

УДК 621.735: 629.113: 658.012

DOI: 10.30987/article\_5d2d92316db571.89344762

С.В. Касьянов, Т.В. Карлова

## ЖИЗНЕННЫЙ ЦИКЛ ДЕТАЛЕЙ МАШИНЫ КАК НЕПРЕРЫВНЫЙ ПОТОК ТЕХНОЛОГИЙ

Для выполнения международных требований по управлению жизненным циклом разных видов продукции проанализирована пригодность отечественной технологической документации на примере детали автомобиля. Выделены этапы ее жизненного цикла, структурирован непрерывный поток

технологий. Предложено универсальное определение понятия «технология». Показана возможность моделирования различных технологий по единой схеме.

**Ключевые слова:** деталь машины, жизненный цикл, технология, иерархическая структура.

S.V. Kasiyanov, T.V. Karlova

## MACHINERY LIFE AS CONTINUOUS FLOW OF TECHNOLOGIES

A basic information carrier in the course of many decades is a package of technological documentation allowing the support of the product correspondence to the requirements specified.

For quality continuous improvement it is offered to consider a life term of each machine part as a continuous flow of technologies.

A hierarchical structure of technologies (technological routes and operations) is substantiated. As a result a possibility arises to adjust tracing the information on parts quality during their manufacturing and assemblage, in motor car application and also at preparation for utilization.

**Key words:** machinery, life, technology, hierarchical structure.

### Введение

На протяжении последних 20 лет российские предприятия вынуждены внедрять и сертифицировать ряд систем менеджмента (качества, экологичности, персонала и т.д.). Общим для этих систем сегодня является прямое или косвенное требование управлять жизненным циклом тех или иных объектов [1; 2]. Однако однозначного общего определения его содержания пока что нет.

Сегодня налицо два мощных фактора, побуждающих на деле переходить к управлению полным жизненным циклом любой продукции, используемой для удовлетворения потребностей человека:

1. Рост технологического могущества человека, позволяющий перерабаты-

вать колоссальные объемы природных ресурсов и губить природную среду.

2. Грядущая цифровизация производственной деятельности. При передаче выполнения полного комплекса процессов производственной деятельности автоматическим устройствам недопустимо даже малейшее на первый взгляд упущение или ошибка в определении требований к продукции и процессам.

Это обстоятельство делает весьма актуальным положение профессора Генити Тагути «Качество продукции определяется количеством вреда, который она наносит за весь срок своего существования».

### Существующее информационное сопровождение для управления

Каждое средство удовлетворения потребностей человека должно обладать необходимым качеством. Для этого должен быть выбран комплекс адекватных характеристик, назначены требования к их зна-

чениям и обеспечено выполнение этих требований. Чтобы обеспечить их, нужны процессы изготовления или эксплуатации и управление этими процессами. Первоначальная информация для управления - это

модели процессов, содержащие адекватные характеристики и требования к ним. Рассмотрим, каким образом возможно сформировать единое информационное сопровождение различных технологий, на

примере ответственной детали автомобиля - зубчатого колеса.

В нашей стране описание процессов изготовления деталей осуществляется в формах стандартной технологической документации (рисунок).



Рис. Плюсы и минусы информации комплекта стандартизированной технологической документации отечественных производителей [2]

К её достоинствам следует отнести структурирование содержания технологий по иерархическим уровням: технологические маршруты - операции - установки - обработка в станочных позициях - переходы - рабочие ходы. В автомобилестроении на каждый технологический маршрут формируется комплект технологической документации. В нем обозначен обобщающий документ - маршрутная карта, присутствует набор технологических карт для всех производственных операций, операционные карты контроля, а также сводная ведомость оснастки. В комплекте содержится исчерпывающая информация для обеспечения соответствия качества, а также для нормирования расхода ресурсов (рисунок). Наличие этой документации является абсолютно необходимым при получении заказов на продукцию. Поэтому

именно отечественную технологическую документацию целесообразно взять за основу процессов жизненного цикла.

Однако формы этих документов являются выражением давно отжившей системы Тейлора. Сегодня, когда требуется регулировать значения отклонений характеристик качества, добиваться улучшения качества деталей, становится очевидным ряд недостатков в их содержании [2; 3]:

1. Комплект документации охватывает только один отдельно взятый технологический маршрут производства. Не факт, что по содержанию два смежных маршрута, разработанных в разных технологических бюро, состыкованы между собой.

2. Зачастую специалисты-технологи пренебрегают изложением в технологических документах характеристики операций транспортировки и хранения деталей, где

можно потерять уже достигнутые показатели качества продукта.

3. Практически повсеместно в содержании технологических карт остается достаточно много ошибок и упущений.

4. В комплекте не предусмотрено

наличие информации о факторах, влияющих на отклонения характеристик качества, а значит, невозможно оперативно планировать необходимые корректирующие действия.

### Предложения по совершенствованию информации для управления

Возможность улучшить прослеживаемость качества по ходу производства заложена в [4]. Предусмотрена карта потока процессов, она содержит информацию о факторах влияния на величину наиболее важных (ключевых) характеристик качества. Однако само понятие операции не определено, так что в производстве изделий, содержащих хотя бы несколько маршрутов, карта становится громоздкой. Отсюда следует, что формирование модели жизненного цикла элементов продукции машиностроения является насущной задачей.

Отметим, что все требования к детали формируются в проектных процедурах, которые не входят в жизненный цикл детали.

Жизненный цикл зубчатого колеса как металлического твердого тела представляет собой непрерывную последовательность следующих этапов:

1. Извлечение приемлемого исходного сырья (добыча железной, марганцевой, никелевой и других руд).

2. Изготовление элементов материала детали (получение ферроникеля, феррохрома, железных окатышей и др.).

3. Изготовление материала детали (в данном примере - в виде проката) по технологиям металлургического производства.

4. Изготовление детали с заданным качеством.

5. Включение детали с заданной точностью в состав узла, агрегата, готового изделия.

6. Применение детали по её назначению в составе изделия.

7. Подготовка к утилизации материала выработавшей ресурс детали - вторичному применению.

На каждом из этапов деталь (будущая, работающая или снятая с эксплуата-

ции) выступает в разном качестве. Она приносит пользу только в ходе её применения, но на любом этапе технологии могут наносить вред.

Содержание каждого этапа представляется как непрерывный поток технологий [2]. Чтобы можно было увидеть и проанализировать простейшие их составляющие, модель потока технологий должна иметь иерархическую структуру. Элементами верхнего уровня будем считать технологические маршруты. На этапе предусмотрены четыре вида маршрутов. Особенностью этапа применения является то, что маршруты каждого вида многократно повторяются, причем реализуются в разных условиях использования изделия. Примеры на этапах изготовления и применения детали по назначению представлены в табл. 1, 2.

Структурные элементы маршрута - технологические операции. В пределах маршрута их поток также состоит из четырех видов. Структура самих операций наиболее подробно проработана для технологий формообразования на станках (установы - обработка в станочных позициях - переходы - рабочие ходы). В каждом переходе операций обрабатываемый полуфабрикат взаимодействует с соответствующими модулями технологической системы.

Предложенный подход невозможно реализовать без использования общего определения понятия «технология». Напрашивается следующая редакция: «Технология - непрерывный поток структурно организованных управляемых процессов изготовления, перемещения, хранения и применения по назначению изделия, обеспечивающий его требуемое качество на каком-либо из этапов жизненного цикла при заданных ограничениях со стороны производственной системы».

Таблица 1

**Пример типовых технологических маршрутов  
(этап жизненного цикла «Изготовление детали»)**

Номер маршрута по потоку	Наименование маршрута	Виды технологических маршрутов				Производственная система
		Производ.	Транспорт.	Хранение	Контроль	
1	Получение исходной заготовки	*				Загот. уч-к
2	Доставка в составе партии на линию штамповки		*			Трансп. цех
3	Формообразование поковки	*				Цех штамповки
4	Доставка в составе партии на отжиг		*			Трансп. цех
5	Отжиг поковки	*				Термический участок
	Контроль партии				*	ОТК
6	Доставка на участок мехобработки		*			Трансп. цех
7	Предв. формообразование полуфабриката детали	*				Механический участок
8	Доставка на термический участок		*			Трансп. цех
9	Химико-термическая обработка в составе партии	*				Термический участок
10	Доставка на финишное формообразование		*			Трансп. цех
11	Финишное формообразование детали	*				Участок шлифования
12	Приемочный контроль партии				*	ОТК
13	Доставка на сборку в составе партии		*			Трансп. цех

Таблица 2

**Перечень типовых технологических маршрутов  
(этап жизненного цикла «Применение по назначению»)**

Номер маршрута по потоку	Наименование маршрута	Виды технологических маршрутов				Производственная система
		Производ.	Транспорт.	Хранение	Контроль	
1	Хранение в составе изделия на стоянке			*		Транспортная компания
2	Функционирование в течение порожнего рейса изделия	*				Транспортная компания
...						
n	Функционирование в течение рейса доставки груза	*				Транспортная компания
(n+1)	Диагностирование в составе агрегата изделия				*	Сервисный центр
...						
(n+k)	ТО в составе агрегата изделия				*	Сервисный центр
...						
(n+m)	Хранение в составе законсервированного изделия			*		Транспортная компания
...						

**Заключение**

Современные требования к управлению процессами побуждают отказаться от «лоскутного» проектирования узкоспеци-

альных технологий и перейти к разработке и управлению законченными жизненными циклами вновь создаваемой продукции.

Для этого предложено универсальное определение понятия «технология». На примере жизненного цикла детали автомобиля в виде непрерывного потока технологий показана возможность системного

представления каждого сколь угодно малого элемента технологии, что крайне важно для разработки программного обеспечения цифровых производств.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ Р ИСО 9001-2015. Системы менеджмента качества. Требования.
2. IATF 16949. Quality management system requirements for automotive production and relevant service parts organizations. - Режим доступа: <http://www.icgrp.ru/docs/list/standards/iso-ts-16949/16949-tkb>.
3. Касьянов, С.В. Технологическая документация как основа конкурентоспособности производителя автокомпонентов на мировом рынке / С.В.

- Касьянов, Г.Ф. Биктимирова // Автомобильная промышленность. - 2013. - № 6. - С. 30-33.
4. Касьянов, С.В. К вопросу о создании отраслевой системы показателей результативности и эффективности предприятий-поставщиков / С.В. Касьянов, М.М. Горельшева // Автомобильная промышленность. - 2012. - № 6. - С. 1-3.
5. ГОСТ Р 51814.4-2004. Системы менеджмента качества в автомобилестроении. Одобрение производства автомобильных компонентов.

1. RSS R ISO 9001-2015. Systems of Quality Management. Requirements.
2. IATF 16949. Quality management system requirements for automotive production and relevant service parts organizations. - Access mode: <http://www.icgrp.ru/docs/list/standards/iso-ts-16949/16949-tkb>.
3. Kasiyanov, S.V. Technological
4. Technological documentation as basis of automotive component manufacturer's competitive ability in world market / S.V. Kasiyanov, G.F. Biktimirova

- // Automotive Industry. - 2013. - No.6. - pp. 30-33.
5. Kasiyanov, S.V. To the problem of the formation of a branch system of indices of effectiveness of enterprise-suppliers / S.V. Kasiyanov, M.M. Gorelysheva // Automotive Industry. - 2012. - No.6. - pp. 1-3.
6. RSS R 51814.4-2004. Quality Management Systems in Motor Industry. Approval of Motor Car Components.

*Статья поступила в редакцию 29.05.19  
Рецензент: д.т.н., профессор Юго-Западного  
государственного университета,  
член редсовета журнала «Вестник БГТУ»  
Ивахненко А.Г.  
Статья принята к публикации 7. 06. 19.*

#### Сведения об авторах:

**Касьянов Станислав Владимирович**, к.т.н., доцент кафедры материалов, технологий и качества Набережночелнинского института Казанского федерального университета, (НЧИ КФУ), тел.: +7 (917) 262-22-66.

**Kasiyanov Stanislav Vladimirovich**, Can. Sc. Tech., Assistant Prof of the Dep. "Materials, Technologies and Quality, Naberezhny Chelny Institute of Kazan Federal University, phone: +7 (917) 262-22-66.

**Карлова Татьяна Владимировна**, д.социол.н., к.т.н., профессор, вед. науч. сотрудник Института конструкторско-технологической информатики РАН, Тел. +7 (499) 978-99-62, e-mail: [karlova@yandex.ru](mailto:karlova@yandex.ru).

**Karlova Tatiana Vladimirovna**, Dr. Sc. Sociol., Can. Sc. Tech., Prof., Leading researcher, Institute of Design-Technological Informatics RAS, e-mail: [karlova@yandex.ru](mailto:karlova@yandex.ru).