

## ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ КРУПНОГАБАРИТНОГО СИЛЬФОНА В ТОПЛИВНОЙ СИСТЕМЕ РАКЕТЫ-НОСИТЕЛЯ

© Ю. В. Оловаренко

ВО «Південний машинобудівний завод»

Складовою частиною паливної системи ракети-носія є крупногабаритний сильфон. Його конструкція сприймає навантаження гідравлічного удару в момент запуску рушійної установки. Робота спрямована на покращення технології, що забезпечує підвищення техніко-економічних показників його виробництва і конструктивної надійності. Застосування у конструкції виробу сильфона безшовного, виконаного гідроформуванням із суцільнотягнутої трубної заготовки, замість сильфона, звареного з окремих штампованих елементів (щік), дозволяє значно збільшити його надійність за рахунок скорочення кількості операцій: зварювання окремих щік, зачищення і рентгенконтролю зварних швів. Мета роботи — спосіб отримання крупногабаритного сильфона гідроформуванням із суцільнотягнутої трубної заготовки.

В настоящее время количественная оценка надежности стала насущной необходимостью, особенно в тех случаях, когда речь идет о надежности ракетных комплексов больших масштабов и сложности. Такие факторы, как возрастание сложности космических систем, усиление борьбы за рынки сбыта, а также конкурентная борьба за финансовые средства и ресурсы, полностью исключают поставку на современный рынок как изделий с низкой надежностью, так и изделий, спроектированных с чрезмерным запасом по надежности. Повышению надежности космической техники уделяется достаточно серьезное внимание. Эта задача решается как по линии повышения качества проектирования и производства, так и по линии проведения необходимых доработок в процессе их эксплуатации.

Надежность топливной системы РН зависит от надежности элементов ее образующих, от характера соединения элементов между собой по надежности, от предельных состояний, в которых может находиться система. Составной частью топливной системы РН является крупногабаритный сильфон. Его конструкция воспринимает нагрузку гидравлического удара в момент запуска двигательной установки.

Цель работы — улучшение технологии получения крупногабаритного сильфона гидроформовкой из цельнотянутой трубной заготовки. Сильфон представляет собой тонкостенный сосуд с концентрическими складками (гофрами). Сильфоны делятся на две группы, различные по способу изготовления и по роду исходной заготовки:

- 1) поперечношовные, сварные из мембран (щек);
- 2) бесшовные или продольношовные, формованные механическим, гидравлическим или механо-гидравлическим способом.

Ранее используемый в конструкции топливной системы сварной сильфон (рис. 1) имел несколько кольцевых швов, расположенных в зонах максимальных знакопеременных нагрузок. Наличие сварных швов влияет на его прочностные характеристики и жесткость. Шагом к повышению надежности и эксплуатационных характеристик данного узла явилась идея получения цельного сильфона (рис. 2). Для его получения необходимо иметь:

- трубную заготовку нужного диаметра и толщины (рис. 3);
- оборудование для гидроформовки.

Заготовкой для трубы является лист алюминия-

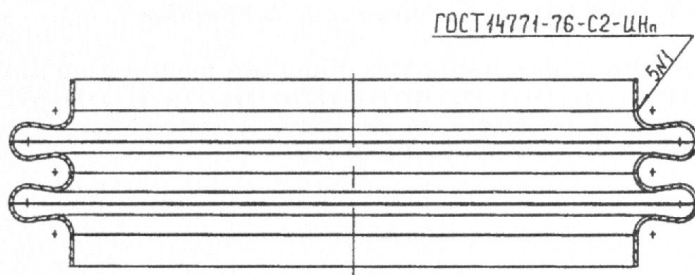


Рис. 1. Сильфон сварной

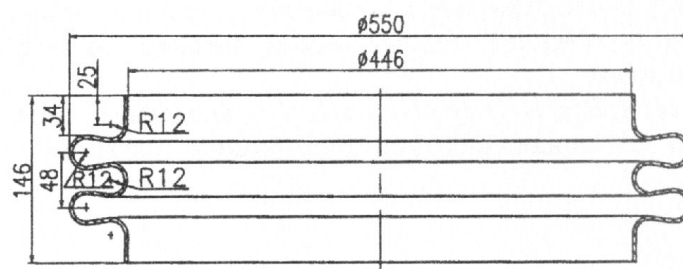


Рис. 2. Сильфон бесшовный

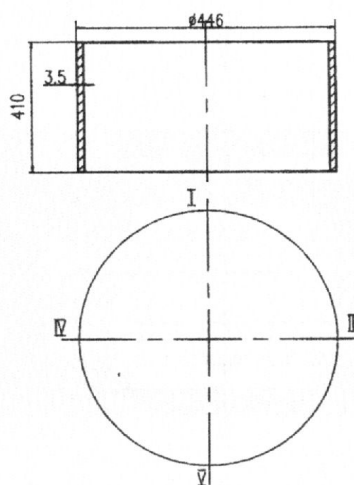


Рис. 3. Заготовка сильфона

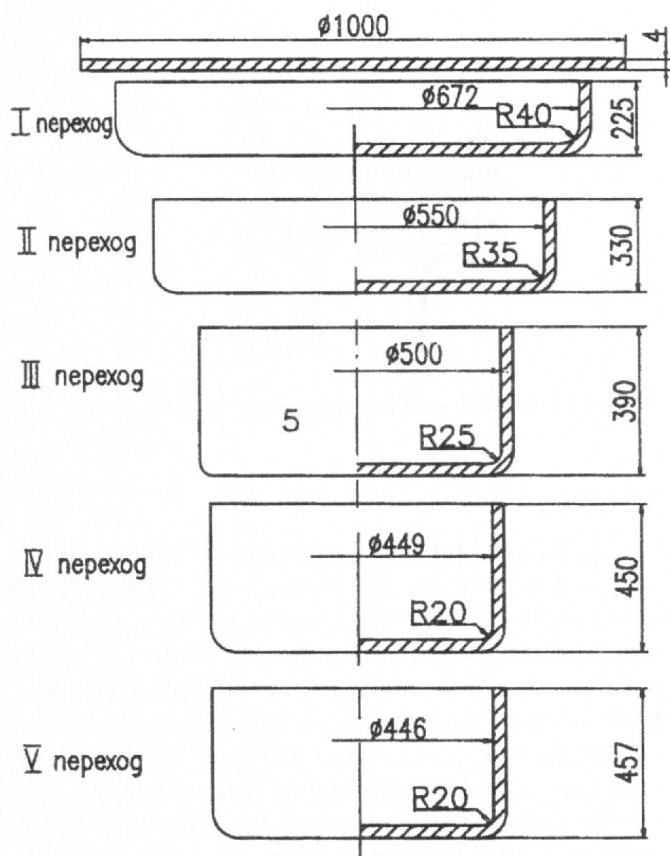


Рис. 4. Последовательность операций вытяжки заготовки сильфона

вого сплава АМгбМ толщиной 4 мм. Лист подвергается ультразвуковому контролю и проверяется на разнотолщинность по предъявленным допускам. Из листа вырезают прямоугольные карты, маркируют, а из карты выкраивают окончательную заготовку — круг диаметром 1000 мм. Перед вытяжкой заготовка подвергается отжигу с целью снятия внутрен-

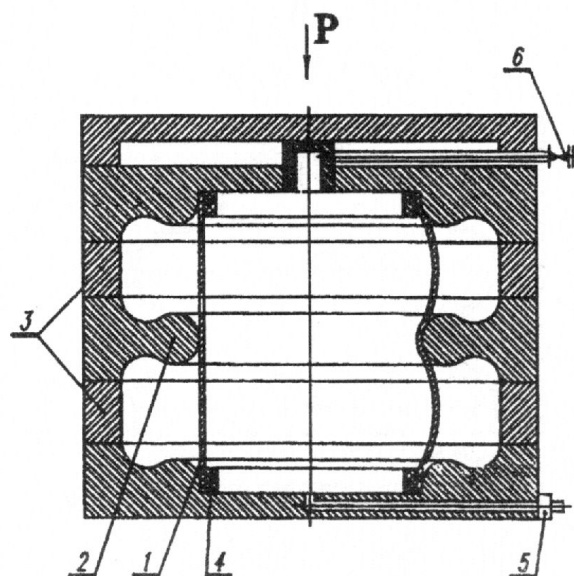


Рис. 5. Штамп для гидроформовки сильфона: 1 — заготовка, 2 — кассета, 3 — ограничители (сухари), 4 — манжета, 5 — штуцера соединительных рукавов, 6 — вентиль

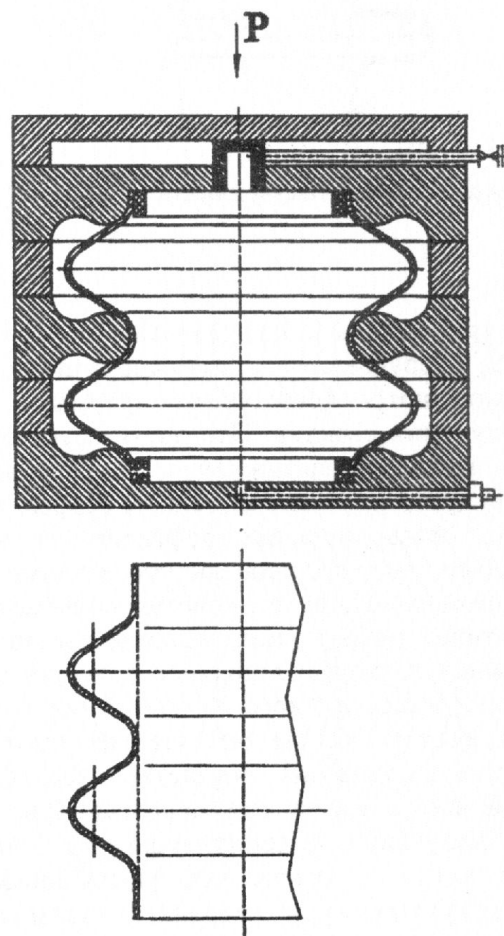


Рис. 6. Первый переход гидроформовки сильфона

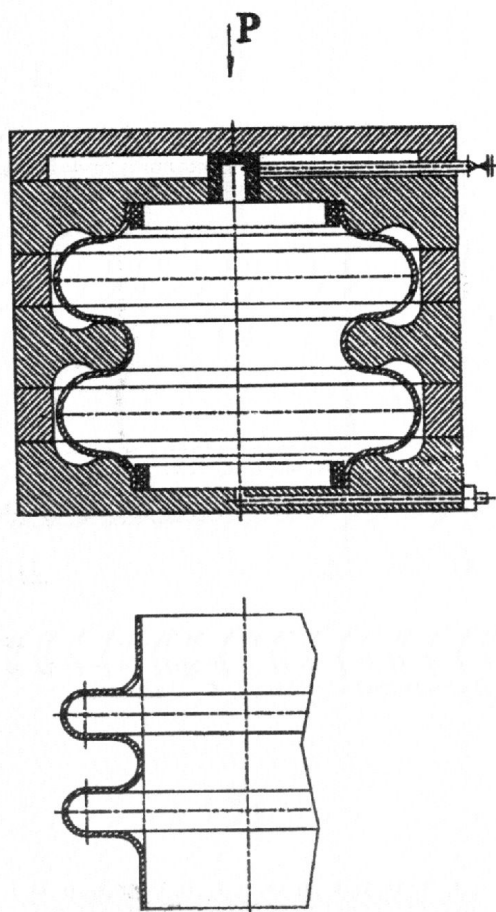


Рис. 7. Второй переход гидроформовки сильфона

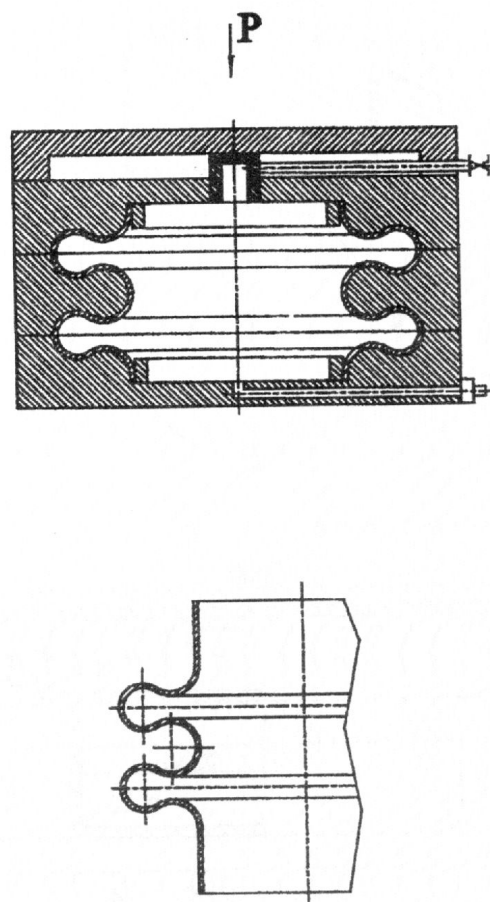


Рис. 8. Третий переход гидроформовки сильфона

них напряжений наклепа металла, потом смазывается. На оборудовании в вытяжных штампах заготовке придаются необходимые формы и размеры для получения стакана. Это достигается пятипереходной глубокой вытяжкой с межоперационным отжигом (рис. 4). После вытяжки, подрезки торцов, зачистки поверхностных дефектов на заготовке проводится обмер толщин, высоты и диаметра трубной заготовки. Такая технология получения трубы способствует выбору рациональной заготовки, точности изготовления и контролю качества с использованием универсального оборудования ПО ЮМЗ.

Следующим этапом технологии изготовления сильфона бесшовного является гидроформовка трубной заготовки за три перехода (рис. 5—8) с целью получения высоких гофр. Для этого был спроектирован и изготовлен уникальный штамп под гидроустановку и гидропресс, имеющиеся на ПО ЮМЗ (рис. 5).

Трубная заготовка устанавливается в штамп, при помощи ограничителей 3, равномерно расположенных по окружности по шесть штук, фиксировалась

кассета 2. Затем при помощи соединительных рукавов 5, соединяющих установку со штампом, в полость заготовка — штамп заливается эмульсионная смесь. Заполнение полости заготовки контролируется течью эмульсии через верхний вентиль 6, который затем закрывается. В полости заготовка — штамп создается давление, которое обеспечивает деформацию трубной заготовки и фиксацию кассеты. Затем снимается давление без откачки эмульсии, поднимается траверза гидропресса, заменяются сухари на меньшие по высоте. Опускается траверза в нижнее положение до смыкания с матрицей, потом подается давление в полость штампа, и производится формовка детали до упора на сухари меньшей высоты прессованием. После сбрасывания давления выкачивается эмульсия из полости, деталь демонтируется, замеряется и отправляется на отжиг для проведения последующих операций гидроформовки. Гидроформовка сильфона осуществляется за три перехода с межоперационным отжигом, степень деформации по переходам составила 8.5 %, 6 % и 4.8 %. Полученной детали после гидрофор-



мовки окончательно придается заданная геометрическая форма с помощью обжима.

Разработанная технология ведущими специалистами холодной штамповки ПО ЮМЗ повышает надежность данного сильфона за счет сокращения сварных швов, повышает технико-экономические показатели за счет уменьшения количества технологических операций, уменьшения материала в количестве 1.5 кг на машинокомплект.

Данная технология успешно внедрена в производство и используется в настоящее время.

1. Бурцев К. Н. Металлические сильфоны. — М.: Машгиз, 1963.—С. 5—12, 83—88.
2. Диллон Б., Сингх Ч. Инженерные методы обеспечения надежности систем. — М.: Мир, 1984.—С. 9—11.
3. Кузнецов А. А. Надежность конструкции баллистических ракет. — М.: Машиностроение, 1978.—С. 178—180.
4. Норицин И. А. Исследование технологии штамповки сильфонов. Прогрессивная технология холодно-штамповочного

производства. — Л.: НТОмашпром, Машгиз, 1956.—Кн. 40.—С. 24—38.

#### INCREASING OF RELIABILITY OF LARGE DEMENSION BELLOW IN LAUNCH VEHICLE FUEL SYSTEM

U. V. Olovarenko

Large demension bellow is a component part of launch vehicle fuel system. Its desing perceives the loading of hydraulic hammer at the moment of propulsion system initiation. This work concerns the improvement of technology providing increasing of performance characteristics and constructional reliability. Using in product desing jointless bellow realized by hydraulic forming from weldless round billet instead of bellow realized by welding from separate stamped terms (stocks), allows greatly increase its reliability at the expense of runs reduction, such as: welding of separate stocks, fettling and weld seams X-raying. The purpose of work is a method of receiption of large demension bellow by hydraulic forming from weldless round billet.

УДК 621.396.6

## ОТБОР ИНФОРМАТИВНЫХ СОВОКУПНОСТЕЙ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ В ЗАДАЧАХ МНОГОКЛАССОВОГО РАСПОЗНАВАНИЯ ОБРАЗОВ

© В. Д. Павленко, А. А. Фомин

Одеський державний політехнічний університет

Аналізуються методи зведення багатокласових задач розпізнавання образів до послідовності задач розпізнавання з двома класами. Пропонується метод відбору інформативних сукупностей діагностичних параметрів в задачах багатокласового розпізнавання образів, заснований на оптимізації цільової функції; досліджується ефективність застосування різних видів цільових функцій

### ВВЕДЕНИЕ

Любые методы неразрушающего контроля сводятся к обработке информации, полученной в результате измерений ряда параметров, характеризующих состояние объекта. На основе этой информации в дальнейшем можно делать выводы о текущем состоянии контролируемого объекта. Как правило, изначально не устанавливается перечень диагностических параметров, несущих в себе информацию о состоянии объекта, связь выбранных параметров между собой и их количество. Вследствие этого формируемая статистическая выборка обладает излишней информационной избыточностью.

Первым шагом всякого процесса распознавания является выбор диагностических параметров и оп-

ределение способа их выделения (измерения). При этом обычно стремятся ограничиться как можно меньшим их количеством. Сокращение описания объектов упрощает сбор дополнительных данных, делает материал более обозримым, выводы — более наглядными, а распознающее устройство — более простым и быстродействующим. Сокращение количества диагностических параметров описания объектов, как правило, улучшает качество распознавания [2]. Кроме того, сокращение числа диагностических параметров позволяет снизить минимально необходимое количество объектов статистической выборки, сохраняя ее репрезентативность. Поэтому после набора статистических данных необходимо рассмотреть возможность исключения части диагностических параметров, удовлетворяя при этом