

ТЕХНОЛОГИЯ СБОРКИ,  
СВАРКИ И ИСПЫТАНИЙ

УДК 629.7: 621.6 073.5: 620.165.29-762

Б.А.С е д ы х

К ОЦЕНКЕ ВЛИЯНИЯ НЕКОТОРЫХ ФАКТОРОВ  
НА ГЕРМЕТИЧНОСТЬ РАЗЪЕМНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ТРУБОПРОВОДОВ

Степень герметичности соединений трубопроводов пневмогидравлических систем изделий в значительной мере определяет надежность как самих систем, так и всего изделия в целом. Для решения задачи обеспечения требуемой герметичности соединений трубопроводов и сохранения ее при эксплуатационных нагрузках требуются дальнейшие теоретические и экспериментальные исследования.

Герметичность разъемного соединения трубопроводов является функцией большого количества параметров, которые в общем случае определяются конструкцией и технологией изготовления элементов данного типа соединения и процесса их сборки. Влияние каждого из параметров на герметичность соединения можно с требуемой точностью определить после проведения соответствующих экспериментальных работ. Однако при большом числе параметров необходимое количество опытов может быть настолько велико, что сама реализация эксперимента затрудняется. Кроме того, в результате эксперимента можно выявить незначительное влияние некоторых параметров на герметичность соединения, что, как правило, делает необоснованным их включение в эксперимент.

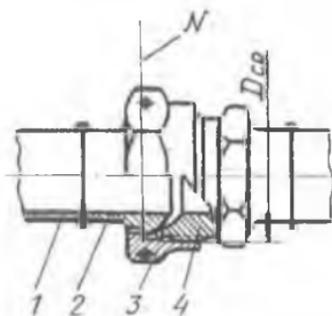
Исходя из этого, необходимо было определить и исключить из эксперимента такие параметры, влиянием которых можно пренебречь, т.е. выполнить "отсеивание факторов". Известны некоторые правила, по которым можно выполнить такое отсеивание при минимальном количестве опытов I. а также оценить влияние параметров до опы-

та, например, с помощью априорного ранжирования [1], [2], относящегося к методам эвристического прогнозирования.

Известно, что прогнозирование предполагает получение и специальную обработку прогнозных оценок параметров объекта путем систематизированного опроса высококвалифицированных специалистов (экспертов) в узкой конкретной области техники или науки. Прогнозные оценки экспертов отражают индивидуальные суждения специалистов относительно данного объекта и основаны на мобилизации собственного опыта и интуиции.

На основании результатов анализа конкретных конструктивно-технологических характеристик штуцерно-нипельного соединения по внутреннему конусу (типа ГОСТ 16078-70, рис. 1) методом априорного ранжирования была определена следующая группа параметров:

- $X_1$  - неперпендикулярность опорного буртика гайки к среднему диаметру резьбы;
- $X_2$  - квалификация сборщика;
- $X_3$  - количество переборок соединения;
- $X_4$  - эллипсность ниппеля или штуцера;
- $X_5$  - наличие смазки на уплотняющих поверхностях;
- $X_6$  - величина затяжки накидной гайки;
- $X_7$  - наличие мехповреждений (рисок) на уплотняющей поверхности;
- $X_8$  - удобство сборки соединения на изделии;
- $X_9$  - класс чистоты уплотняющих поверхностей.



Р и с. 1. Штуцерно-нипельное соединение по внутреннему конусу (ГОСТ 16078-70): 1- труба; 2- ниппель; 3- гайка накидная; 4- штуцер ( $D_{cp}$  - средний диаметр резьбы;  $N$  - опорная плоскость буртиков гайки и ниппеля)

Эксперты, опытные инженерно-технические работники (49 человек) были объединены в следующие группы:

- 1 - технологи ОТГ;
- 2 - работники ОТК цеха общей сборки;
- 3 - представители заказчика цеха общей сборки;
- 4 - производственные мастера цеха общей сборки;

- 5 - технологи цеха - сборщики;
- 6 - конструкторы СКО;
- 7 - конструкторы ОКБ;
- 8 - ИТР цеха производства трубопроводов;
- 9 - технологи НИИ.

Экспертам были предложены анкеты с указанным перечнем параметров для оценки их по девятибалльной системе. В основу анкетного опроса был положен метод Дельфи, отличительной особенностью которого является отсутствие непосредственного общения между экспертами при заполнении анкет. Это позволяет избежать конформизма, т.е. искажения действительного мнения эксперта под влиянием таких психологических факторов, как внушение или приспособление к мнению большинства других экспертов.

После сбора анкет данные были систематизированы и сведены в матрицу рангов (табл. I).

Коэффициент конкордации (согласованности) рассчитывался по формуле

$$W = \frac{12S}{(n^3 - n)m^2},$$

где  $W$  - коэффициент конкордации;  
 $m$  - количество экспертов;  
 $S$  - сумма квадратов отклонений от среднего;  
 $n$  - количество факторов.

При полной согласованности мнений экспертов  $W = 1$ , при полной их несогласованности  $W = 0$ . Таким образом, чем ближе  $W$  к 1, тем выше согласованность мнений экспертов о рангах параметров.

Значимость коэффициентов конкордации можно оценить с помощью критерия Пирсона при числе степеней свободы  $f = n - 1$ ; критерий  $\chi^2$  в этом случае определяется выражением

$$\chi^2_W = m(n-1)W.$$

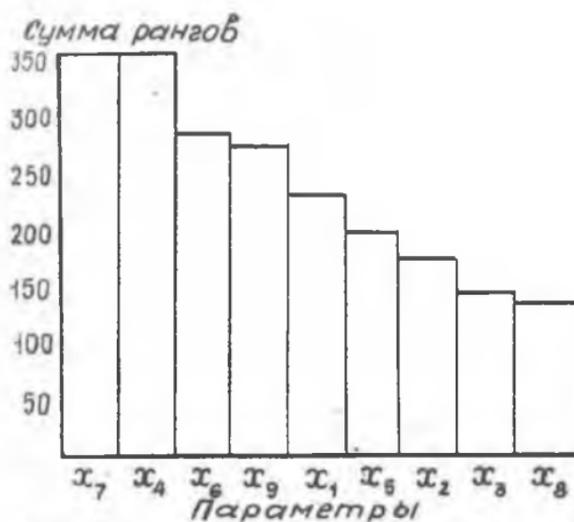
Уровень значимости  $\beta$  - коэффициента конкордации был определен по математическим таблицам [3] и представлен для каждой группы и суммарного результата. Из табл. I видно, что есть параметры, которым эксперты во всех группах приписывают очень большое или очень малое значение. Есть и такие параметры, мнения экспертов о которых расходятся.



Чтобы получить строго количественную оценку степени согласованности по каждому параметру в отдельности, дополнительно была проверена гипотеза о равномерном ранжировании для четырех параметров:  $X_7$ ,  $X_8$ ,  $X_1$ ,  $X_5$  (табл.2).

Т а б л и ц а 2

Интервалы рангов		1-3	4-6	7-9	$\chi^2$
Теоретически ожидаемые частоты с применением гипотезы о равномерном ранжировании		16,3	16,3	16,3	
Наблюдаемые частоты для параметров	$X_7$	2	9	38	44,70
	$X_8$	37	7	5	39,43
	$X_1$	13	25	11	7,03
	$X_5$	19	22	8	6,67



Р и с.2. Сводная диаграмма рангов

Результаты проверки (см.табл.2) позволяют утверждать, что при высоком уровне значимости ( $\beta = 0,001$ ) гипотеза о равномерном ранжировании по интервалам рангов не может быть принята для параметров  $X_7$  и  $X_8$ , тогда как для параметров  $X_1$  и  $X_5$  эта гипотеза применима.

Представленная на рис. 2 сводная диаграмма рангов показывает, что значимость параметров

рассматриваемого типа соединения характеризуется равномерно-убывающими суммами рангов (за исключением параметров  $X_4$  и  $X_7$ ). Это свидетельствует о том, что нельзя уверенно сделать вывод о преимуществе одних факторов над другими (по крайней мере, рядом стоящими).

Полученные данные качественно характеризуют изучаемый объект. Они использовались при подготовке физического эксперимента, куда были включены параметры  $X_7$ ,  $X_4$ ,  $X_6$ ,  $X_9$ ,  $X_5$ , имеющие наибольшие суммы рангов (рис.2). При этом учитывались результаты ранжирования в группах с высокими  $W$  и  $S$ , например, в группах 2.6.7

Таким образом, результаты оценки влияния параметров на герметичность разъемного соединения трубопроводов, полученные с помощью априорного ранжирования, не противоречат имеющимся теоретическим представлениям об изучаемом соединении. При данном методе обосновано включение в эксперимент значимых параметров, а в случае слабой изученности объекта практически только этим методом можно определить объем параметров для включения в эксперимент.

## Л и т е р а т у р а

1. И а л и м о в В.В., Ч е р н о в а Н.А. Статистические методы планирования экстремальных экспериментов. М., "Наука", 1965.
2. А д л е р Ю.П. Введение в планирование эксперимента. М., "Металлургия", 1969.
3. Б о л ь ш е в Л.Н., С м и р н о в Н.В. Таблицы математической статистики. М., "Наука", 1965.

УДК 629.7:621.6.073.5 - 182.8

А.С.Горячев, Г.Н.Акимов, В.Г.Лацкий

### РАСЧЕТ КОМПЕНСАЦИИ ПОГРЕШНОСТЕЙ В СИСТЕМАХ ТРУБОПРОВОДОВ САМОЛЕТА

Как известно, компенсаторы (сильфоны) в системах трубопроводов вводятся для снятия напряжений, вызванных значительными колебаниями температур и деформаций самолета в процессе эксплуатации, а также для компенсации погрешностей изготовления и монтажа трубопроводов.