

Государственный Комитет РСФСР

по делам науки и высшей школы

Самарский ордена Трудового Красного Знамени
авиационный институт имени академика С.П.Королева

А Р М А Т У Р А
Б А К О В Р А К Е Т

(Иллюстративный материал по курсу
"Конструкция и проектирование ЛА")

У т в е р ж д е н о
редакционно-издательским
советом института
в качестве
методических указаний
для студентов

Самара 1991

Автор-составитель и исполнитель

иллюстраций - доц. Юматов Л.П.

УДК 629.7

Арматура баков ракет (Иллюстративный материал по курсу "Конструкция и проектирование ЛА"): Методические указания / Авт. сост. Юматов Л.П.; Самарский авиац. ин-т, Самара, 1991. - 32с.

Приводится иллюстративный материал по конструкции арматуры баков ракет. К каждой иллюстрации дается краткое описание конструкции и зависимости для подбора элементов конструкции.

Методические указания разработаны на кафедре летательных аппаратов и предназначены для выполнения курсовых работ и курсовых проектов по курсу "Конструкция и проектирование ЛА", а также для использования при дипломном проектировании.

Подписано в печать 20.09.91. Формат 60x84¹/₁₆.

Бумага оберточная белая. Печать офсетная. Усл. п. л. 1,6

Уч.-изд. л. 46 Т50. Заказ № 12 ЖСЛ.

Бесплатно.

Уч.-к оперативной полиграфии Самарского авиационного института, 443001, г. Самара, ул. Ульяновская, 16

Предисловие

Топливные баки ракет - это не только обечайки и днища, определяющие внутренний объем, но и арматура, т.е. такие устройства, которые позволяют проводить работы в баке, организовывать подачу топлива, демпфировать нежелательные колебания жидкости, следить за наполнением и опорожнением бака и т.п.

В данном разделе приводятся примеры конструктивных решений создания арматуры с соответствующими пояснениями.

Большинство устройств размещаются на оболочке бака и требуют отверстия в этой оболочке. Такие отверстия усиливаются окантовками (фланцами) и имеют герметизацию. С точки зрения прочности желательно, чтобы отверстия под арматуру были в днище, а не в обечайке. В этом случае фланец на днище нагружается равномерно распределенными по окружности усилиями, которые вызывают во фланце только растягивающие без изгиба напряжения.

К заборным устройствам предъявляются особые требования, а именно:

- должен обеспечиваться забор топлива вплоть до самых нижних слоев жидкости. Если на ракету действуют большие поперечные перегрузки, вызывающие отклонение топлива от оси бака, то необходимо устанавливать т.н. качающиеся заборники или заборники без свободной поверхности жидкости (мешки, диафрагмы и т.п.). Качающиеся заборники должны быть достаточно прочными, т.е. усилие "присоса" не должно чрезмерно деформировать или, тем более, разрушать заборник. Усилие "присоса" равно

$$F_n = p_n F_3.$$

где p_n - давление наддува в баке,

F_3 - площадь сечения трубы заборника;

- должна обеспечиваться плавность изменения сечения канала для прохождения жидкости через устройство (рис.0.1). Изменение сечения потока жидкости должно происходить плавно от начального значения F_0 к сечению трубопровода F_T без поджатия струи;
- при прохождении жидкости через заборное устройство не должна образовываться воронка, особенно в конце опорожнения бака.

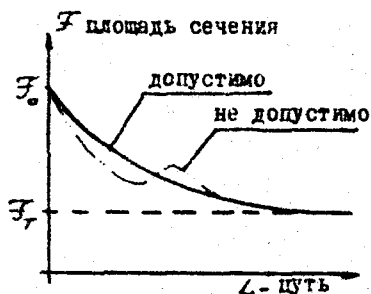


Рис.0.1

Предотвращение появления воронки обеспечивается постановкой стенок, перегородок, лепестков и т.п., которые не допускают вращения жидкости;

- при применении для вытеснения жидкости мешков, диафрагм и т.п. должна быть обеспечена заправка, исключающая попадание газовых пузырей в жидкость.

По мере необходимости в описаниях даются сведения и зависимости для назначения параметров арматуры.

Методические указания содержат 18 основных рисунков и являются десятой частью иллюстративного материала по конструкции ракет.

Первая часть - "Головные части ракет".

Вторая часть - "Системы отделения головных частей и разделения блоков".

Третья часть - "Носовые отсеки".

Четвертая часть - "Головные обтекатели".

Пятая часть - "Сухие отсеки".

Шестая часть - "Льки, крышки, створки".

Седьмая часть - "Стенки и соединения".

Восьмая часть - "Крепление приборов".

Девятая часть - "Баки ракет"

1. Льки-льзы (рис.1.1)

Льки-льзы необходимы для проведения работ внутри сравнительно больших баков. Эти льки размещаются, как правило, на верхнем дне и должны иметь достаточный размер для прохода не очень полного человека, т.е. должны иметь диаметр в свету 400...450 мм. Крышки люков (3) изготавливают сваркой из нескольких деталей или путем штамповки с последующей механической обработкой. На крышке должны быть глухие отверстия с резьбой для вворачивания рым-болтов (8) или других устройств для снятия крышек при демонтаже. Иногда эти отверстия делают во фланце крышки. Фланцы люков (4) необходимы для размещения крепежных шпилек (5) и для восприятия усилий от движения в баке. Минимальное сечение фланца равно:

$$F_{\phi} = \frac{f p_n^2 R_g R_n}{2 \sigma}$$

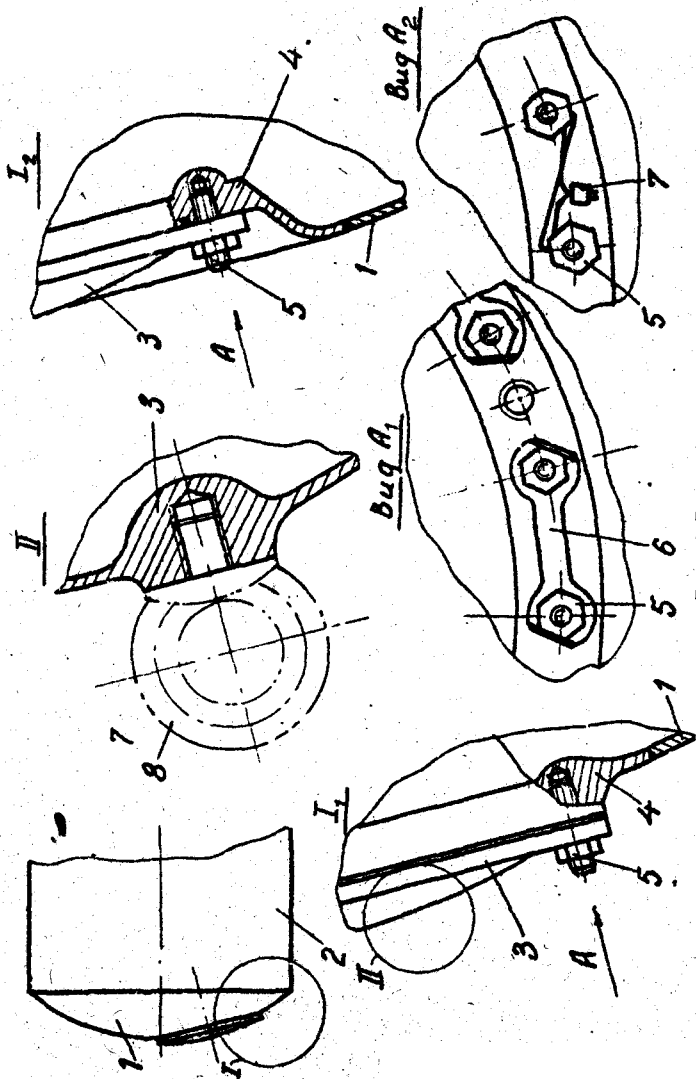


Рис. I.1

1 - дныше бака, 2 - обечайка, 3 - крышка люка-лаза, 4 - фланец, 5 - крепеж, 6 - контрольная пластина, 7 - контровка проволокой, 8 - рым-болт

где f - коэффициент безопасности,
 p_2 - эксплуатационное давление наддува в баке,
 R_0 - радиус днища,
 R_1 - радиус дуга-лаза,
 σ_B - временное сопротивление разрыву материала фланца.

Если недопустимо выступание крышки над днищем, например, при установке на днище теплозащитного покрытия, тогда крышку лаза с фланцем делают утепленным (I_2). При конструировании утепленного фланца его сечение необходимо сделать несколько больше, т.к. давление в баке может выдавить крышку наружу (с хлопком и поломкой).

Шпильки крепления крышки контрит пластинчатками шайбами (6), контросечной проволокой с установкой пломбы (7) или каким-либо другим способом.

2. Герметизация люков-лазов (рис.2.1)

Крышки люков-лазов должны герметично закрывать люк. Для этого используют резиновые или металлические прокладки или крышку лаза заваривают (I_3, I_6).

Простейшая герметизация постановкой плоской прокладки (6) не дает надежную герметизацию, поэтому герметизацию осуществляют установкой прокладки в замкнутом объеме и с применением выступов, врезающихся в прокладку (I).

На рис.2.1 показаны примеры герметизации люков-лазов:

- I_1, I_2 - герметизация с помощью неметаллической прокладки (8),
- I_3 - герметизация осуществляется прокладкой (8), но на крышке (15) и на фланце (12) имеются цилиндрические выступы, к которым приваривается кольцо (14), обеспечивая ампульную заправку. На цилиндрических выступах имеются проточки, которые необходимы для отрезания (как у консервной банки) части выступа, что позволяет проводить съем крышки с последующей приваркой кольца (14). Число отверстий крышки лаза соответствует числу имеющихся на выступах проточек;
- I_4 - установка плоского кольца из резины или мягкого металла,
- I_5 - установка кольца герметизации в замкнутом объеме. Такая конструкция более надежна, чем (I_1, I_2), т.к. съем кольца происходит без перемещения крышки относительно прокладки;

Герметизация лужков-лазов

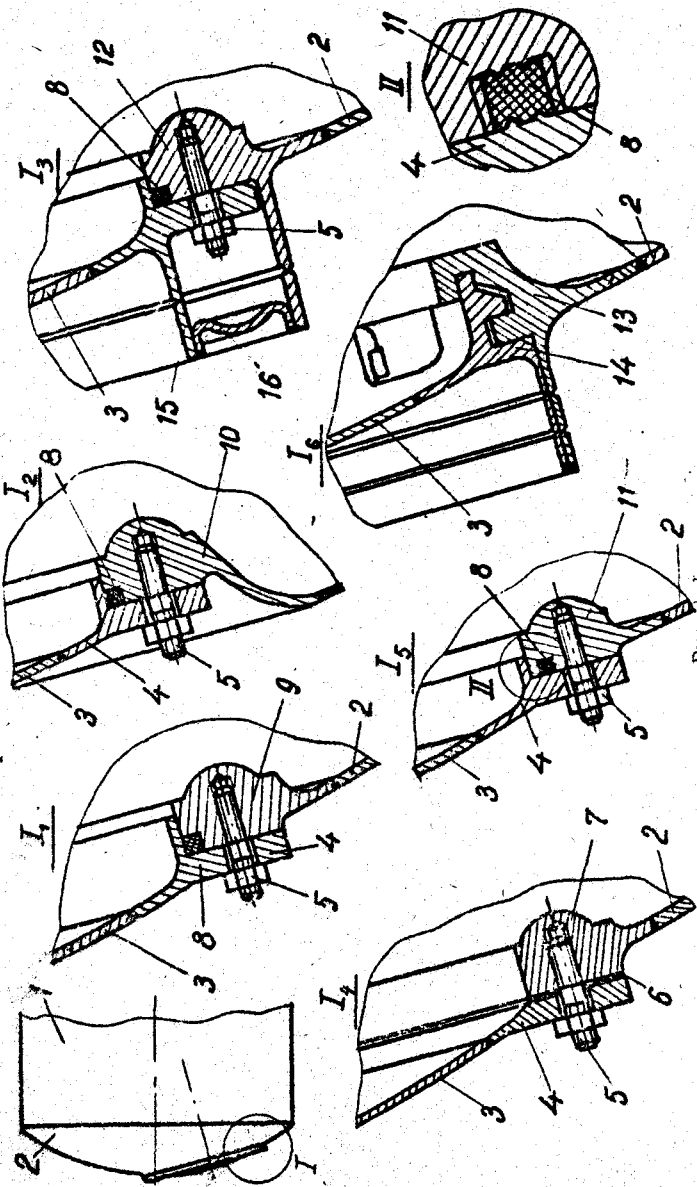


Рис. 2.1.

I - обечайка бака, 2 - днаще, 3 - крышка, 4 - кольцо, 5 - крепеж, 6 - прокладка,
 7 - фланец, 8 - кольцо герметизации, 9 - фланец, 10 - фланец, 11 - фланец,
 12 - фланец, 13 - фланец, 14 - байонетное кольцо, 15 - кольцо с выступом, 16 - кольцо

- I_6 - байонетное крепление крышки бака с герметизацией путем сварки цилиндрических выступов на крышке и на фланце. Усилие от оболочки бака воспринимается только фланцем. Крышка бака воспринимает только усилие от давления в баке. Наиболее нагруженными частями крышки являются зубья, входящие в пазы фланца.

3. Фланцы дна (рис.3.1)

Для крепления различных устройств с доступом внутрь бака в днище делается отверстие, в которое вваривается фланец, являющийся усиленным отверстием. Во фланце есть гнезда с резьбой для размещения шпилек крепления прибора.

На рис.3.1 показаны примеры конструктивных решений по установке фланцев в днищах баков.

При креплении к фланцу ответной части болтами с гайками фланец сильно выступает над днищем и для его приварки необходимо делать отбортовку на днище и на фланце (I_3). Если прибор или трубопровод крепится к фланцу с помощью шпилек, то во фланце делают глухие отверстия с резьбой. Для того, чтобы прибор, установленный на фланце, не выходил за контур бака, фланец делает утопленным (I_4). Возможно крепление фланца на баке с помощью сварки встык с отбортовкой, как на фланце, так и на днище (I_5).

4. Донные заборные устройства (рис.4.1)

Донные заборные устройства состоят из горловины (4), вкладыша (5) и стоек (6) для крепления вкладыша. Горловина обеспечивает плавный переход формы от днища к трубопроводу. Вкладыш необходим для плавного изменения сечения потока жидкости (см.рис.0.1). Диаметр трубопровода определяется скоростью потока жидкости. Принято, что скорость потока жидкости должна лежать в пределах от 3 до 8 м/с. При меньшей скорости резко возрастает диаметр, а следовательно, и масса трубопровода, при большей - возрастает сопротивление движению жидкости в трубопроводе. Вкладыш формируется так, чтобы в начале проходного сечения оно было в 2...4 раза больше площади сечения трубопровода, а затем это сечение уменьшается до площади сечения трубопровода. Иногда вкладыш заканчивается наконечником (7) с малым (2...3мм) отверстием. Это отверстие необходимо для выравнивания профиля скорости

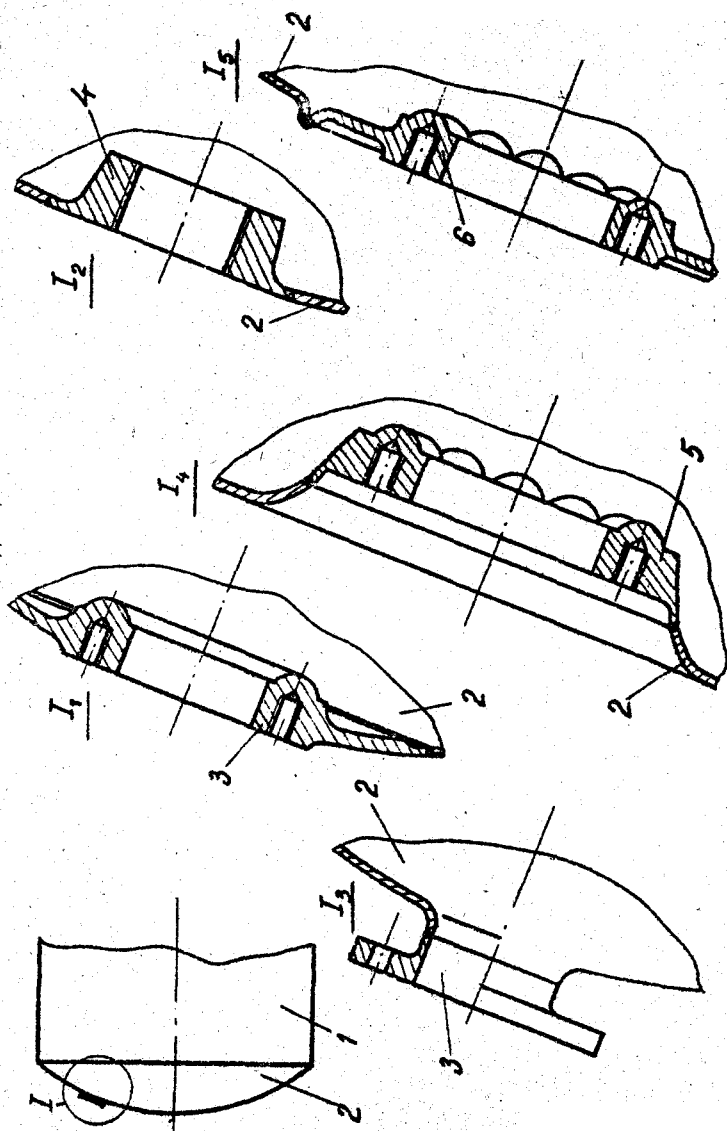


Рис.3.1

I - обечайка бака, 2 - днище, 3 - фланец, 4 - фланец, 5 - фланец, 6 - фланец

Донные заборные устройства

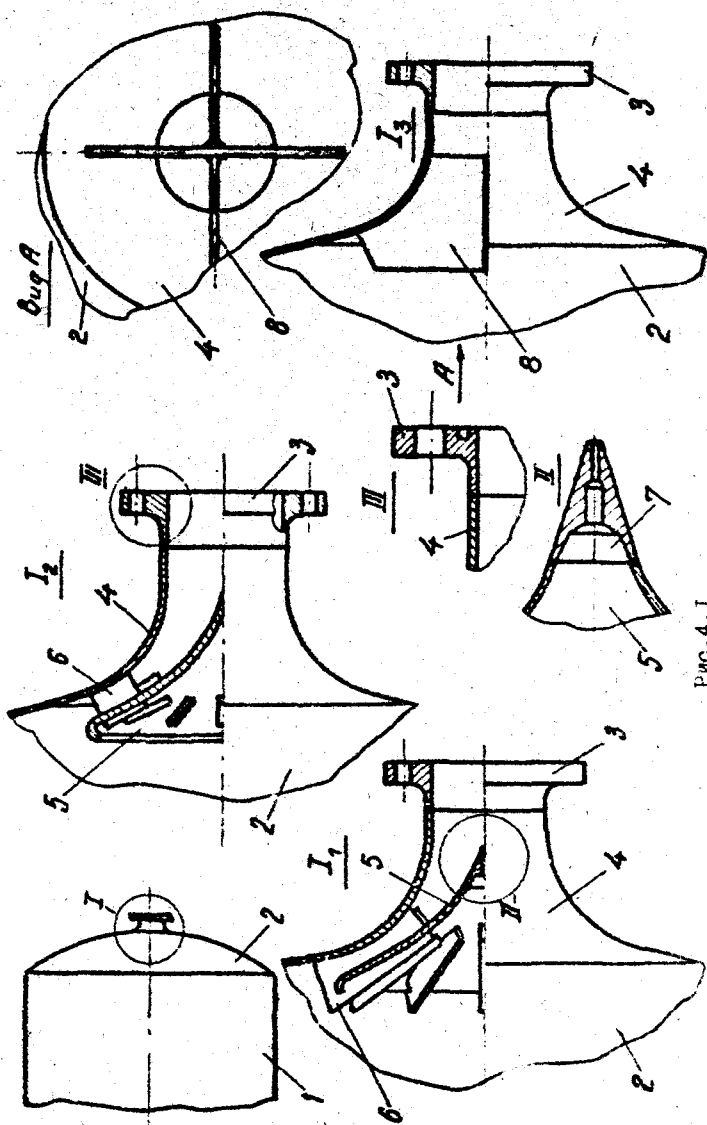


Рис. 4.1

1 - корпус, 2 - донце, 3 - фланец, 4 - горловина, 5 - воронка, 6 - стержень,
7 - наконечник, 8 - плечико

тея потока за счет эжекции струи выходящей из отверстия струи жидкости. Такое отверстие необходимо, если требуется полностью слить жидкость из бака (аварийно или при проверках).

При малом радиусе кривизны днища допустима только установка пластин (8), исключающих образование воронки.

5. Качающееся заборное устройство

На ракетах, воспринимающих в эксплуатации большие боковые перегрузки, топливо, особенно в конце опорожнения, может отклониться в сторону и, если бы был центральный заборник, то он бы оголился. Чтобы этого не произошло, в баках таких ракет устанавливают качающиеся заборники, которые способны выбрать топливо из самой нижней точки бака. На рис. 5.1, 5.2 и 5.3 показаны варианты конструкций таких заборников.

5.1. Вариант №1 (рис. 5.1)

Заборник состоит из трех основных частей: неподвижная труба (8), качающаяся часть (13) и соединительный узел, закрытый сифоном (9). Неподвижная труба приварена к фланцу (6), закрепленному на фланце верхнего днища (7). Герметизация осуществляется постановкой резиновой прокладки (5). Неподвижная часть и качающаяся часть скреплены между собой кольцами (12). Сиффон приваривается или припаивается к обеим частям, обеспечивая герметизацию подвижного на кольцах соединения. Качающаяся часть снизу заканчивается грузом (19), на котором закреплены перья (17), обеспечивающие более эффективное слежение за положением топлива в баке. Ограничителем положения качающейся части служит шпангоут (15), который препятствует соударению груза и перьев с оболочкой бака.

Расчетным для неподвижной части заборника и для колец является усилие "присоса", которое вызывает изгиб трубы при отклоненной подвижной части. Центр вращения подвижной части примерно совпадает с центром радиуса кривизны днища. Зазор между днищем и грузом должен обеспечить проходное сечение в 1,5...2 раза больше площади сечения трубы.

5.2. Вариант №2 (рис. 5.2)

Второй вариант отличается от первого лишь тем, что неподвижная часть (6) имеет колено и крепится к нижнему днищу (5). Это колено

Качающиеся засорное устройство (вариант 5 I)

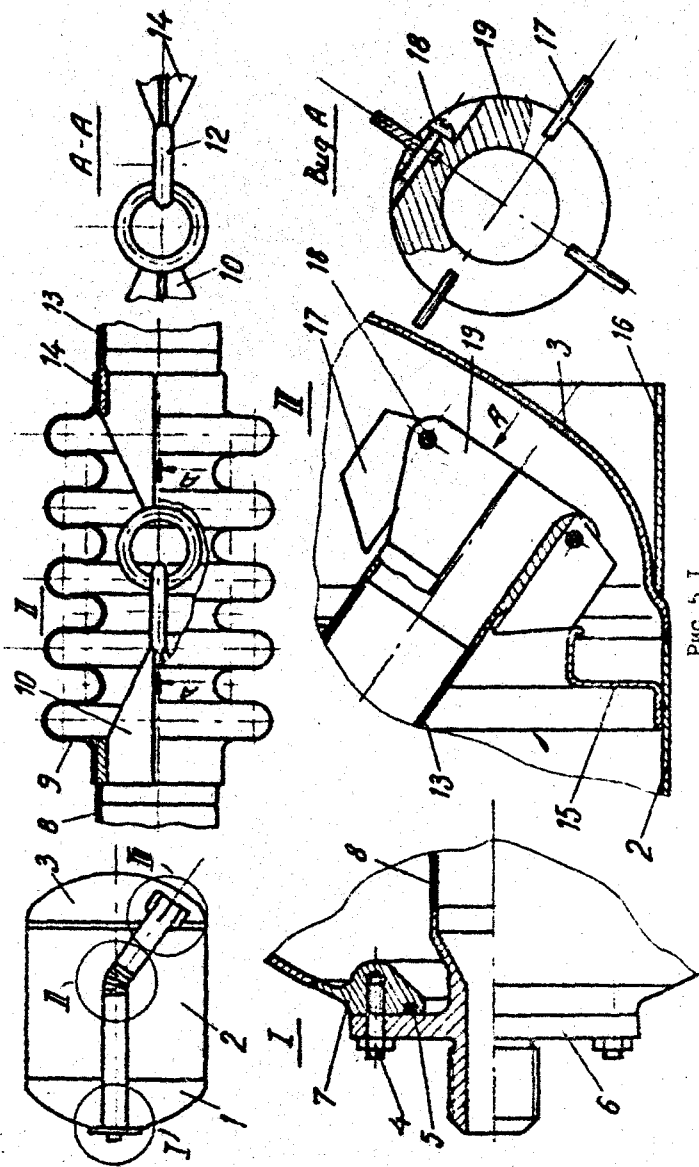


Рис. 5.1

1 - верхнее днище, 2 - обечайка, 3 - нижнее днище, 4 - крепеж, 5 - герметизирующее кольцо, 6 - фланец заборника, 7 - фланец бака, 8 - труба, 9 - сильфон, 10 - вкладыш, 11 - труба, 12 - кольцо, 13 - труба, 14 - вкладыш, 15 - винт, 16 - юбка бака, 17 - шпоро, 18 - крепеж

подкрепляется тягой (8). Без этого подкрепления у трубы может быть большая деформация от усилия "присоса" и качающаяся часть (12) "прилипнет" к днищу или начнет колебаться, что приведет к пульсации подачи жидкости.

5.3. Вариант М3(рис. 5.3)

Третий вариант качающегося заборника отличается от первого и второго тем, что две степени свободы обеспечиваются вращением стойки (7) в корпусе (4) и вращением качающейся части (3) относительно стойки на оси (II). Особенностью этого устройства является то, что в конструкции должно быть обеспечено пересечение осей вращения качающейся части и стойки. С этой целью у качающейся части имеется колено. Герметизация обеспечивается за счет установки колец из резины (8) и фторопласта (17, 18).

6. Заборные устройства с мешком

Качающиеся заборные устройства не обеспечивают полного опорожнения бака, т.к. в конце работы за счет колебания уровня жидкости и наличия зазора между днищем и заборным патрубком начинается подсос газов наддува.

Конструкции, обеспечивающие наименьший незабор топлива, имеют разделительные диафрагмы, мешки, поршни и т.п. Подаваемый в бак газ наддува не соприкасается с жидкостью, но выдавливает ее в заборный патрубок без образования воронки.

На рис. 6.1, 6.2, 6.3 показаны примеры конструкции заборных устройств с мешком.

6.1. Вариант М1(рис. 6.1)

В этом варианте жидкость находится внутри расправленного мешка (3), а давление наддува подается в полость вне мешка. Мешок начинает сжиматься и вытеснять жидкость в заборник (9). Для устранения запаирания полостей мешка в него завулканизированы кольца (8) или прикреплены с помощью накладок (12). Мешок в расправленном состоянии вкладывают в бак и крепят винтами с прокладкой (14). Задняя часть нижнее днище (6). Герметизация осуществляется за счет установки прокладки (13).

Качающееся засорное устройство (Вариант № 3)

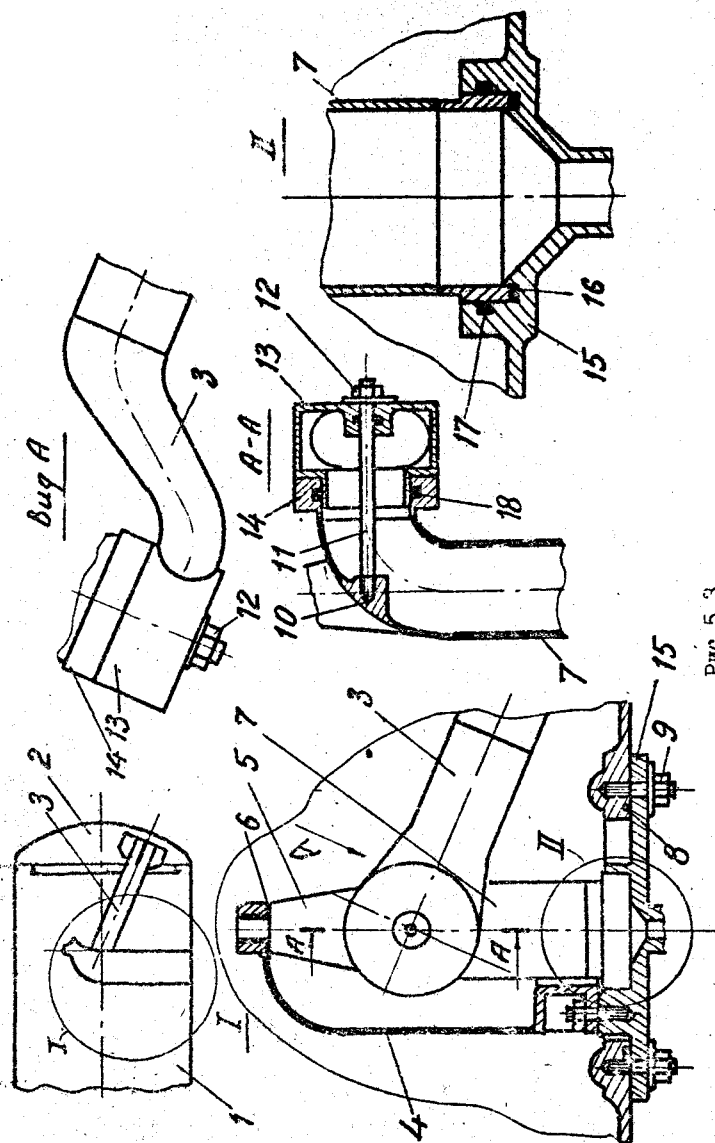


Рис.5.3

I - обечайка бака, 2 - дно бака, 3 - качающаяся часть, 4 - корпус, 5 - ось, 6 - прокладка, 7 - стойка, 8 - прокладка герметизации, 9 - крепеж, 10 - втулка, 11 - ось, 12 - крепеж, 13 - головка, 14 - фланец, 15 - крышка, 16 - прокладка, 17 - прокладка, 18 - прокладка

Зерное устройство с мешком (Вариант № 1)

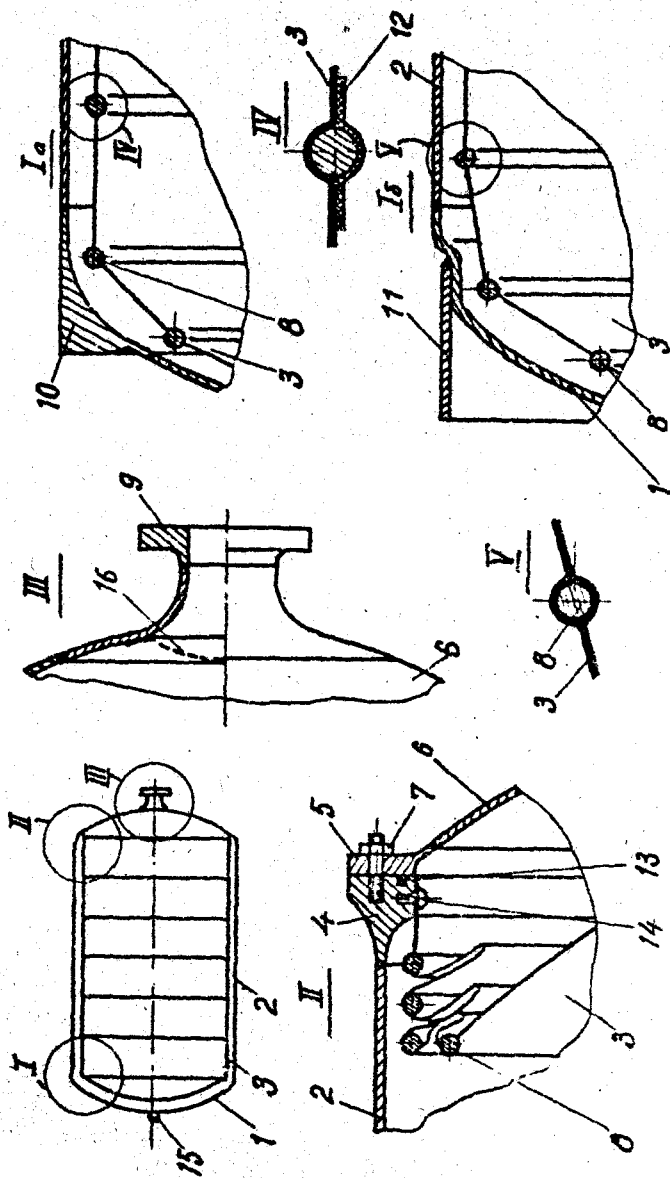


Рис. 6.1

I - днище бака, 2 - обечайка, 3 - мешок, 4 - фланец, 5 - кольцо крышки, 6 - днище,
 7 - крепеж, 8 - кольцо, 9 - фланец, 10 - шлангоут, 11 - юбка бака, 12 - накладка,
 13 - прокладка, 14 - крепеж, 15 - штуцер наддува, 16 - решетка

6.2. Вариант № 2 (рис.6.2)

Во втором варианте давление подается внутрь мешка, который распрямляясь вытесняет жидкость из бака. Первоначальная форма мешка в сжатом состоянии обеспечивается креплением к нему металлических колец (9). Верхняя горловина мешка крепится хомутом (19) к фланцу (15), в штуцер которого подается газ для наддува бака. Верхнее днище (1) вместе с мешком присоединяется к обечайке (2) крепежом (12). Герметизация осуществляется за счет сжатия герметизирующего кольца (18).

6.3. Вариант № 3 (рис.6.3)

Третий вариант заборного устройства имеет не только мешок (7), который в привязанной к трубе (8) вставляется в бак через фланец в верхнем днище (1), но и каналы (3) из тонкого перфорированного материала. Эти каналы приварены, припаяны или приклеены к обечайке (2) и к днищу (5). При подаче давления в штуцер фланца (10) мешок, раздуваясь, разрывает завязки и начинает вытеснять жидкость в заборник (6).

В конце работы мешок облегает всю внутреннюю поверхность бака, включая каналы. При дальнейшем опорожнении каналы "раздавливаются" и остатки жидкости выдавливаются в заборное устройство, что обеспечивает наиболее полное опорожнение бака.

7. Заборные устройства торовых и кольцевых баков (рис.7.1)

Заборные устройства торовых и кольцевых баков сходны с донными устройствами опорожнения. Имеются горловины (7), в которых размещены решетки (8) для предотвращения появления в жидкости воронки. Основная трудность конструирования - это необходимость размещения горловины в самой нижней точке бака. С этой целью бак крепят так, чтобы он был наклонен на $3...5^{\circ}$ от нормального положения, или снизу к торовой части бака приваривают сужающиеся каналы (10), которые сообщаются с баком через перфорацию в нижнем полуторе. При этом бак подвешивается без какого-либо наклона.

На рис.7.1 показан пример заборного устройства несущих баков. Однако, та же конструкция может быть использована при несущих торовых и кольцевых баках.

Заборное устройство с мешком (Вариант № 1)

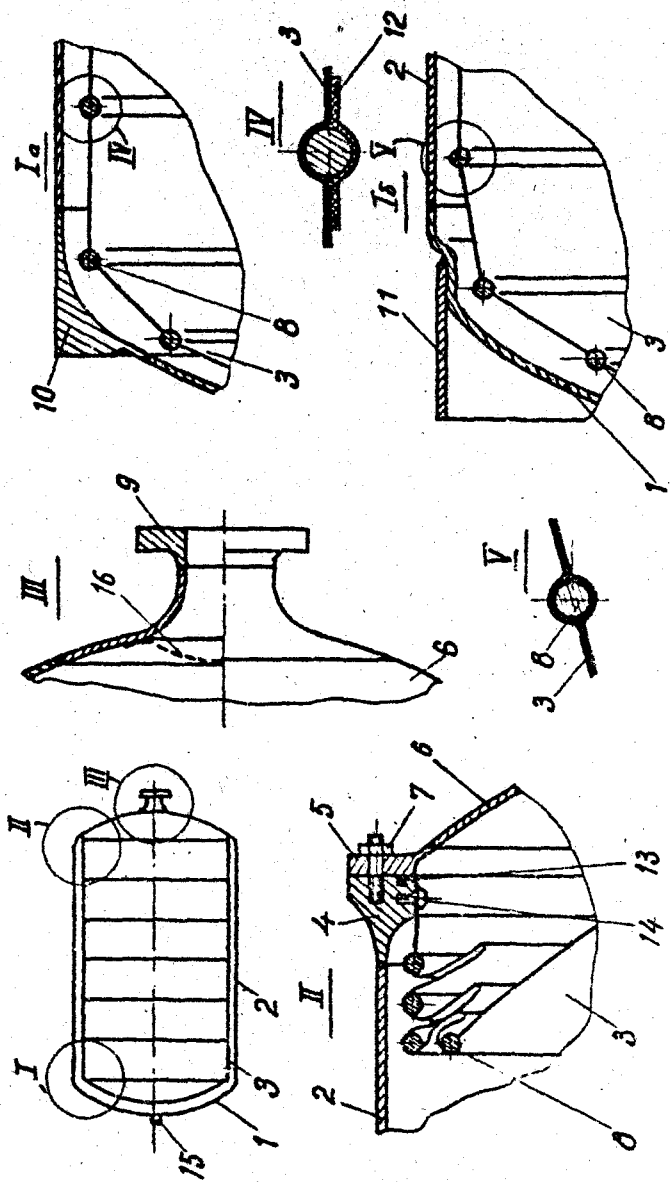


Рис. 6.1

1 - днище бака, 2 - обечайка, 3 - мешок, 4 - фланец, 5 - кольцо крышки, 6 - днище, 7 - крепеж, 8 - кольцо, 9 - фланец, 10 - шпангоут, 11 - юбка бака, 12 - накладная, 13 - прокладко, 14 - крепеж, 15 - штуцер наддува, 16 - решетка

6.2. Вариант № 2 (рис.6.2)

Во втором варианте давление подается внутрь мешка, который распрямляясь вытесняет жидкость из бака. Первоначальная форма мешка в сжатом состоянии обеспечивается креплением к нему металлических колец (9). Верхняя горловина мешка крепится хомутом (19) к фланцу (15), в штуцер которого подается газ для наддува бака. Верхнее днище (1) вместе с мешком присоединяется к обечайке (2) крепежом (12). Герметизация осуществляется за счет сжатия герметизирующего кольца (18).

6.3. Вариант № 3 (рис.6.3)

Третий вариант заборного устройства имеет не только мешок (7), который в привязанной к трубе (8) вставляется в бак через фланец в верхнем днище (1), но и каналы (3) из тонкого перфорированного материала. Эти каналы приварены, припаяны или приклеены к обечайке (2) и к днищу (5). При подаче давления в штуцер фланца (10) мешок, раздуваясь, разрывает завязки и начинает вытеснять жидкость в заборник (6).

В конце работы мешок облегает всю внутреннюю поверхность бака, включая каналы. При дальнейшем опорожнении каналы "раздавливаются" и остатки жидкости выдавливаются в заборное устройство, что обеспечивает наиболее полное опорожнение бака.

7. Заборные устройства торовых и кольцевых баков (рис.7.1)

Заборные устройства торовых и кольцевых баков сходны с донными устройствами опорожнения. Имеются горловины (7), в которых размещены решетки (8) для предотвращения появления в жидкости воронки. Основная трудность конструирования - это необходимость размещения горловины в самой нижней точке бака. С этой целью бак крепят так, чтобы он был наклонен на $3...5^{\circ}$ от нормального положения, или снизу к торовой части бака приваривают сужающиеся каналы (10), которые сообщаются с баком через перфорацию в нижнем полуторе. При этом бак подвешивается без какого-либо наклона.

На рис.7.1 показан пример заборного устройства несущих баков. Однако, та же конструкция может быть использована при несущих торовых и кольцевых баках.

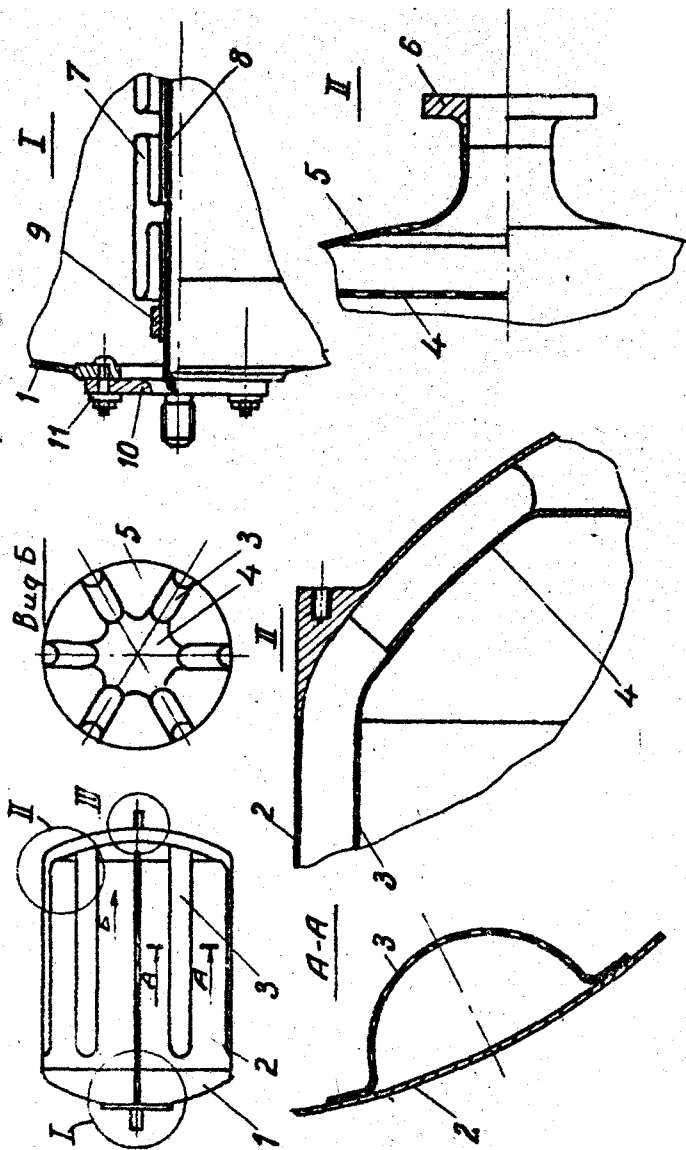


Рис. 6.3

I - днище, 2 - обечайка, 3 - канал с перфорацией, 4 - сборник, 5 - днище, 6 - фланец, 7 - мешок, 8 - трубка с отверстиями, 9 - хомут, 10 - фланец, II - крепёж

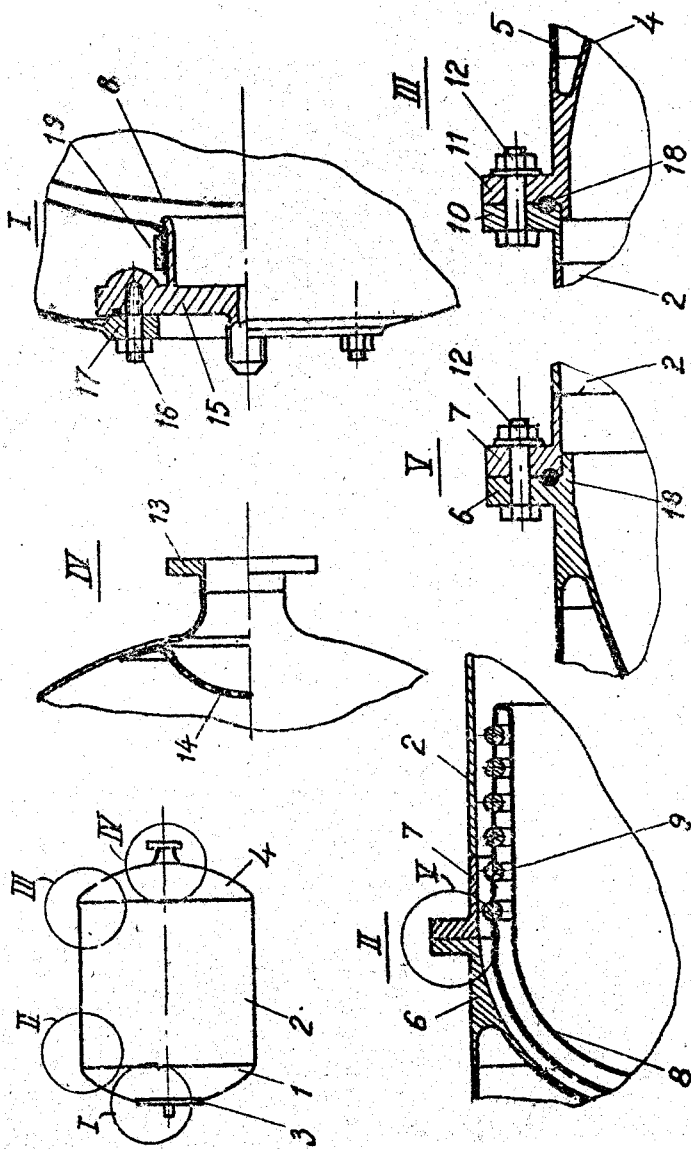


Рис.6.2

1 - днище, 2 - обечайка, 3 - фланец, 4 - днище, 5 - юбка бака, 6 - шпангоут,
 7 - шпангоут, 8 - мешок, 9 - кольцо, 10 - кольцо, 11 - шпангоут, 12 - крепеж,
 13 - фланец, 14 - решетка, 15 - фланец, 16 - крепеж, 17 - фланец, 18 - кольцо

герметизации

Заборные устройства торовых и кольцевых баков

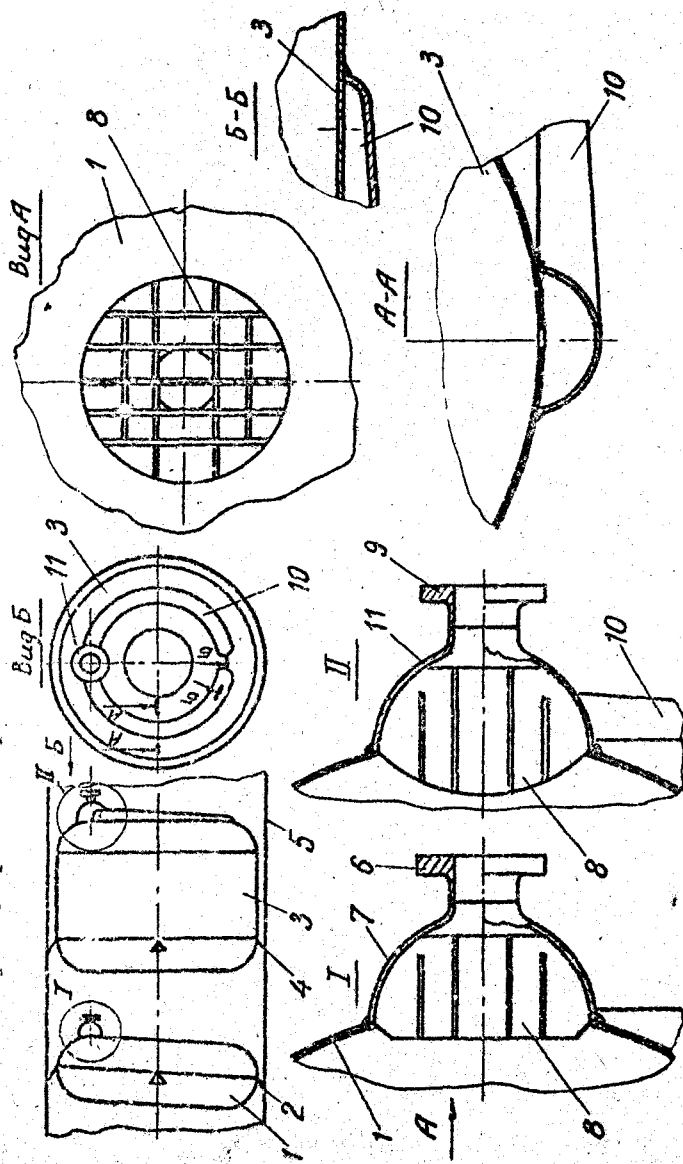


Рис. 7.1

I - торовый бак, 2 - крепление торового бака, 3 - кольцевой бак, 4 - крепление кольцевого бака, 5 - корпус ракеты, 6 - фланец, 7 - горловина, 8 - решетка, 9 - фланец, 10 - желоб, II - горловина.

8. Заборные устройства малых сферических баков (рис.8.1)

Для вытеснения жидкости из бака в состоянии невесомости необходимо устранить наличие газового пузыря, соприкасающегося с поверхностью жидкости. Для сферических баков удобно разделять газовую полость и жидкость с помощью мембраны из резины (14) или легкодеформируемого металла (5). Металлическая мембрана формируется по сфере и приваривается к полусфере (4). В месте сгиба мембраны устанавливается кольцевой вкладыш, предотвращающий смятие мембраны. Резиновая мембрана (14) защемляется между двух полусфер (1 и 2). При подаче давления газа в штуцеры (3 и 7) мембрана деформируется и выдавливает находящуюся под ней жидкость. У выходного штуцера при применении резиновой мембраны устанавливается решетка (10) с тем, чтобы мембрана не выдавливалась в штуцер.

9. Силовые элементы кольцевого бака (рис.9.1)

На рис.9.1 показан пример включения в силовую работу конструкции бака. В этом примере двигатель закреплен на нижнем внутреннем шпангоуте (12) и тяга передается на внутреннюю обечайку (3). Усилие от тяги уменьшает растягивающие продольные усилия во внутренней обечайке. Это усилие передается на диагональные элементы — стержни (5) или конусную оболочку с гофром (7). При этом нагружаются распорными усилиями верхний внутренний шпангоут (11). Диагональные элементы через шпангоут (6) передают усилие тяги на внешнюю обечайку (2), уменьшая в ней продольные растягивающие напряжения. Такая схема в силовом отношении равносильна тому, что тяга двигателя как бы приложена непосредственно к нижнему наружному шпангоуту (6). К этому же шпангоуту может крепиться переходный отсек, рамы с приборами и т.п. Существенно, что тяги или конус нагружены растягивающими усилиями

$$F_m = \frac{R}{\cos \varphi}$$

где R — тяга двигателя,

φ — угол установки диагональных элементов.

Если двигатель не работает, то в диагональных элементах могут возникнуть сжимающие усилия

$$F_{сж} = \frac{m_0 g R_{\max}}{\cos \varphi}$$

Засорные устройства малых сферических баков

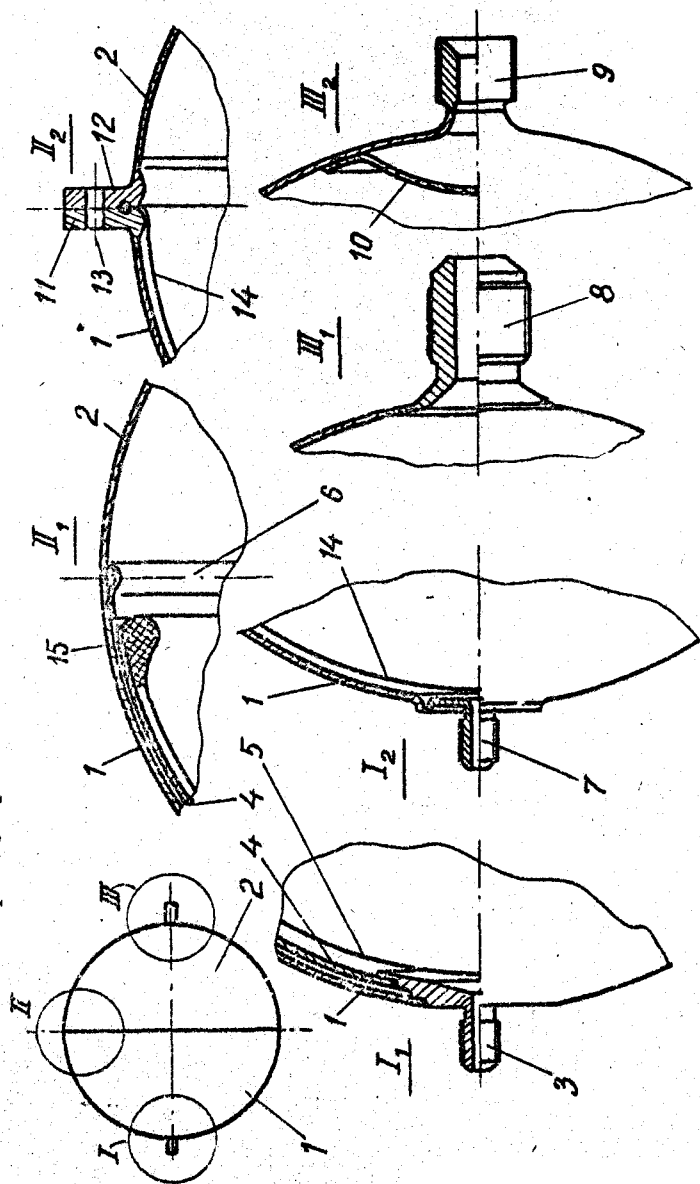


Рис. 8.1

I - полушара, 2 - полушара, 3 - штуцер, 4 - полушара, 5 - гибкая полушара, 6 - кольцо, 7 - штуцер, 8 - штуцер, 9 - штуцер, 10 - решетка, II - шлангоут, I₂ - шлангоут, 13 - крелек, 14 - резиновая мембрана, 15 - вкладыш

Силовые элементы кольцевого бэка

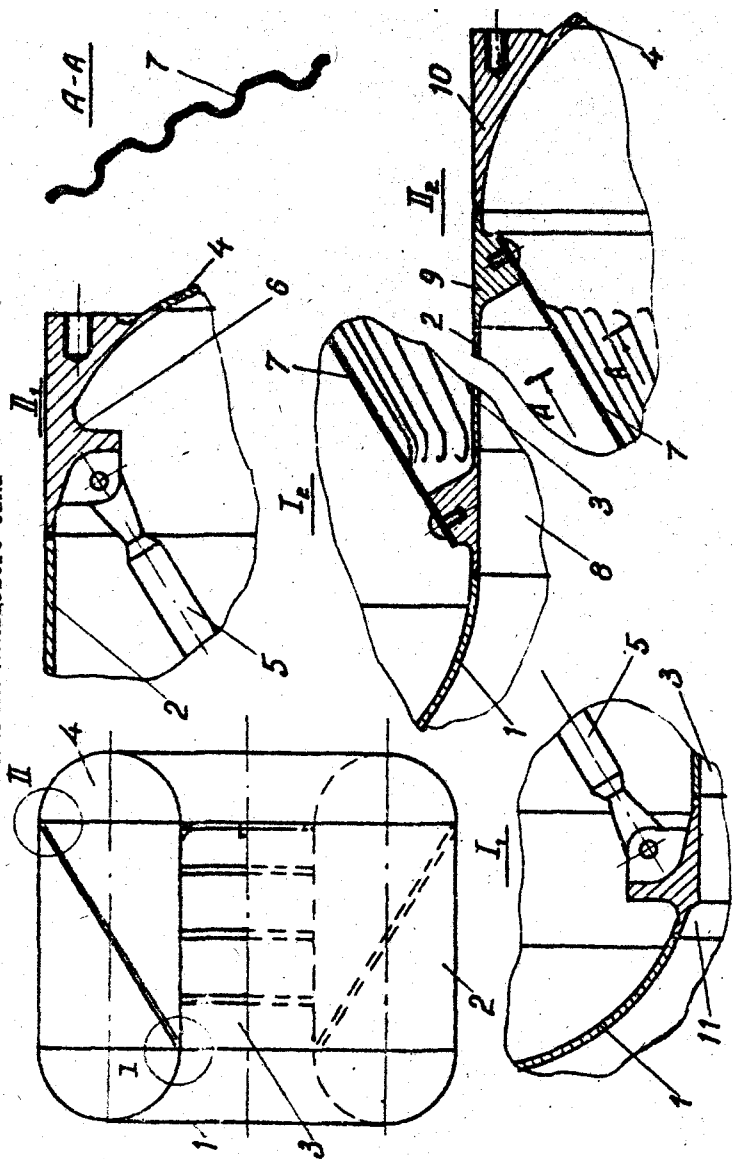


Рис.9.1

I - верхний полутор, 2 - наружная обечайка, 3 - внутренняя обечайка, 4 - нижний полутор, 5 - тяга, 6 - стыковой шпангоут, 7 - козус, 8 - шпангоут, 9 - шпангоут, 10 - стыковой шпангоут, II - шпангоут

где m_g - масса двигателя,
 g - ускорение силы тяжести,

$\pi_{x \max}$ - максимальная продольная перегрузка при работе предыдущих ступеней.

Подбор сечений диагональных элементов ведется при выполнении неравенств:

$$\sigma_m^T \leq \sigma_{\sigma}^T; \sigma_{сж}^T \leq \sigma_{кр}^T; \sigma_m^K \leq \sigma_{\sigma}^K; \sigma_{сж}^K \leq \sigma_{кр}^K$$

где $\sigma_m^T = \frac{F_m}{N F_0}$ - напряжение в тяге,

N - число тяг,

F_0 - сечение трубы тяги,

σ_{σ}^T - временное сопротивление разрыву материала трубы тяги,

$\sigma_{сж}^T = \frac{F_{сж}}{N F_0}$ - сжимающие напряжения в трубе тяги,

$\sigma_{кр}^T = \frac{\pi^2 E J}{l^2 F_0}$ - критические напряжения сжатия трубы,

E - модуль упругости материала трубы,

J - момент инерции сечения трубы,

l - длина тяги,

$\sigma_m^K = \frac{F_m}{\pi D_B \delta}$ - напряжение растяжения в конусе,

D_B - внутренний диаметр кольцевого бака,

δ - толщина конуса,

σ_{σ}^K - временное сопротивление разрыву материала конуса,

$\sigma_{сж}^K = \frac{F_{сж}}{\pi D_{cp} \delta}$ - напряжения сжатия в конусе,

D_{cp} - средний диаметр кольцевого бака,

$\sigma_{кр}^K$ - критические напряжения в конусе на сжатие (с учетом наличия на конусе гофра).

10. Диафрагмы и сетки (рис. 10.1)

Для устранения колебания жидкости в баке устанавливаются диафрагмы. Замечено, что наибольшие возмущающие силы, приводящие к колебаниям жидкости, появляются в конце работы двигателя первой ступени, когда топлива остается немного, и на ракету действуют большие аэро-

Диафрагмы и сетки

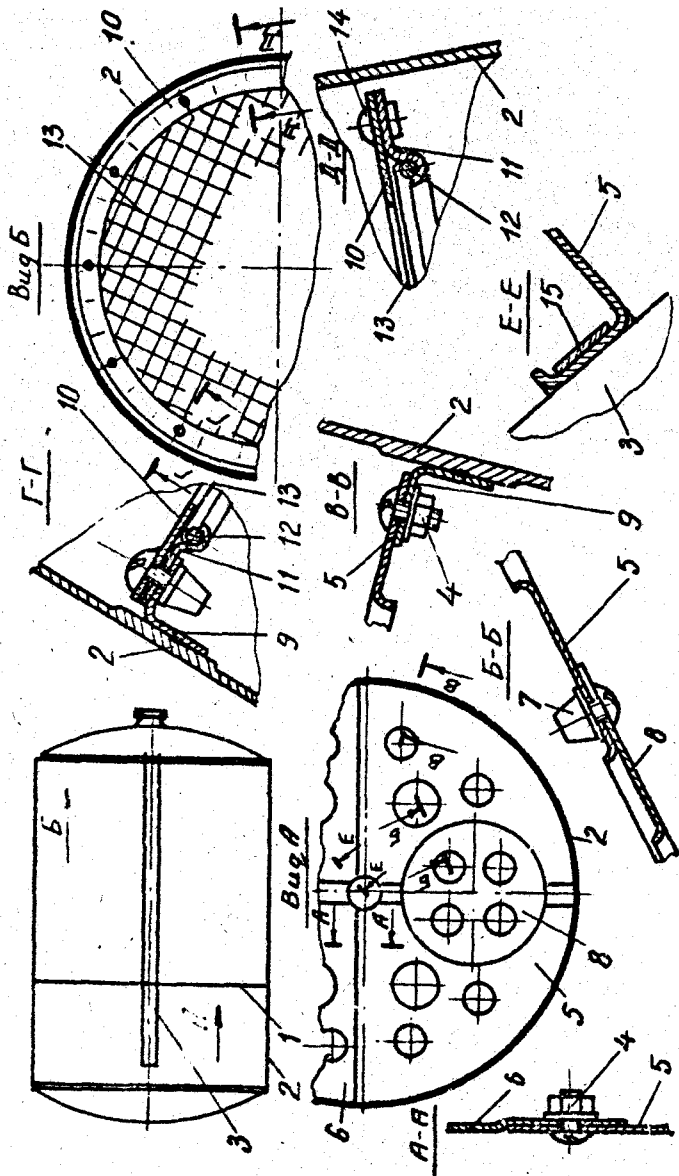


Рис. 10.1

1 - диафрагма, 2 - обечайка, 3 - датчик уровня жидкости, 4 - крепеж, 5 - пластина, 6 - анкерная гайка, 7 - крышка, 8 - крышка, 9 - кронштейн, 10 - кольцо, 11 - прижим, 12 - кольцо, 13 - сетка, 14 - заклепка, 15 - хомут

динамические силы. Поэтому диафрагмы (5) в баках первой ступени устанавливаются в нижней части бака, а в баках второй ступени - в верхней части бака. Диафрагмы состоят из нескольких пластин с отверстиями и крепятся к обечайке бака (2). Для пролаза через диафрагму устанавливают на анкерных гайках (7) крышки (8). Устанавливаемые в нижней части бака сетки могут играть двойную роль: во-первых - служить демпфером колебаний жидкости, во-вторых - если на тоннельной трубе будут появляться кристаллы топлива или влаги, то сетка предохранит попадание этих кристаллов в трубопровод. Сетка крепится с помощью кольца (12), пружин (11) и заклепок (14).

11. Продольные решетки (рис. 11.1)

Для уменьшения колебания жидкости и для увеличения момента инерции масс относительно продольной оси в баке устанавливаются продольные решетки (2), прикрепляемые к шпангоутам (3). Вместо решетки могут быть поставлены пластины (9), которые несколько легче и более эффективны, чем решетки из профилей.

Выбор места установки и размер решеток проводится при расчете устойчивости ракеты и при определении параметров автопилота.

12. Успокоительные стенки и шпангоуты (рис. 12.1)

При больших габаритах ракеты ставить диафрагмы на весь диаметр бака не целесообразно. Жидкость достаточно хорошо успокаивается, если демпфировать ее у обечаек. Для этой цели ставят широкие шпангоуты со стенками (3). Для подкрепления шпангоута используют стержни (4), прикрепленные к полкам шпангоута.

Для увеличения момента инерции масс относительно продольной оси и для устранения вращения жидкости перед входом в трубопроводы у нижнего дна устанавливает набор перекрестных пластин-решеток, которые состоят из стенок (3) и профилей (11, 12, 16).

13. Крепление датчика уровня (рис. 13.1)

Датчик уровня состоит из трубы, внутри которой находятся измерительные устройства (конденсаторы, резисторы и пр.). Он, как правило, устанавливается в центре бака. Жидкость попадает внутрь трубы снизу через трубки-"усы", отверстия которых расположены диаметрально друг относительно друга. Такая конструкция осредняет давление, а следовательно, и уровень жидкости в трубе. Кроме того, "усы" устраняют

Продольные решетки

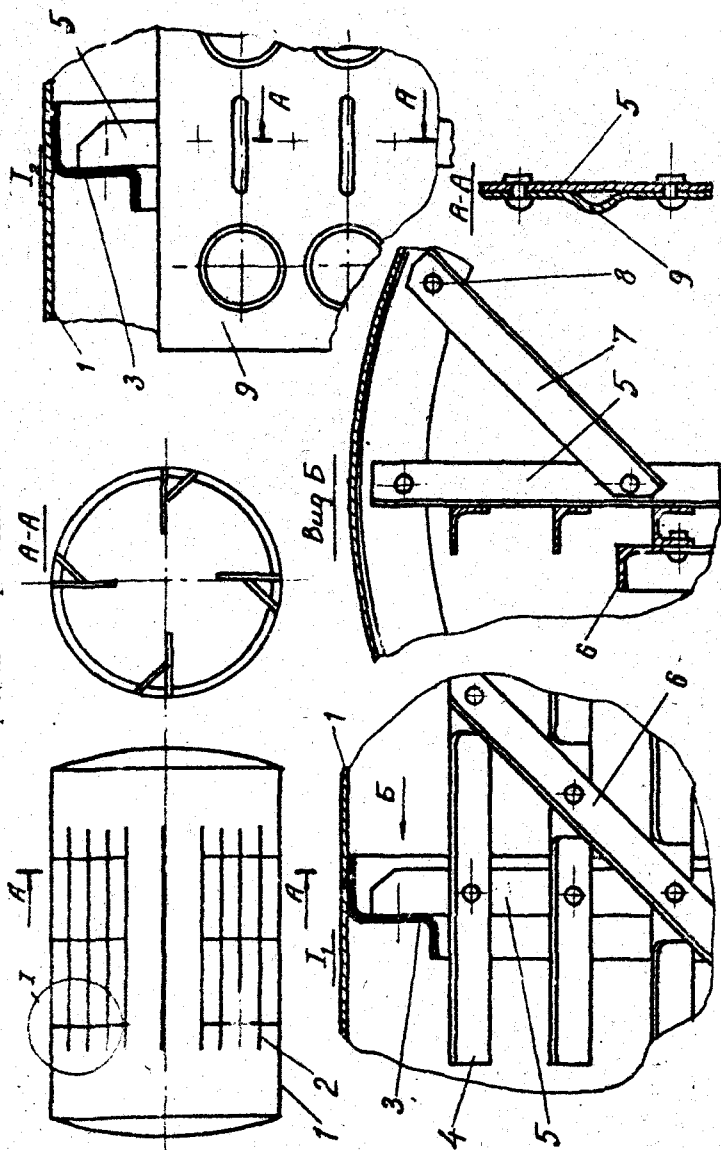


Рис. II. I

I - обечайка, 2 - решетка, 3 - шпангоут, 4 - профиль, 5 - профиль, 6 - раскос, 7 - подкос, 8 - заклепка, 9 - пластина

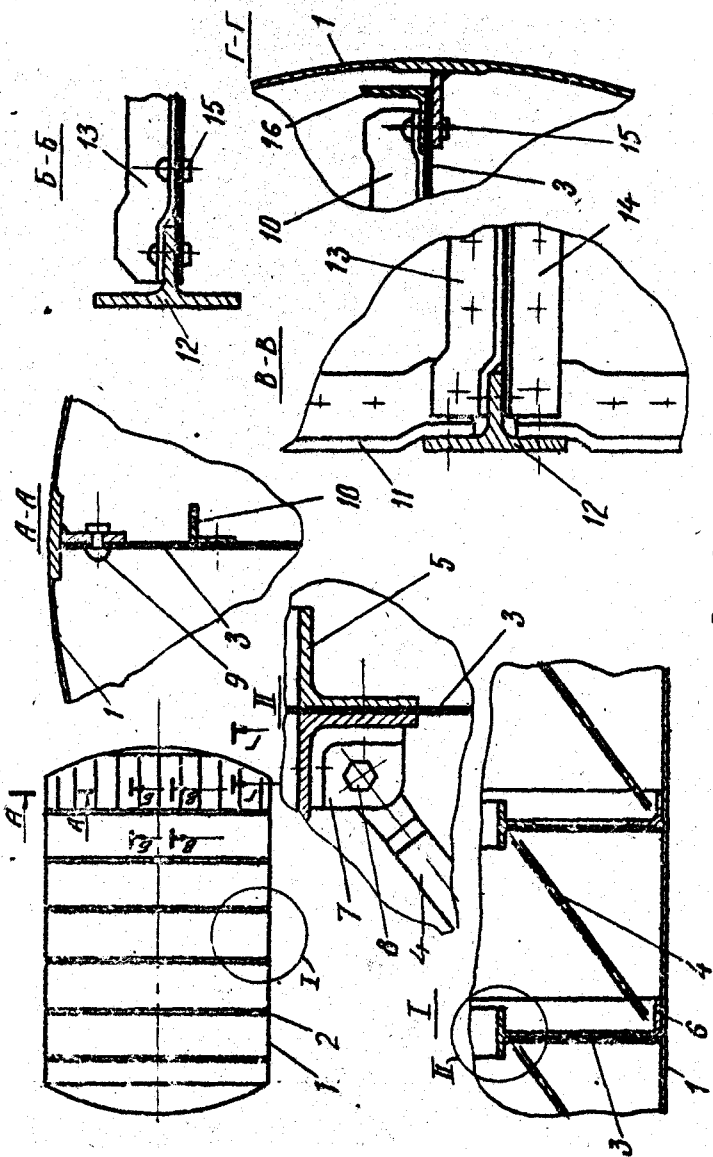


Рис. 12.1

I - обечайка бака, 2 - штангут, 3 - стенка, 4 - подкос, 5 - профиль шпангоута, 6 - профиль, 7 - крестейн, 8 - крепеж, 9 - заклепка, 10 - стойка, 11 - профиль, 12 - профиль, 13 - профиль, 14 - заклепка, 15 - заклепка, 16 - профиль

Крепление датчика уровня

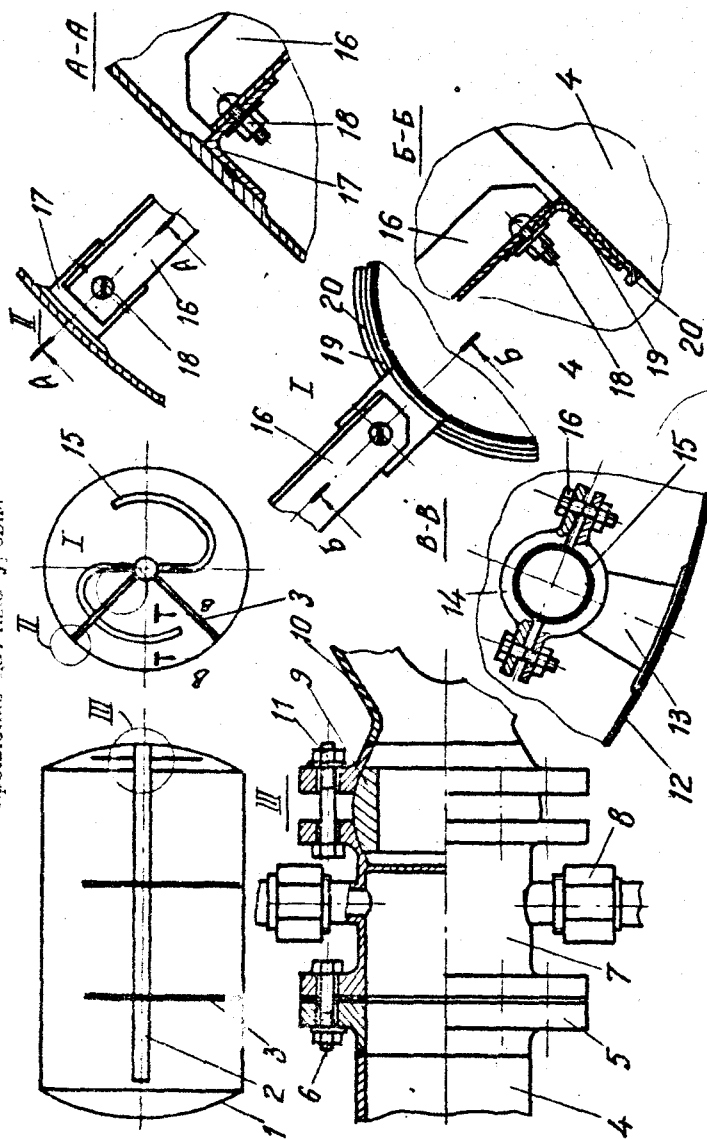


Рис. 13.1

1 - дилше, 2 - датчик уровня топлива, 3 - крепление, 4 - труба датчика, 5 - фланец, 6 - крепеж, 7 - ступица, 8 - гайка, 9 - фланец, 10 - кронштейн, 11 - крепеж, 12 - дилше, 13 - кронштейн, 14 - хомут, 15 - "ус", 16 - профиль, 17 - крепеж, 18 - крепеж, 19 - хомут, 20 - кольцо

колебание уровня жидкости в трубе.

Труба датчика крепится в нижней части на сферической опоре (9) для компенсации неточности в установке кронштейна (10). В средней и верхней частях труба крепится к обечайке бака с помощью расчалок (16). Число расчалок не должно быть более двух, т.к. в противном случае расчалки будут воспринимать деформации обечайки бака при расширении за счет появления давления наддува в баке.

14. Крепление датчика наполнения (рис. 14.1)

Датчик наполнения служит для указания верхнего уровня жидкости в баке и для управления насосами, подающими жидкость в бак (переключение на другой режим, выключение насоса и пр.).

Он напоминает датчик уровня. Также имеет измерительные устройства. Датчик наполнения крепится к верхнему днцу или на верхнем конце датчика уровня.

На днце датчик крепится либо в утопленном положении (I_1) либо нормальным образом (I_2), но необходимо, чтобы труба датчика была параллельно оси бака.

На трубе датчика уровня датчик наполнения крепится с помощью хомута (10).

Крепление датчика наполнения

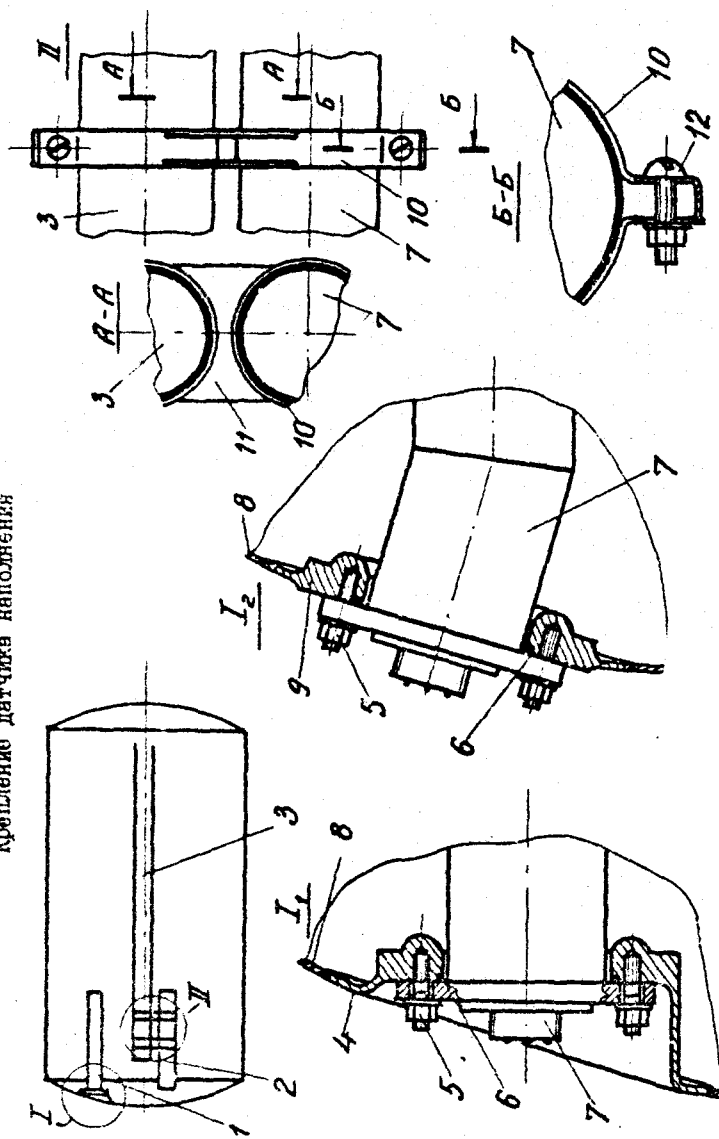


Рис. 14.1

I - датчик наполнения, 2 - датчик наполнения, 3 - датчик уровня жидкости, 4 - фланец, 5 - крепёж, 6 - герметизация, 7 - датчик наполнения, 8 - дноце, 9 - фланец, 10 - двойной хомут, II - перемычка, 12 - крепёж

СОДЕРЖАНИЕ

	стр.
Предисловие.....	3
I. Люки-лазы	4
2. Герметизация люков-лазов	6
3. Фланцы днищ	8
4. Донные заборные устройства	8
5. Качающееся заборное устройство ...	II
5.1. Вариант № 1	II
5.2. Вариант № 2	II
5.3. Вариант № 3	I4
6. Заборные устройства в мешком	I4
6.1. Вариант № 1	I4
6.2. Вариант № 2	I7
6.3. Вариант № 3	I7
7. Заборные устройства торовых и коль- цевых баков	I7
8. Заборные устройства малых сферических баков	2I
9. Силовые элементы кольцевого бака .	2I
10. Диафрагмы и сетки	24
II. Продольные решетки	26
12. Успокоительные стенки и шпангоуты	26
13. Крепление датчика уровня	26
14. Крепление датчика наполнения	30