

П. П. Солощенко^{1}, Г. В. Симонова¹*

Техническое обслуживание импортных счетчиков газа с использованием реверс-инжиниринга

¹ Сибирский государственный университет геосистем и технологий, г. Новосибирск, Российская Федерация
* e-mail: simgal@list.ru

Аннотация. Счетчики газа являются одним из основных инструментов для учета и контроля потребления газа в домах, офисах и промышленных предприятиях. Импортные счетчики газа обладают высокой точностью и надежностью, что делает их популярными среди потребителей. Однако для сохранения их работоспособности и точности необходимо регулярное техническое обслуживание. Важность технического обслуживания газовых счетчиков заключается в том, что некорректная работа счетчиков может привести к искажению данных о потреблении газа. Поэтому регулярное и качественное обслуживание импортных счетчиков газа является неотъемлемой частью обеспечения безопасности и экономической эффективности использования газового оборудования. В связи с экономической ситуацией или прекращением выпуска запасных частей в данное время большое количество газовых счетчиков не подлежат техническому обслуживанию или восстановлению в связи с ценой на импортные запасные части или их недоступностью. Реверс инжиниринг устраняет эту проблему и служит оптимальным решением для работы сервисных служб. В данной статье исследуется методика получения цифровой 3Д модели ротора газового счетчика для дальнейшего использования ее при производстве комплектующих элементов оборудования.

Ключевые слова: реверс инжиниринг, сервисная служба, импортозамещение, счетчики газа, техническое обслуживание, запасные части

P. P. Soloshchenko^{1}, G. V. Simonova¹*

Maintenance of imported gas meters using reverse engineering

¹ Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation
* e-mail: simgal@list.ru

Abstract. Gas meters are one of the main tools for accounting and monitoring gas consumption in homes, offices and industrial enterprises. Imported gas meters are highly accurate and reliable, which makes them popular among consumers. However, regular maintenance is required to maintain their performance and accuracy. The importance of maintaining gas meters is that incorrect operation of the meters can lead to distorted data on gas consumption. Therefore, regular and high-quality maintenance of imported gas meters is an integral part of ensuring the safety and economic efficiency of using gas equipment. Due to the economic situation or the cessation of production of spare parts at this time, a large number of gas meters not subject to maintenance or restoration due to the price of imported spare parts or their unavailability. Reverse engineering eliminates this problem and serves as an optimal solution for the work of service departments. This article examines the methodology for obtaining a digital 3D model of a gas meter rotor for its further use in the production of equipment components.

Keywords: reverse engineering, customer service, import substitution, gas meters, maintenance, spare parts

Введение

Реверс-инжиниринг – это процесс анализа и изучения уже существующего продукта или компонента с целью воспроизводства его конструкции, функций и технологии производства [1]. Основная идея реверс-инжиниринга заключается в том, чтобы, имея доступа к оригинальным изделиям, разобрать устройство, понять конструкцию изделия или компонента. На основе этой информации создать технологический процесс воспроизводства исследуемого элемента [1].

Для получения данных о технических параметрах объекта применяются различные методы анализа, такие как разборка изделия, 3D сканирование, химический анализ материала, определение конструктивных особенностей и другие. Реверс инжиниринг применяется в случаях, когда есть доступ к оригинальным запасным частям, но они требуют замены, в таких случаях требуется создание новых деталей на основе уже существующих. Этот метод используется для повышения конкурентоспособности сервисной службы и экономического роста предприятия. Цель реверс-инжиниринга состоит в создании точной копии или аналога исходного продукта с сохранением его основных характеристик и функциональности [1, 2]. Это позволяет сервисным центрам и предприятиям ремонтировать и обслуживать средства измерений даже в случаях, когда оригинальные запасные части становятся недоступными или экономически нецелесообразными [1, 2]. Реверс-инжиниринг также применяется для устранения дефектов и улучшения качества продукции, а также для оптимизации производственных процессов. Этот метод особенно актуален в автомобильной, авиационной, машиностроительной и других отраслях, где необходимо обеспечить высокую точность и надежность воспроизводства деталей [3, 4]. Метод позволяет создавать современные продукты на основе уже существующих технологий и узлов, что сокращает время проектирования и разработки новой продукции. Реверс инжиниринг также может применяться для обнаружения технических решений конкурентов и адаптации их к собственным потребностям [5].

Методы и материалы

Основное направление деятельности сервисных служб при метрологических центрах – это техническое обслуживание различного измерительного оборудования. В данном случае в качестве примера рассмотрен процесс восстановления эксплуатационных характеристик роторных газовых счетчиков фирмы Elster (рис. 1). Завод Elster – это крупное производственное предприятие, специализирующееся на производстве различных видов счетчиков и измерительного оборудования. Продукция завода Elster отличается высоким качеством и надежностью, что позволяет использовать ее как для коммерческого учета, так и для бытовых нужд. Многолетний опыт деятельности сервисных служб доказывает, что от 30 до 40 % счетчиков газа имеют на момент поверки не допустимую погрешность в связи с биением и большим зазором между роторами газового счетчика. Официальный дилер в 2023-2024 годах не поставляет запасные части для счетчиков моделей RVG G16-G400, что создало множество последствий таких,

как переплата за газ и даже остановка производств. Все эти задачи необходимо решать, и оптимальным решением послужил реверс-инжиниринг. Для организации производства ротора были поставлены задачи, которые решались последовательно. На рис. 1 представлен общий вид ротационного газового счетчика RVG G16-G400.

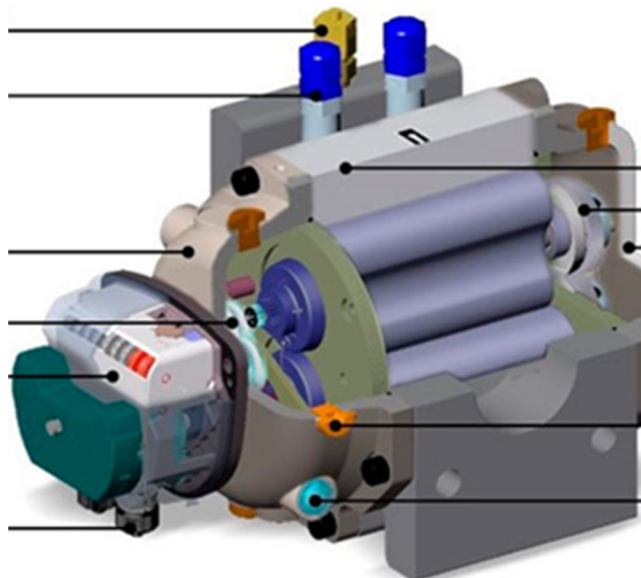


Рис. 1. Общий вид ротационного газового счетчика RVG G16-G400

Процесс создания модели для реверс-инжиниринга начинается с тщательного изучения оригинальной детали, в данном случае ротора. Он включает в себя разборку и анализ его структуры, механизмов, размеров и геометрии. Реверс-инжиниринг позволяет специалистам получить полное понимание конструкции и принципов работы оригинального компонента [5, 6].

Для создания точной трехмерной модели оригинального ротора применяется 3D сканирование. Этот этап позволяет получить высоко детализированное изображение компонента, фиксируя его форму, размеры и особенности конструкции [7].

Выбор материала для изготовления необходимой детали требует информации о составе материала исходного изделия. Поэтому проводится анализ материала, из которого изготовлен оригинальный компонент. Результаты анализа позволяют определить состав материала и его характеристики, необходимые для выбора подходящего материала при производстве нового ротора [8].

На основе полученных данных о структуре и материале оригинального ротора выбирается оптимальный производственный метод. Это может быть литье, обработка на станке с ЧПУ, аддитивное производство или другие технологии [8, 9].

Для определения реальных технических характеристик воспроизведенная деталь проходит испытания в лабораторных условиях, затем устанавливается в

испытуемый образец счетчика газа и восстановленный проверяется на соответствие установленным метрологическим характеристикам.

Результаты

Для организации производства ротора были привлечены компании, основными направлениями которых является реверс-инжиниринг, химический анализ и производство изделий из металлов.

3Д сканирование было произведено компанией «PLM УРАЛ» с помощью КИМ типа «рука» Hexagon Absolute Arm двух типоразмеров 8325-7 и 8540-7, а также лазерный сканер RS6. Готовая модель была экспортирована в нескольких форматах, таких как iges, stp, ftr. На выходе была получена готовая цифровую 3Д модель ротора готовая, к последующим операциям. На рис. 2 представлен результат предварительного создания 3Д модели.

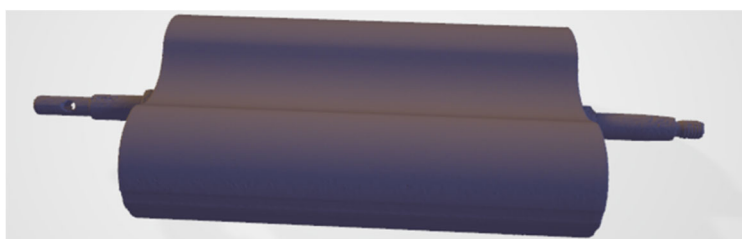


Рис.2. Промежуточный результат 3Д сканирования

Химический анализ был выполнен компанией «Металл-ЭКСПЕРТИЗА ТЕСТ» (свидетельство об аккредитации №ил/при-01995 до 24.11.2026 г.). У представленных для анализа образцов, на основании протокола испытаний, определен химический состав, структура и механические свойства. Эти данные критически важны для выбора подходящего материала при производстве нового ротора. В ходе анализа использовались методы спектроскопии и масс-спектрометрии. Исходя из результатов анализа, был выбран материал, который наиболее близок по своим характеристикам к оригинальному материалу [10, 11].

Проведенный анализ показал, что наиболее подходящим материалом по химическому составу (табл. 1) и механическим свойствам (табл. 2) для ротора послужит алюминиевый сплав 6063. Этот сплав на основе алюминия широко известен своей свариваемостью и термообработкой, а также способностью противостоять коррозии, поэтому часто применяется для изготовления элементов различного оборудования [12].

Таблица 1

Элементы химического состава, %

Кремний	Железо	Медь	Марганец	Магний	Хром	Цинк	Титан	Прочие элементы	Алюминий
0,20-0,6	0,35	0,10	0,10	0,45-0,9	0,10	0,10	0,10	0,15	остальное

Механические свойства материала 6063

Предел прочности (временное сопротивление разрыву), мин., МПа	240
Предел текучести, мин., Н/мм	215
Относительное удлинение, мин., %	11
Твердость по Бринеллю, НВ макс.	78
Модуль упругости, МПа	68300
Коэффициент температурного расширения, мкм/м ^{°С}	23,4
Теплопроводность, Вт/м К	210
Электрическое сопротивление, Ом	0,032

Проведенные работы обеспечивают достаточной информацией для дальнейшего производства ротора [12]. Реверс инжиниринг обеспечивает экономическую выгоду на длинном сроке как сервисному центру, так и пользователю счетчика газа. Реверс-инжиниринг позволит сократить сроки технического обслуживания и укрепить позиции предприятий на рынке услуг [13, 14]. В конечном итоге, использование реверс-инжиниринга предоставляет значительные экономические и технологические преимущества, повышая конкурентоспособность предприятий и удовлетворяя растущие потребности рынка.

Заключение

В данной статье рассматривается возможность обслуживания газовых счетчиков с использованием реверс-инжиниринга. Организация внедрения метода реверс-инжиниринга – это трудоемкий процесс, имеющий множество задач, но их решение позволяют устранить проблемы поставок и стоимости запасных частей. Так же реверс-инжиниринг позволит увеличить доходы метрологических служб за счет расширения номенклатуры предоставляемых услуг

В процессе исследований были проведены работы по подготовке к производству ротора, основного комплектующего элемента газового счетчика. Проведен химический анализ материала и получена цифровая модель ротора.

Эта информация в дальнейшем будет занесена в цифровой каталог запасных частей и использоваться при производстве. С помощью результатов данной работы будет создана эффективная и прибыльная система по производству запасных частей для удешевления ремонта и сокращения его сроков. В рамках данной работы планируется дальнейшее исследования по внедрению реверс-инжиниринга в сервисный центр, а также расширение производства запасных частей и налаживание сотрудничества с организациями по проектированию и производству запасных частей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гарнавский Ю. Основы реверс-инжиниринга .Net-приложений. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://s3r.ru/2012/10/bez-rubriki/basics_dot_net_reversing/.
2. Алехина Т.А., Захаркина Н.В. Импортозамещение как основной инструмент развития экономики России // Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. 2018. № 45 (1) – С. 223–235.
3. Водин Д.В. Применение технологии обратного инжиниринга в машиностроении // Технические науки: проблемы и перспективы: материалы IV Междунар. науч. конф. (г. Санкт-Петербург, июль 2016 г.). – СПб.: Свое издательство, 2016. – С. 67–69.
4. Жакевич А.Г. Импортозамещение: проблемы и перспективы // Вестник Международного института экономика и права. – 2015. № 1 (18) – С. 36–39.
5. Алексеев Н.Е. Импортозамещение как институт укрепления национального суверенитета // Мировая политика. – 2019. № 2. – С. 43–50.
6. ГОСТ 4784-2019 Алюминий и сплавы алюминиевые деформируемые Введен 01.09.2019- Москва: Стандартинформ, 2019. – 35 с.
7. Моисеева Н.К. Стратегический менеджмент: учебник. / Н.К. Моисеева, Г.Д. Костина. – М.: МИЭТ, 2016. – 220 с.
8. РМГ 128-2013 «ГСИ. Требования к созданию лабораторий, осуществляющих испытания и измерения» введен 01.05.2015 – Москва: Стандартинформ, 2015 – 16 с.
9. Гуськова. В. П. Хроматографические методы разделения и анализа: учебное пособие / В. П. Гуськова, Л. С. Сизова. – 2-е изд., испр. и доп. – Кемерово: КемГУ, 2015. – 148 с. – ISBN 978-5-89289-888-1. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/72028> (дата обращения: 24.03.2023). – Режим доступа: для авториз. пользователей
10. ГОСТ Р 57306- 2016 ИНЖИНИРИНГ Терминология и основные понятия в области инжиниринга введен 30.11.2016 – Москва: Стандартинформ, 2016. – 4 с.
11. ГОСТ 4784-2019 Алюминий и сплавы алюминиевые деформируемые. Марки от 31.07.2019-М.: Стандартинформ 2019.
12. ГОСТ 18322-2016 Межгосударственный стандарт система технического обслуживания и ремонта техники Введен 01.09.2017- Стандартинформ, 2017. – 17 с.
13. Солощенко П. П., Симонова Г. В. Реверс-инжиниринг как ключевой инструмент импортозамещения при работе сервисной службы ООО «ЦСМ». // Интерэкспо ГЕО-Сибирь. XVII Международный научный конгресс Национальная конференция с международным участием СибОптика-2023, 19 –21 мая 2023 г. Новосибирск: сб. материалов в 8 т.Т.6, СГУГиТ, – С.232–237.
14. Солощенко П. П., Симонова Г. В. Реверс-инжиниринг как инструмент импортозамещения // Метрологическое обеспечение инновационных технологий: VI Междунар. форум: сб. ст. / под ред. академика РАН В. В. Окрепилова. – СПб.: ГУАП, 2024. - С. 205.

© П. П Солощенко, Г. В. Симонова, 2024