



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
УПРАВЛЕНИЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ
КВАЛИФИКАЦИИ

Кафедра «Управление качеством»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
для выполнения практической работы
по дисциплине
**«Средства и методы управления
качеством»**

**НА ТЕМУ: ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ
АНАЛИЗ ИЗДЕЛИЯ**
(на примере изделия – «обратный клапан»)



Авторы
Зубрилина Е.М., Димитров В.П.,
Суровцева О.А.

Ростов-на-Дону, 2016

Аннотация

Методические указания предназначены для бакалавров по направлению подготовки 27.03.02 «Управление качеством».

Авторы

к.т.н., доцент Зубрилина Е. М.,
д.т.н., профессор Димитров В. П.,
к.т.н., доцент Суровцева О.А.



Оглавление

1. Общее описание изделия	4
2 Маркетинговый анализ изделия	6
3 Построение компонентной модели объекта	8
4 Построение структурной модели объекта	10
5. Построение функциональной модели объекта	12

Цель занятия: Закрепить теоретические знания и развить у студентов практические навыки использования функционального анализа изделий.

1. Общее описание изделия

1.1 Назначение изделия. Обратный клапан предназначен для проведения потока газа (воздуха) из входной магистрали в выходную и предотвращения проведения потока газа из выходной магистрали во входную.

1.2 Определить надсистему, в которую входит изделие. Обратный клапан является частью пневмо-гидросистемы управления двигательной установкой летательного аппарата (самолета, вертолета).

1.3 Область применения изделия. Обратный клапан может быть использован в любых пневмо- и гидросистемах, где возникает задача одностороннего проведения потока жидкости или газа.

1.4. Определить стадии жизненного цикла изделия. Жизненный цикл обратного клапана включает стадии:

- - разработки;
- - изготовления деталей;
- - сборки;
- - испытаний;
- - разборки и проверки состояния деталей;
- - повторной сборки;
- - монтажа (в надсистему);
- - эксплуатации в течение заданного ресурса;
- - демонтажа;
- - утилизации.

1.5 Требования к изделию по ТУ. Требования к обратному клапану (по ТУ).

1. Размеры трубопровода, в магистраль которого установлен обратный клапан - наружный диаметр 10 мм.

2. Перепад давлений на входе и выходе обратного клапана, при котором клапан открывается - 0,1 атм.

3. Перепад давлений на входе и выходе обратного клапана, при котором клапан закрывается - 0,05 атм.

Функциональный анализ изделия

4. Допустимая степень не герметичности клапана в закрытом состоянии, по изменению давления за 1 час работы - не более 2,5%.

5. Допустимая не герметичность корпуса клапана, по изменению давления за 1 час работы - не более 0,5%.

6. Допустимое аэродинамическое сопротивление, вносимое клапаном в магистраль, по перепаду давлений - не более 5%.

7. Вид газа в трубопроводе - воздух.

8. Температура газа в трубопроводе - от -10°C до $+40^{\circ}\text{C}$.

9. Влажность газа в трубопроводе - от 35% до 65%.

10. Содержание примесей газа в трубопроводе - не более 0,1%.

11. Максимально возможное давление газа в трубопроводе - 2 атм.

12. Масса обратного клапана - не более 85 г.

Устройство и работа изделия.

1.6 Описать устройство изделия

Устройство обратного клапана приведено на эскизе (рис. 1).

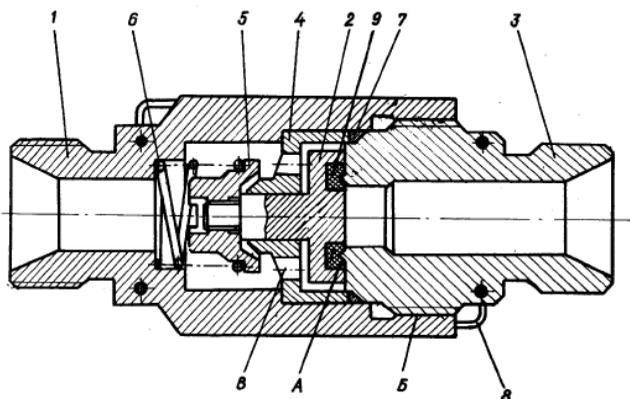


Рисунок 1 - Эскиз изделия (обратного клапана)

Корпус 1 соединяется с выходным трубопроводом гидropневмосистемы управления двигателем (надсистемы) с помощью гайки (на эскизе не показана). Входной трубопровод надсистемы соединяется со штуцером 3 также с помощью гайки (на эскизе не показана).

Поток воздуха из входного трубопровода поступает через

штуцер 3 на тарель клапана 2, на которой создает усилие. Это усилие уравнивается усилием, создаваемым пружиной 6, закрепленной в выемке корпуса 1, и передаваемым от пружины на тарель клапана с помощью опорной втулки 5, навинченной на тарель клапана 2. При превышении давления во входном трубопроводе над давлением в выходном, усилие входного потока преодолевает усилие пружины, тарель клапана перемещается по направляющей втулке 4, открывая для потока доступ в выходной трубопровод. Поток, проходя через зазор между штуцером и тарелью клапана, далее проходит через зазор между тарелью клапана и втулкой направляющей, затем через отверстия В и далее через витки пружины 6 и выходное отверстие в корпусе 1 проходит в выходную магистраль.

При равенстве давлений во входном и выходном трубопроводе или превышении давления воздуха в выходном трубопроводе над давлением во входном, усилие пружины преодолевает усилие, создаваемое потоком воздуха, перемещая тарель клапана 2 до контакта тарели со штуцером 3. При этом буртик А заходит в паз эластичной вставки 9, обеспечивая герметичность клапана. Уплотнение 7 служит для предотвращения попадания воздуха из входной магистрали в атмосферу. Для предотвращения саморазвинчивания клапана по резьбовому соединению Б корпус и штуцер соединяются проволокой 8. Резьбовое соединение Б обеспечивает также возможность разборки клапана для проверки состояния его компонентов после испытаний клапана.

2 Маркетинговый анализ изделия

2.2 Определить потребителя изделия. Потребителем изделия являются авиастроительные и авиаремонтные предприятия. Как правило, это хорошо оснащенные предприятия с квалифицированным персоналом и достаточно жесткими требованиями к качеству изделий.

Оценка уровня качества таким потребителем производится на основе анализа соответствия технических характеристик.

Рынок: Данная продукция присутствует на национальном рынке России, стран СНГ, стран Восточной Европы и др., в которые осуществлялась поставка авиатехники гражданского и военного назначения из России.

Продукция данного предприятия составляет около 30% от общего объема рынка.

Функциональный анализ изделия

Конкуренты: Основными конкурентами являются завод №200 и завод №18, которые в сумме удерживают 70% рынка. Завод № 18 расположен на территории Украины и предлагает более низкие цены, хотя и при менее выгодных условиях поставки.

Фаза маркетингового цикла: фаза насыщения

Типовые маркетинговые стратегии: по Рис. 2 возможны следующие варианты: стратегия разработки модификаций и сегментация рынка; стратегия снижения себестоимости и ценовое соперничество; стратегия использования сложившейся инфраструктуры, снижения эксплуатационных затрат.

Стратегия (a) – нецелесообразна, так как данный рынок не допускает сегментации. Выбираем стратегию (c) с элементами стратегии (b) , то есть использование сложившейся инфраструктуры, снижения эксплуатационных затрат при одновременном снижении себестоимости и ценовом соперничестве.

Направления совершенствования: по Рис. 3 определяем направления совершенствования в порядке убывания эффективности капиталовложений: Снижение затрат;

Улучшение технического обслуживания; Снижение уровня дефектности; Реклама; Улучшение упаковки.

Выбираем направление совершенствования, связанное с сокращением затрат. Целесообразный вид анализа – функционально-стоимостной (ФСА).

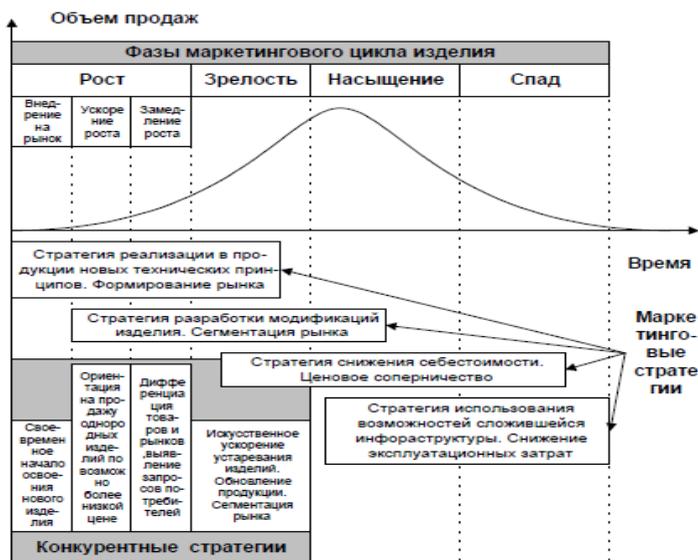


Рисунок 2 - Типовые маркетинговые стратегии

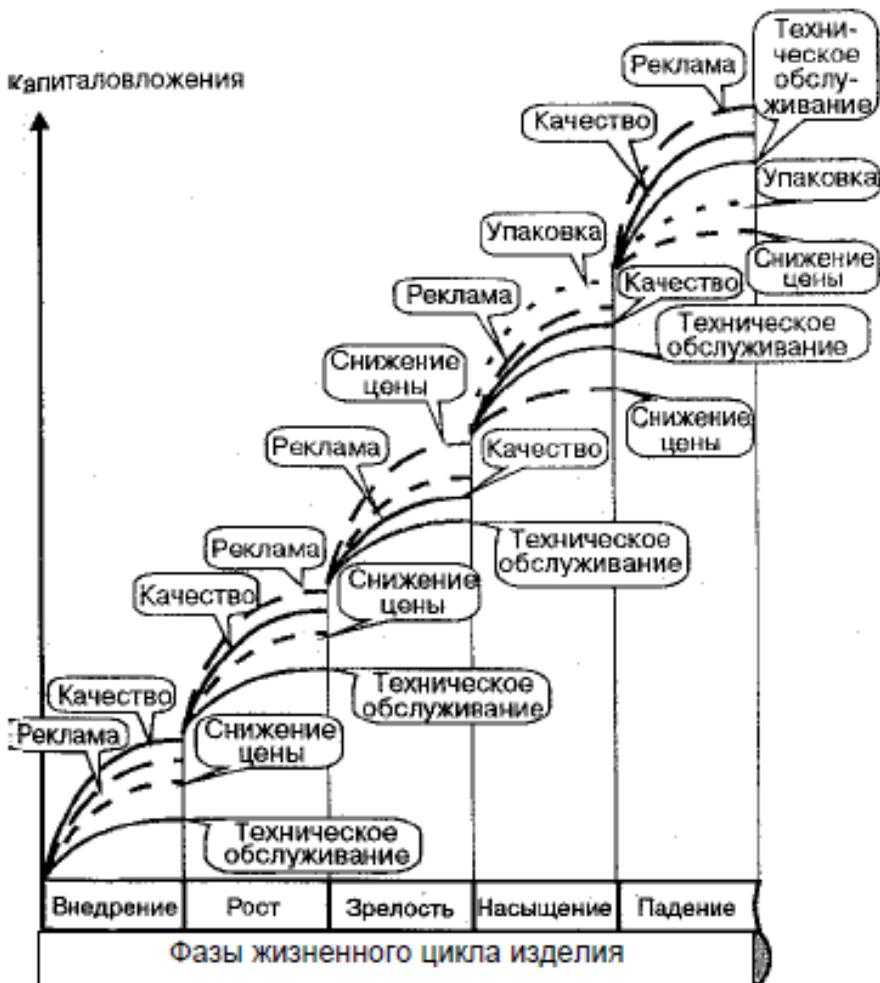


Рисунок 3 - Сравнительная эффективность капиталовложений в направления совершенствования изделий

3 Построение компонентной модели объекта

3.1 Составление матрицы компонентов изделия.

Таблица 1 - Матрица компонентов

Наименование компонента	Обозначение	УКИ	Вышестоящий компонент	УФИ	ИФИ	лан

Функциональный анализ изделия

1	Корпус	E1	1	H2	1	100%	=
2	Клапан	E2	3	E4	1	33%	↑
3	Штуцер	E3	1	H1	1	100%	=
4	Направляющая втулка	E4	2	E1	2	100%	=
5	Опорная втулка	E5	4	E2	3	75%	↑
6	Пружина	E6	2	E1, E5	2	100%	=
7	Уплотнение	E7	2	E2	2	100%	=
8	Проволока	E8	2	E1, E3	3	150%	↓
9	Эластичная вставка	E9	2	E1	1	50%	↑
10	Буртик	Ea	4	E2	2	50%	↑
11	Разъемное соединение	Eб	2	E1, E3	3	150%	↓
12	Отверстие для прохода газа	Eв	3	E4	1	33%	↑
13	Входной трубопровод	H1	0	-	0	-	-
14	Выходной трубопровод	H2	0	-	0	-	-
15	Среда	Ср	0	-	0	-	-

3.2 Составление графической компонентной модели

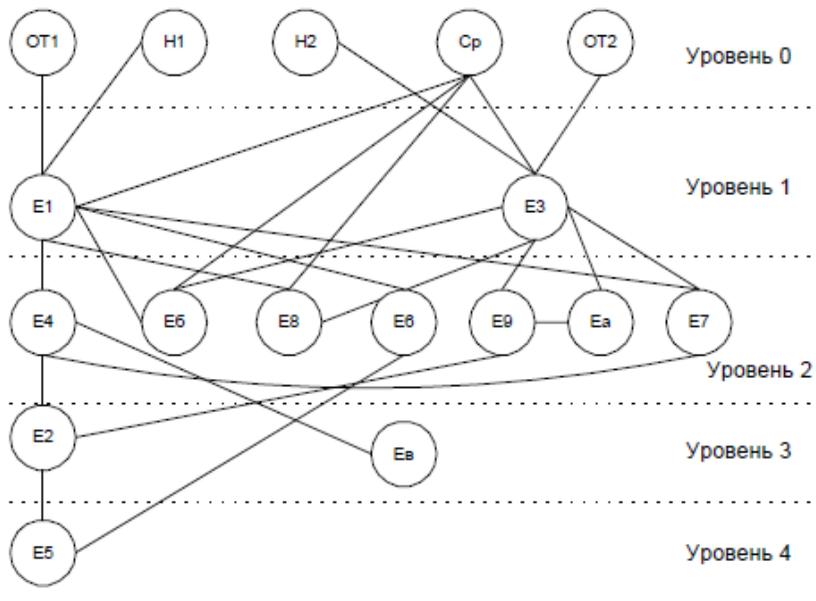


Рисунок 4 - Графическая компонентная модель

4 Построение структурной модели объекта

В таблице 2 указано наличие связей между компонентами, а в таблице 3 - вид и характеристика связей. Очевидно, что матрица наличия связей- симметричная.

Функциональный анализ изделия

Таблица 2 Матрица наличия связей между компонентами

Компо- нент	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	Ea	E6	Eв	H1	H2	OT1	OT2	C
E1	X			+		+	+	+			+		+				+
E2		X	+	+	+				+			+			+	+	
E3			X	+			+	+	+			+		+	+		
E4				X													+
E5					X	+											+
E6						X											+
E7							X										
E8								X									
E9									X							+	
Ea										X						+	
E6											X						
Eв												X					+
H1													X	H			
H2														X			
OT1															X		
OT2																X	
C																	X

Таблица 3 Матрица виды связей

	Обо- зна- чение связи	Ха- рак- тер связи	Струк- тура связи	Полез- ность связи	Роль связи
1	E1-E4	Вещ.	П-п	П	Базировать направляющую втулку относительно корпуса
2	E1-E6	Вещ.	П-п	П	Базировать пружину относи- тельно корпуса
3	E1-E6	Вещ.	Э	Вр	Нагружать корпус
4	E1-E7	Вещ.	П-п	П	Фиксировать уплотнение
5	E1-E7	Вещ.	Э	П	Деформировать уплотнение
6	E1-E8	Вещ.	П-п	П	Соединять корпус и проволоку
7	E1-E6	Вещ.	П-г	П	-
8	E1-H1	Вещ.	П-п	П	Соединять корпус с трубопрово- дом
9	E1-OT1	Полев.	С-к	П	Проводить газ в клапан
10	E2-E3	Вещ.	П-г	П	Обеспечивать прилегание кла- пана к штуцеру
11	E2-E3	Вещ.	С-к	Вр	Проводить газ через стык
12	E2-E4	Вещ.	П-п	П	Базировать клапан относитель- но направляющей втулки
13	E2-E4	Вещ.	П-г	Вр	Изнашивать клапан и втулку
14	E2-E5	Вещ.	П-п	П	Фиксировать опорную втулку
15	E2-E5	Вещ.	Э	Н	Нагружать опорную втулку

Продолжение таблицы 3- Матрица вида связей

Функциональный анализ изделия

	Обозначение связи	Характер связи	Структура связи	Полезность связи	Роль связи
15	E3-E7	Вещ.	П-г	П	Герметизировать соединение
16	E3-E8	Вещ.	П-п	П	Соединять штуцер и проволоку
17	E3-E9	Вещ.	П-г	П	Герметизировать соединение
18	E3-Ea	Вещ.	П-г	П	Герметизировать соединение
19	E3-E6	Вещ.	П-г	П	Соединять корпус и штуцер
20	E3-E6	Вещ.	С-к	Вр	Проводить газ
21	E3-H2	Вещ.	П-п	П	Соединять штуцер с трубопроводом
22	E3-OT2	Полев.	С-к	П	Проводить газ в клапан
23	E4-OT2	Полев.	С-к	Н	Проводить поток газа
24	E5-E6	Вещ.	П-п	П	Базируть пружину
25	E5-E6	Вещ.	Э	Вр	Нагружать опорную втулку
26	E5-OT2	Полев.	С-к	Н	Проводить поток газа
27	E6-OT2	Полев.	С-к	Н	Проводить поток газа
28	E9-OT2	Полев.	С-к	Вр	Проводить поток газа
29	E6-OT2	Полев.	С-к	П	Проводить поток газа

5. Построение функциональной модели объекта

№	Элемент	Функция	Условие, примечание	Обозначение	Вид функции
1	E1	Соединять (клапан E2 и выходной трубопровод H1)		Ф11	О
2		Предотвращать попадание (газа OT1, OT2 в атмосферу С)		Ф12	В
3		Воспринимать усилие (пружины E6)		Ф13	В
4		Утяжелять (надсистему H1, H2)		Ф14	Вр
5		Конденсировать (атмосферную влагу С)	при низких температурах атмосферного воздуха	Ф15	Н
6	E2	Открывать пространство	при превышении давления в	Ф21	О

Функциональный анализ изделия

№	Элемент	Функция	Условие, примечание	Обозначение	Вид функции
		доступа (газа ОТ1 к ОТ2)	ОТ1 над давлением в ОТ2		
7		Предотвращать доступ (газа ОТ1 к ОТ2)	при равенстве давлений в ОТ1 и ОТ2 или превышении давления в ОТ2 над давлением в ОТ1	Ф22	О
8		Создавать аэродинамическое сопротивление	потoku воздуха при отрывании клапана	Ф23	Вр
9		Утяжелить (надсистему Н1, Н2)		Ф14	Вр
10		Увеличивать массу подвижных элементов	при открывании и закрывании клапана	Ф15	Вр
10	Е3	Соединять (клапан Е2 и входной трубопровод Н2)		Ф31	О
11		Предотвращать попадание (газа ОТ1, ОТ2 в атмосферу С)	при отрывании клапана	Ф12	В
12		Утяжелить (надсистему Н1, Н2)		Ф14	Вр
13	Е4	Направлять движение (клапана Е2 относительно корпуса Е1)	при открывании и закрывании клапана	Ф41	О
14		Изнашивать (клапан Е2)	при открывании и закрывании клапана	Ф42	Вр
15	Е5	Передавать усилие (от пружины Е6 на клапан Е2)		Ф5	О
16		Создавать аэродинамическое сопротивление	потoku воздуха при отрывании клапана	Ф23	Вр
17		Утяжелить (надсистему Н1, Н2)		Ф14	Вр
18		Увеличивать массу подвижных элементов	при открывании и закрывании клапана	Ф15	Вр
19	Е6	Создавать усилие	уравновешивающее разность давлений во входном и выходном трубопроводе	Ф6	О
20		Создавать аэродинамическое сопротивление	потoku воздуха при отрывании клапана	Ф23	Вр
21		Утяжелить (надсистему Н1, Н2)		Ф14	Вр
22		Увеличивать массу подвижных элементов	при открывании и закрывании клапана	Ф15	Вр
23	Е7	Герметизировать соединение (штуцера Е3 и корпуса Е1)		Ф71	О
24		Предотвращать попадание	при открывании клапана	Ф12	В