагающими балками (ПШБ) для промежуточного нагрева.

В зависимости от сортамента и соотношения диаметра к толщине стенки подогретые трубы (заготовки) в ПШБ выдаются из печи в различные КС.

По завершении прокатного процесса на калибровочном агрегате охлажденные трубы с цепной секции охладительного стола распределяются между поточными линиями отделки.

Заключительный этап — это контроль качества готовой трубы.

Исходя из анализа последовательности операций, были подобраны следующие точки отбора технологических параметров и меток начала и конца, представленные в таблице 1:

Таблица № 1

Точки отбора технологических параметров

Участок операции	Начало технологической операции	Конец технологической операции
Решетка металла в КП посада	Измерение длины. Включение выбрасывателя. Датчик наличия заготовки	Укладывание заготовки дозатором
Нагревательная КП	Работа механизмов загрузки	Работа механизмов выгрузки
Зацентровщик заготовок	Работа механизма зажима	Реле давления байка. Включение выбрасывался
ПС	Наличие заготовки в желобе. Толкатель вперед. Ток проката	Открытие, закрытие УРМ
Раскатной стан	Наличие трубы в желобе. Толкатель вперед. Ток проката	Включение выбрасывателя
Подогревательная ПШБ	Датчик наличия трубы. Работа механизмов перемещения (шагания) для прослеживания внутри, исходя из количества посадочных мест в печи	
3-х валковый КС	Наличие трубы в желобе. Ток проката	Включение выбрасывался
12-ти редукционно- калибровочный стан клетевой	Наличие трубы перед станом. Ток проката	Включение выбрасывался

На основе анализа этапов производства трубной продукции и с учётом функций системы автоматической идентификации и прослеживаемости продукции разработана база данных системы, которая должна содержать всю необходимую информацию по каждой трубе для её прослеживаемости.

Таблица для хранения информации по заказам должна содержать номер заказа, диаметр, размер стенки, марку стали, информацию по пробам.

Таблица для хранения информации по каждой трубе должна содержать уникальный идентификатор, номер заказа и плавки, время начала и конца каждой технологической операции.

Таблица для хранения информации по плавке должна содержать номер плавки, химический состав стали, информацию о пробах.

Так как один заказ может содержать несколько плавков, а одна плавка может использоваться в нескольких заказах, то необходима таблица для реализации отношения многих ко многим, содержащая составной ключ, состоящий из номеров плавки и заказа.

Структура таблиц базы данных системы автоматической идентификации и прослеживаемости трубной продукции показана на рис. 1.

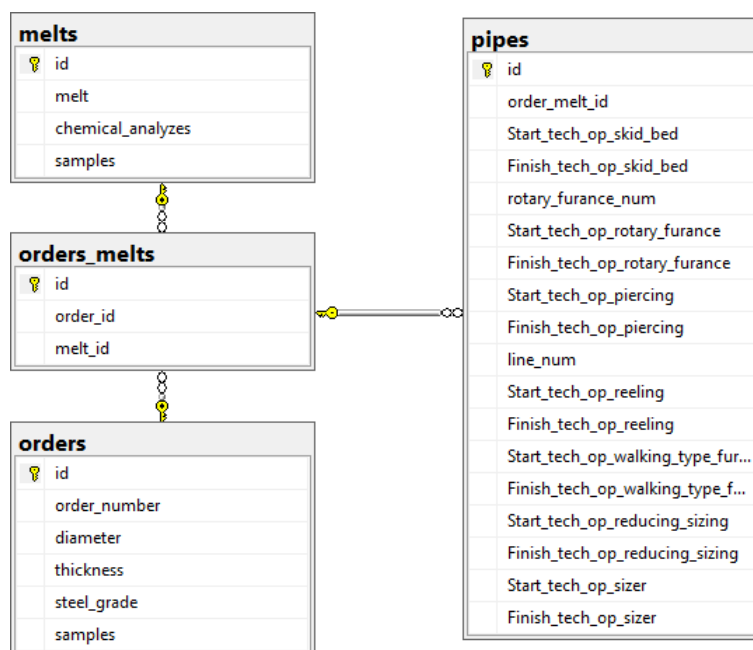


Рис. 1. – Структура базы данных системы автоматической идентификации и прослеживаемости трубной продукции

Таблица № 2

Плавки (Melts)

id	Идентификатор
melt	Плавка
chemical_analyzes	Результат химического анализа
samples	Проба

Таблица № 3

Заказы-плавки (ORDERS_MELTS)

id	Идентификатор
order_id	id заказа
melt_id	id плавки

Таблица № 4

Заказы (ORDERS)

id	Идентификатор
order_number	Номер заказа
diameter	Диаметр
thickness	Толщина
steel_grade	Марка стали
samples	Проба

Таблица № 5

Трубы (PIPES)

id	Идентификатор
order_melt_id	Заказ-плавка
Start_tech_op_skid_bed	Старт тех. операции загрузки на решетку посада
Finish_tech_op_skid_bed	Конец тех. операции загрузки на решетку посада
rotary_furance_num	Номер КП
Start_tech_op_rotary_furance	Старт тех. операции нагрева в КП
Finish_tech_op_rotary_furance	Конец тех. операции нагрева в КП
Start_tech_op_piercing	Старт тех. операции прошивки
Finish_tech_op_piercing	Конец тех. операции прошивки
line_num	Номер линии проката
Start_tech_op_reeling	Старт тех. операции раскатки
Finish_tech_op_reeling	Конец тех. операции раскатки
Start_tech_op_walking_type_furance	Старт тех. операции нагрева в ПШБ
Finish_tech_op_walking_type_furance	Конец тех. операции нагрева в ПШБ
Start_tech_op_reducing_sizing	Старт тех. операции редуцирования трубы
Finish_tech_op_reducing_sizing	Конец тех. операции редуцирования трубы
Start_tech_op_sizer	Старт тех. операции калибровки трубы
Finish_tech_op_sizer	Конец тех. операции калибровки трубы

Технологические параметры, важные для нормального протекания технологического процесса, с программируемых логических контроллеров поступают на единый сервер и хранятся в базе данных SCADA-системы. Доступ к этим данным осуществляется через создание связанного сервера.

Для интеграции системы автоматической идентификации и прослеживаемости трубной продукции с другими информационными системами предлагается использовать Open Platform Communications Unified Architecture, а также Transmission Control Protocol и User Datagram Protocol.

Таким образом, разработана концепция системы автоматической идентификации и прослеживаемости трубной продукции, реализация которой позволит повысить конкурентоспособность трубного производства, и может быть использована при создании цифрового паспорта изделия (трубы).

Литература

1. Васильев Д. Что, где и когда на производстве прослеживалось в системе SMART // Электроника: Наука. Технология. Бизнес. 2014. №5. С. 110-115.
2. Самченко О. Н., Меркучева М. А. Прослеживаемость товаров как инструмент продовольственной безопасности // Вестник ТГЭУ. 2016. №3. С. 101-111.
3. Тюленев Л. В., Палицын Г. А. Система штрихового кодирования как элемент системы автоматизированного управления предприятием // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2003. №7. С. 65-66.
4. Дмитриев А.В. Цифровые технологии прослеживаемости грузов в транспортно-логистических системах // CPPM. 2019. №1. С. 20-26.
5. Nosenko V.A., Silaev A.A., Efremkin S.I., Grednikov S.B. MATEC Web of Conferences. The conference proceedings (ISPCIME-2019). 2019. P. 01005.

6. Васильева С. Е., Крайнева Р.К. Методика многоуровневого технологического аудита качества на машиностроительном предприятии // АНИ: экономика и управление. 2016. №4. С. 83-85.

7. Building an Identification System - Traceability Solutions - KEYENCE America // Traceability Solutions - KEYENCE America URL: keyence.com/ss/products/marketing/traceability/intro_system.jsp.

8. Комплексная автоматизированная система управления на участке отделки обсадных труб №2 (УООТ2) в трубопрокатном цехе №3 (ТПЦ-3) // Компания ПРОМАТИС URL: promatis.ru/projects/79_Kompleksnaya_avtomatizirovannaya_sistema_upravleniya_na.html.

9. Единая национальная система цифровой маркировки и прослеживаемости, 2019. URL: crpt.ru/materials/

10. Технология и оборудование для производства бесшовных труб // Оборудование для обработки металлов давлением. URL: rolling-mills.ru/oborudovanie-i-komplektuyushhie-dlya-prokatnyh-stanov/tehnologiya-i-oborudovanie-dlya-proizvodstva-besshovnyh-trub/.

References

1. Vasil'ev D. Jelektronika: Nauka. Tehnologija. Biznes. 2014. №5. pp. 110-115.

2. Samchenko O. N., Merkucheva M. A. Vestnik TGJeU. 2016. №3. pp. 101-111.

3. Tjulenev L. V., Palicyn G. A. Nauchno-tehnicheskij vestnik informacionnyh tehnologij, mehaniki i optiki. 2003. №7. pp. 65-66.

4. Dmitriev A.V. SRRM. 2019. №1. pp. 20-26.

5. Nosenko V.A., Silaev A.A., Efremkin S.I., Grednikov S.B. MATEC Web of Conferences. The conference proceedings (ISPCIME-2019). 2019. P. 01005.



6. Vasil'eva S. E., Krajneva R.K. ANI: jekonomika i upravlenie. 2016. №4. pp. 83-85.
7. Building an Identification System. Traceability Solutions. KEYENCE America URL: keyence.com/ss/products/marketing/traceability/intro_system.jsp.
8. Kompleksnaja avtomatizirovannaja sistema upravlenija na uchastke otdelki obsadnyh trub №2 (UOOT2) v truboprokatnom cehe №3 (TPC-3). Kompanija PROMATIS [Integrated automated control system at the casing finishing area №2 in the pipe-rolling shop №3. PROMATIS Company]. URL: promatis.ru/projects/79_Kompleksnaya_avtomatizirovannaya_sistema_upravleniya_na.html.
9. Edinaya nacionalnaya sistema cifrovoj markirovki i proslezhivaemosti, 2019. [The Unified National Digital Marking and Traceability System, 2019]. crpt.ru/materials/.
10. Tehnologija i oborudovanie dlja proizvodstva besshovnyh trub. Oborudovanie dlja obrabotki metallov davleniem. [Technology and equipment for the production of seamless pipes. Equipment for metal forming]. URL: rolling-mills.ru/oborudovanie-i-komplektuyushhie-dlya-prokatnyh-stanov/tehnologiya-i-oborudovanie-dlya-proizvodstva-besshovnyh-trub/.